

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE NUTRIÇÃO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM NUTRIÇÃO**

SAULO MESQUITA DE ARAÚJO FILHO

**OS EFEITOS DO ÔMEGA 3 NA HIPERTROFIA
MUSCULAR :
UMA REVISÃO NARRATIVA**

Recife - PE, 2024

**SAULO MESQUITA DE ARAÚJO
FILHO**

**OS EFEITOS DO ÔMEGA 3 NA HIPERTROFIA
MUSCULAR :
UMA REVISÃO NARRATIVA**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Graduação em
Nutrição do Centro de Ciências da Saúde
da Universidade Federal de Pernambuco,
como requisito básico para para obtenção
do grau de bacharel em Nutrição

Orientador (a): Prof^a Dra. Edigleide Maria Figueiroa

Recife - PE, 2024

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Araújo Filho, Saulo Mesquita de.

Os efeitos do ômega 3 na hipertrofia muscular : uma revisão narrativa / Saulo Mesquita de Araújo Filho. - Recife, 2024.

40 p.

Orientador(a): Edigleide Maria Barretto

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Ciências da Saúde, Nutrição - Bacharelado, 2024.

1. ômega 3. 2. hipertrofia muscular. I. Barretto, Edigleide Maria .
(Orientação). II. Título.

610 CDD (22.ed.)

SAULO MESQUITA DE ARAÚJO FILHO

**OS EFEITOS DO ÔMEGA 3 NA HIPERTROFIA MUSCULAR :
UMA REVISÃO NARRATIVA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentada ao
Curso de Graduação em Nutrição da Universidade
Federal de Pernambuco como requisito para obtenção
de grau de Nutricionista

Aprovado em: ___/___/_____.

BANCA EXAMINADORA

Profº. Edigleide Maria Barreto (Orientador)
Universidade Federal de Pernambuco

Profº. Dr. Maria Goretti Pessoa de Araújo Burgos (Examinador Um)
Universidade Federal de Pernambuco

Profº. Dr. Elizabeth do Nascimento (Examinador Dois)
Universidade Federal de Pernambuco

RESUMO

Os ácidos graxos ômega 3 são óleos essenciais que possuem importantes funções na formação e desenvolvimento do indivíduo. A ingestão desse nutriente tem sido associada como um componente relevante para o aumento da massa muscular e na melhora do rendimento em exercícios de força, pois a ingestão na dieta parece sensibilizar o músculo para uma resposta anabólica efetiva, atuando na força e no desempenho aeróbio, de modo que as taxas de síntese proteica, tamanho celular e sinalização anabólica aumentam. Diante disso, praticantes de atividade física têm recorrido ao uso do ômega 3 por conta desses efeitos positivos, além de outros como a diminuição da dor muscular pós-treino de resistência. A partir disso, o presente trabalho objetiva explicar qual a atuação do nutriente com a formação da hipertrofia muscular, por meio de uma revisão narrativa da literatura. Os dados foram coletados mediante levantamentos de artigos científicos originais nas bases de dados PubMed, SciElo e LILACS, gerando um panorama de várias abordagens e assim, ampliar o entendimento a respeito do tema. Conclui-se que a suplementação de ômega 3, concomitante ao fornecimento de proteínas e aumento da insulínia, maximizam o anabolismo muscular e, portanto, a hipertrofia; todavia, houve ambiguidade em alguns estudos quanto à eficácia do ômega 3, na hipertrofia muscular. Por isso se fazem necessários mais estudos para que o efeito direto do ômega 3 sobre a hipertrofia muscular seja comprovado, ou pelo menos significativo.

Palavras-chave: ômega 3; hipertrofia muscular; suplementação; síntese proteica.

ABSTRACT

Omega 3 fatty acids are essential oils that have important functions in the formation and development of the individual. The intake of this nutrient has been associated as a relevant component for increasing muscle mass and improving performance in strength exercises, as dietary intake appears to sensitize the muscle to an effective anabolic response, acting on strength and aerobic performance, so that rates of protein synthesis, cell size and anabolic signaling increase. Therefore, practitioners of physical activity have resorted to the use of omega 3 due to these positive effects, in addition to others such as the reduction of muscle pain after resistance training. Based on this, the present work aims to explain the role of the nutrient in the formation of muscular hypertrophy, through a narrative review of the literature. The data were collected through surveys of original scientific articles in the PubMed, SciELO and LILACS databases, generating an overview of various approaches and thus expanding understanding of the topic. It is concluded that omega 3 supplementation, concomitantly with the supply of proteins and increased insulinemia, maximize muscle anabolism and, therefore, hypertrophy; however, there was ambiguity in some studies regarding the effectiveness of omega 3 in muscle hypertrophy. Therefore, more studies are needed so that the direct effect of omega 3 on muscle hypertrophy is proven, or at least significant.

Keywords: omega 3; Muscular hypertrophy; supplementation; protein synthesis.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

DHA	Ácido docosa-hexaenoico
AMPK	Activated protein kinase
DCNT	Doenças crônicas não transmissíveis
n-3 PUFA	Ácidos Graxos Poli-insaturados Ômega-3
IL	Interleucina
EPA	ácido eicosapentaenóico
PCR	Proteína C Reativa
MURF1	Muscle Ring Finger-1
EUA	Estados Unidos da América
MAFbx	Muscle atrophy F-box
Myod	Myoblast determination protein
HMBG-1	High-mobility group protein 1
IGF-1	Insulin-like growth factor 1
TNF- alfa	Tumor necrosis factor alfa
mRNA	Messenger RNA

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	11
2.2 PROCESSO DE HIPERTROFIA MUSCULAR	11
2.3 IMPORTÂNCIA DO ÔMEGA 3 NO EFEITO DE FATORES QUE LEVAM À HIPERTROFIA MUSCULAR	11
3. PERGUNTA CONDUTORA	12
4. JUSTIFICATIVA	12
5. OBJETIVOS	13
5.1. GERAL	13
4.2. ESPECÍFICOS	13
5. METODOLOGIA	13
6. DISCUSSÃO	14
7. RESULTADOS	20
8. CONCLUSÃO	37
9. REFERÊNCIAS	38

1. INTRODUÇÃO

Os ácidos graxos ômega 3 são óleos essenciais que possuem importantes funções na formação e desenvolvimento do indivíduo, com diversas propriedades antiarrítmicas, anti-inflamatórias e antitrombóticas, podendo ser denominado como um alimento funcional, ou seja é benéfico à saúde e prevenção de doenças crônicas (Pacheco, Sgarbieri, 1999) . Presente principalmente em peixes como sardinha, salmão, atum, etc (Stefanello *et al*, 2019) e óleos de origem vegetal (canola , linhaça ,etc) esse óleo não é sintetizado pelo organismo, ou seja, é necessário obter seus componentes por meio da dieta ou suplementação (Covington, 2004).

O ácido linolênico, pertencente à família do ômega 3 é formado pelo ácido alfa-linolênico (ALA) que por ter uma cadeia grande, é convertido posteriormente no organismo em ácido eicosapentaenoico (EPA) e ácido docosa-hexaenoico (DHA), os quais são incorporados aos fosfolipídios das membranas celulares, maximizando suas funções biológicas (Stefanello; Pasqualotti; Pichler, 2019). Ademais, as substâncias que exercem as funções mais conhecidas e estudadas do ômega 3, até o momento, são o EPA e o DHA (Covington, 2004).

Além disso, a ingestão desse nutriente na forma de suplemento, tem sido associada como um componente relevante para o aumento da massa muscular e na melhoria do rendimento em exercícios de força, de modo que, ao ser incluída nas membranas celulares, parece permitir uma maior captação de aminoácidos (Rossato, 2022). Vale ressaltar que estudos demonstram que a suplementação de ômega 3 pode elevar a síntese proteica, ou seja, pode ocorrer aumento na resposta anabólica muscular, desde que sejam administrados com nutrientes associados para ter seu mecanismo de ação mais eficiente (Paim et al., 2014). Essa suplementação é uma das mais recorrentes ao redor do mundo, sendo altamente administrada e comercializada, vendida na forma de cápsulas compostas por 500mg a 2g de extrato do óleo de peixe (Miller, 2015).

A hipertrofia muscular se apresenta como o desenvolvimento dos elementos contráteis e associada a um crescimento da matriz extracelular que pode ser induzida por estímulos físicos de alta força e/ou resistência, associados à ingestão

proteica, gerando aumento do tamanho do músculo, sendo um processo considerado lento. Além disso, vale salientar que o ômega 3 possui propriedades anabolizantes e capacidades ligadas à modificação do perfil lipídico dos fosfolípídeos de membranas celulares, podendo ativar proteínas de sinalização anabólicas associadas. Afora essas funções, a suplementação parece sensibilizar o músculo para uma resposta anabólica efetiva, atuando na força e no desempenho aeróbio (Rodrigues, 2017), de modo que as taxas de síntese proteica, tamanho celular e sinalização anabólica aumentam. Outrossim, pode haver um impacto direto nos efeitos negativos do pós-treino, como a diminuição da dor muscular pós-treino de resistência (Pessoa et al., 2018).

Diante disso, praticantes de atividade física têm recorrido ao uso do ômega 3 por conta desses efeitos positivos, além da redução da melhora do perfil lipídico, através da diminuição dos triglicérides sanguíneos e aumento da beta-oxidação, gerando efeito hipolipemiante; além do tratamento de inflamações a longo prazo (Delpino; Figueiredo, 2020). No entanto, os estudos envolvidos no papel do nutriente no metabolismo muscular são imprecisos, apontando que a ingestão de suplemento de ômega 3 associada ao exercício, pode elevar a resposta anabólica do músculo (Coqueiro; Bueno; Simões, 2011).

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 PROCESSO DE HIPERTROFIA MUSCULAR

Após a lesão no músculo esquelético através de um treinamento de resistência de força , (sendo esse um estímulo necessária para a hipertrofia muscular) onde a resposta adaptativa está relacionado ao tipo, volume e frequência dos estímulos do grupamento muscular treinados, provoca-se a ativação de vias de sinalização distintas, bem como a transcrição de genes específicos e finalmente a síntese proteica, necessária para a construção do anabolismo muscular (Lazarin, et al, 2011)

Após o treinamento resistido , vias como a mTOR-p70s6k (2 proteínas chaves para a hipertrofia muscular) são ativadas, através do aumento do hormônio anabólico IGF-1 e da insulina, além destas vias de sinalização aumentarem a síntese de proteínas no músculo esquelético, também possuem a propriedade de inibir genes relacionados à atrofia (Lazarin, et al, 2011). Esse processo provocará estímulo da síntese proteica na musculatura esquelética, e conseqüentemente hipertrofia muscular (Lazarin, et al, 2011).

2.2 IMPORTÂNCIA DO ÔMEGA 3 NO EFEITO DE FATORES QUE LEVAM À HIPERTROFIA MUSCULAR

Fatores comuns no dia a dia como envelhecimento e DCNTS (como obesidade, artrite reumatoide e diabetes tipo 2) estão intimamente relacionados à perda de massa, função e força muscular, ou seja, sarcopenia (Oliveira, 2022). Bem como num maior prejuízo geral na recuperação e regeneração muscular, esses processos negativos são resultantes de processos fisiopatológicos como mudança da sinalização molecular da síntese e degradação proteica, alteração da sensibilidade insulínica, inflamação (Silva; Ferrari, 2011), além de alterações das células satélites do músculo esquelético como diminuição da proliferação dessas células (Yamada; Júnior, 2009).os sintomas supracitados prejudicam a regeneração muscular e a síntese proteica necessários à hipertrofia muscular.

Porém, segundo os estudos de Taheri; Chilibeck; Cornish, (2023) as principais modificações causadas pelo ômega 3 na musculatura esquelética são justamente a diminuição da inflamação, aumento na síntese de proteínas musculares, modificação na sensibilidade da insulina e aumento na atividade das células satélites do músculo, mostrando uma ligação entre o consumo de ômega 3 e melhora da performance da musculatura esquelética, e possivelmente hipertrofia muscular.

2. PERGUNTA CONDUTORA

O mecanismo da hipertrofia muscular pode ser induzido pelo uso da suplementação de ômega 3 e seus derivados (EPA/DHA)?

3. JUSTIFICATIVA

O ômega 3 constitui-se como um dos alimentos funcionais mais conhecidos pela população devido às suas propriedades e conseqüentes atuações nos sistemas nervoso, cardiovascular e metabólico. A partir disso, o presente trabalho busca explicar qual a atuação do nutriente (e os derivados EPA e DHA) com a formação da hipertrofia muscular.

4. OBJETIVOS

4.1. GERAL

- Descrever através de revisão da literatura, como ocorre os efeitos do ômega 3 no processo de formação da hipertrofia muscular, tanto em humanos (atletas ou não) quanto animais (vivo/ in vitro)

4.2. ESPECÍFICOS

- Explicar o mecanismo de ação do ômega 3 nas células musculares;
- Relacionar o consumo do ômega 3 com a hipertrofia muscular (Com ou sem a ocorrência de treinamentos de resistência de força) ;
- Associar o consumo de ômega 3 com rendimento de força e massa muscular.

5. METODOLOGIA

A pesquisa será realizada por meio de uma revisão narrativa da literatura abrangendo várias abordagens e dessa forma, gerar um vasto entendimento do tema. Serão utilizadas bases de dados como PubMed, SciElo e LILACS com os descritores ômega 3/ omega 3, hipertrofia muscular/muscular hypertrophy e também os Operadores Booleanos AND e OR para os 4 descritores citados anteriormente .

Os critérios de inclusão serão artigos, teses, monografias e/ou capítulos de livros completos e gratuitos em língua portuguesa, espanhola ou inglesa, publicados nos últimos 20 anos. A seleção de cada artigo se iniciará a partir do título, depois pelo resumo e em seguida, a leitura completa será realizada. Posteriormente, será feita uma avaliação crítica dos estudos, integração das informações e por fim, a elaboração do trabalho. Os estudos incluem humanos fisicamente ativos ou não , assim como animais in vivo ou in vitro.

8. DISCUSSÃO

Segundo Waitzberg (2014) o ômega 3 possui propriedade anti-inflamatória, inibindo a produção de eicosanoides e de citocinas pró-inflamatórias, e justamente por tal propriedade, Bueno; Coqueiro; Simões (2011) conclui que o ômega 3 é capaz de reduzir os efeitos do processo inflamatório nas lesões no músculo esquelético, ajudando na recuperação muscular e provavelmente hipertrofia muscular. Isso ocorre pois , um ambiente inflamatório crônico leva a uma degradação proteica induzida pelo próprio músculo esquelético, pois citocinas pró inflamatórias como o fator de necrose levam à apoptose dos miócitos (células musculares) e inibição da miogênese (processo responsável para a formação do tecido muscular), gerando catabolismo muscular (Patiag *et al.*, 2008) . É possível inferir que uma desordem inflamatória irá impedir a correta cicatrização da fibra muscular lesionada e logo prejudicará a hipertrofia muscular, o que está de acordo com os estudos de Kochlik *et al.*, (2022), onde é afirmado que a inflamação em demasia causa perda da função muscular.

Silva e Macedo, (2011), afirmam que um equilíbrio entre as ações pró e anti-inflamatórias das diferentes citocinas contribuem para a regeneração completa do tecido muscular danificado. Por isso, embora a presença de citocinas pró-inflamatórias e células imune propiciem um ambiente inflamatória necessário para a regeneração muscular, faz-se necessária, posteriormente, a entrada de citocinas anti-inflamatórias como IL-6, propiciando um ambiente adequado para a hipertrofia muscular.

Segundo os estudos de Martinez-Micaelo *et al.*, (2012), O DHA (derivado do ômega 3) foi capaz de diminuir a degradação proteica, pois inibiu o fator de transcrição NF- κ B, responsável por induzir uma forte resposta pró-inflamatória. Essa inibição foi possível, pois, para o NF- κ B atuar, é necessário a fosforilação da proteína I κ B α , que segundo Martinez-micaelo *et al*, é responsável por inibir a atuação desse fator de transcrição , ao ser fosforilada a proteína é degradada, e sem o I κ B α , o fator de transcrição é ativado, promovendo inflamação e levando à

morte de células musculares e inibindo a miogênese. O papel do DHA foi diminuir a fosforilação da proteína I κ B α , e, por consequência, a degradação proteica.

Castillero *et al.*, 2009, constataram que a incubação de EPA (derivado do ômega 3) *in vitro* foi capaz de reduzir as enzimas MURF1 (chamado de regulador mestre da massa muscular) diminuindo a expressão dos genes relacionados à ativação dessa enzima que está associada à atrofia muscular e degradação da miosina. Além disso, nos estudos de Wang *et al.*, 2023 com 42 ratos e utilizando PCR para análise do gene do mRNA das enzimas MURF1 e MAFbx a ativação do NF- κ B aumentou a possibilidade da expressão de genes de ativação da enzima supracitado e da MAFbx, outra enzima que, assim como a MURF1, induz à proteólise e atrofia do músculo. Ao que parece, o EPA e o DHA foram capazes de atuar na via envolvida na NF- κ B, inclusive, segundo eles, a adição de 600 μ M (micras) de EPA e DHA levou à diminuição da fosforilação da I κ B α e causou um aumento de 86% do nível total da proteína I κ B α , sugerindo que, ao diminuir a proteólise, a atrofia e a inflamação possam aumentar a massa muscular (hipertrofia).

No estudo experimental envolvendo Johnson *et al.*, (2015), a suplementação de 0,3g de EPA/dia num período de 10 semanas, em camundongos idosos, observou-se melhora parcial da capacidade oxidativa do músculo esquelético, por maior eficiência da função mitocondrial, com capacidade para frear a disfunção mitocondrial encontrada nas células musculares esqueléticas, que tem como consequência a diminuição da capacidade funcional do músculo, bem como a atrofia. Tal capacidade, provavelmente, é decorrente das propriedades anti-inflamatórias por diminuir a carbamilação da proteína mitocondrial, impulsionada pela inflamação (+ carbamilação = + inflamação). Segundo os autores a melhora da função mitocondrial leva a uma maior função muscular, que por consequência possível aumento na hipertrofia muscular.

O estudo de Yoshino *et al.*, (2016) corrobora o que foi observado no estudo experimental de Johnson *et al.*, (2015), envolvendo 20 idosos de ambos os sexos, observou aumento na expressão de vias ligadas à regulação da função mitocondrial após o consumo de 1g/dia de EPA e DHA, embora a expressão de genes

individuais ligados à regulação da função mitocondrial e no crescimento muscular na PCR foram muito pequenos.

Embora, nos estudos de Yoshino *et al.*, (2016) a expressão de genes individuais envolvidos no crescimento muscular (avaliado RT-PCR) tenha sido pequena, os mesmos relatam que a terapia com ômega 3 resultou em mudanças ínfimas, porém coordenadas no transcriptoma muscular o suficiente para que sejam notadas benefícios na musculatura esquelética como aumento da massa, função e hipertrofia.

2g/dia de ômega 3 na dieta por 20 semanas aumentou a síntese de proteínas do músculo esquelético em adultos jovens, de meia idade e adultos velhos (Smith *et al*, 2011). Sugerindo dessa forma uma provável hipertrofia do músculo esquelético.

Nos estudos de Bhullar; Putman; Mazurak (2016), foi constatado que, ao se incorporar DHA em mioblasto de ratos (in vitro), promoveu-se a hipertrofia dos miotubos, que são fibras musculares formadas pela fusão dos mioblastos, miotubos importantes no processo de hipertrofia muscular, pois se fundem às fibras musculares lesadas para conseguir reparar ou criar novos miofilamentos. Além disso, o DHA promoveu uma maior resistência da membrana do mioblasto ao estresse mecânico, ou seja preservando a sua conformação, porém cabe destacar que os efeitos in vivo podem não ser tão expressivos, devido ao meio fisiológico encontrado em organismos vivos. E como o DHA foi capaz de promover a hipertrofia dos miotubos? segundo os autores, possivelmente a hipertrofia do mioblasto está ligado à interferência do ômega 3 nos fatores reguladores miogênicos como Myod (que significa proteína de determinação de mioblastos), reguladores miogênicos essenciais para a hipertrofia, pois promovem a expressão dos genes relacionados com o crescimento muscular (Silva; Carvalho, 2007), uma vez que é capaz de ativar proteínas quinases (que atuam catalisando a fosforilação de proteínas). Após isso, ocorre a inibição do fator de transcrição FoxO3, um fator ativo no organismo quando não há estímulo da síntese proteica, como por exemplo em

pacientes sarcopênicos, e devido á esse fator de transcrição, acaba desencadeando autofagia e atrofia muscular (Teixeira; Filippin; Xavier, 2012).

Hawley *et al.*, (2020), relatam que a aplicação de EPA (50µM/micras) em mioblastos de camundongos (in vitro) inibiu genes associados às vias de contração muscular miogênica, bem como a diferenciação de mioblastos diminuiu a expressão dos fatores reguladores miogênicos como o Myod e expressão de genes associados à função muscular. Dessa forma, o estudo de Hawley *et al.* vai de encontro a outros estudos como de Silva; Carvalho, (2007), onde o ômega 3 e seus derivados aumentaram a expressão de genes de fatores reguladores miogênicos.

Nos estudos de Kaneko *et al.*, (2024), células musculares de carpa capim tratadas com 50 µM EPA, in vitro, levaram à expressão de genes relacionados à via de sinalização do alvo da rapamicina em mamíferos (mTOR). Segundo o estudo, o EPA promoveu o desenvolvimento muscular através da ativação da via de sinalização mTOR .

Nos estudos de Smith *et al.*, (2011), nos quais 16 idosos saudáveis ingeriam 4g/dia de ômega 3 por 8 semanas, culminando numa maior concentração da proteína mTOR, corroborando os dados apresentados por Yoshino *et al.*, (2016), segundo os quais o ômega 3 preservou as vias metabólicas da mTOR, diminuindo as vias inibitórias de expressão da proteína mTOR.

A suplementação de 3g/dia por 6 semanas de EPA e DHA também aumentou a concentração de p70S6K1 (Calder; Deutz, 2022) , uma proteína de sinalização intramuscular anabólica que, em conjunto com a mTOR, são duas proteínas- chave na síntese de proteínas musculares esqueléticas. Onde uma maior quantidade dessas proteínas significa aumento da síntese proteica; além disso, segundo o estudo , realizado em humanos, o aumento da via mTOR-p70S6K1 é maximizado com estímulos anabólicos adicionais como ingestão de proteína.

Nos experimentos de Bostock *et al.*, (2017), envolvendo 24 adultos jovens nos quais foi ingerido 1770 mg de EPA e 390 mg de DHA, diariamente , foi usado uma tipia por no mínimo 9 h/dia por 2 semanas no braço não dominante, imobilizando,

assim o membro superior e o ombro. O consumo do ômega 3 demonstrou uma atenuação não significativa da diminuição da massa magra, servindo apenas para causar uma leve atenuação da diminuição da circunferência do braço.

Nos estudos de McGlory *et al.*, (2019), também envolvendo imobilização, mulheres jovens foram submetidas ao uso de suplementação mista de EPA/DHA (2g/dia) por 4 semanas, após isso, uma imobilização do membro inferior por 2 semanas, e depois disso, 2 semanas de uso do membro sem a mobilização (recuperação da mobilização) o uso da suplementação serviu para frear parcialmente a atrofia muscular por desuso. Segundo o estudo, a atenuação da atrofia está ligada ao aumento da MyoPS (síntese de proteína miofibrilar, sendo obtida por biópsia muscular), relacionando-se a mesma ao aumento da hipertrofia muscular (Damas *et al.*, 2016), ou seja, devido ao aumento da MyoPS, são incorporados aminoácidos nas proteínas dos tecidos musculares. Além disso, aumentou a ativação do fator de transcrição 4 (ligado ao aumento da síntese proteica).

No estudo apresentado por Kochlik *et al.*, (2022), envolvendo 61 idosos (metade masculino, metade feminino), num período de 8 semanas, sob exercícios de resistência, sendo divididos em 2 grupos: um consumia dieta rica em proteínas (1,2-1,5g/kg/dia) + exercícios de resistência, e o outro a mesma coisa com o acréscimo do consumo de ômega 3. A combinação da proteína com a suplementação de ômega 3 trabalhou sinergicamente na síntese de proteínas musculares, transporte de aminoácidos, melhora da função mitocondrial, bem como diminuição da IL-6 e do HMGB-1, um mediador liberado por células imune para ativar as citocinas inflamatórias. Além de aumento na força nas pernas, diminuição da inflamação e aumento da massa muscular, porém apenas naquele grupo onde havia consumo do ômega 3, houve aumento do IGF-1, um hormônio anabólico relacionado ao aumento da síntese proteica. Importante ressaltar diferenças dos resultados entre os gêneros, segundo as quais os homens apresentaram melhores efeitos da diminuição da inflamação e aumento da massa muscular com suplementação de ômega 3; tal diferença provavelmente é devida às diferenças genéticas de cada sexo já que, segundo o estudo, pelo fato do homem ter maiores quantidades de fibras musculares e unidades motoras do tipo 2 leva a um maior aumento da potência muscular. Em relação à inflamação, pelo fato da gordura

visceral estar ligada a maiores níveis de citocinas pró-inflamatórias (inclusive no estudo os homens tinham uma maior relação cintura/altura), a melhoria do quadro inflamatório foi mais pronunciada.

Segundo Kyriakidou *et al.*, (2022), a suplementação de 3g/dia de ômega-3 por 4 semanas em 23 homens jovens saudáveis e fisicamente ativos diminuiu o dano muscular induzido por exercício(DMIE) e a citocina inflamatória IL-6 em testes que induzem dano muscular. Sugerindo uma possível melhora na hipertrofia muscular, já que segundo os autores, um menor dano muscular permite maiores frequências de exercícios e conseqüentemente possível hipertrofia muscular.

Idosos sob exercícios de resistência de força, fazendo uso conjunto de 2g de EPA/DHA por 24 semanas, levou a uma atenuação da inibição da via mTOR (necessária à síntese proteica) ao conseguir impedir o processo de proteólise mediado pela ubiquitina (uma molécula que tem a função de marcar a proteína indesejada, fazendo com que seja posteriormente degradada), (Alves, 2022).

Foi apresentado por Yamada *et al*, (2016) que durante 4 semanas de suplementação de 4g de EPA/DHA em homens jovens saudáveis e fisicamente ativos resultou no aumento da FAK, uma proteína necessária para o aumento da síntese proteica mediada por IGF-1(que é um hormônio do crescimento , levando ao anabolismo), e possivelmente necessária para ativação da mTOR bem como aumento da sinalização da mTOR. Corroborando dessa forma, com vários estudos citados anteriormente como o de Alves, (2022) e Smith *et al* (2011), sobre a relação do ômega 3 e o aumento da mTOR.

Acidos graxos ômega-3 estimulam a síntese de proteínas musculares durante a hiperinsulinemia-hiperaminoacidemia (Smith G, 2011), após exercícios de resistência. Corroborando o estudo de Smith G, um estudo clínico randomizado sob um período de 8 semanas, 9 adultos saudáveis (ambos os sexos) foram fornecidos por insulina e infusão de aminoácidos (por uma cânula, além do consumo de 4g de ômega 3, levando ao aumento na taxa de síntese de proteína muscular + fosforilação (ativação) de elementos envolvidos na mTOR + fosforilação (ativação) de elementos envolvidos da P70S6K (Smith *et al.* 2010) , através de exercícios de

resistência. Embora, segundo Mcglory *et al.*, (2014), ainda é incerto a efetividade do ômega 3 em alterar a expressão dessas proteínas musculares.

Nos estudos de Smith G., (2011), a concentração de proteína muscular e a proporção proteína-DNA (ou seja, o tamanho das células musculares) foram maiores (P <0,05) após a suplementação de 2g/dia de ômega 3 por 5 semanas. Além disso, o estudo conclue que o ômega 3 possui propriedades anabólicas em adultos jovens e de meia idade saudáveis.

Smith *et al.* (2015) concluíram que o fornecimento de 1g/dia de suplementação de ômega 3 a longo prazo, a 60 homens e mulheres com idade entre 60 e 85 anos, durante 6 meses, comprovou que houve um aumento na força muscular devido ao aumento da qualidade muscular e hipertrofia muscular, no grupo de tratamento com suplementação de ômega 3 sob exercícios de resistência.

Esteves *et al.*, (2023), numa metanálise com alguns estudos concluíram que o ômega 3 não interferiu na hipertrofia nem função muscular, apenas um efeito pequeno na força muscular quando comparado ao grupo placebo.

9. RESULTADOS

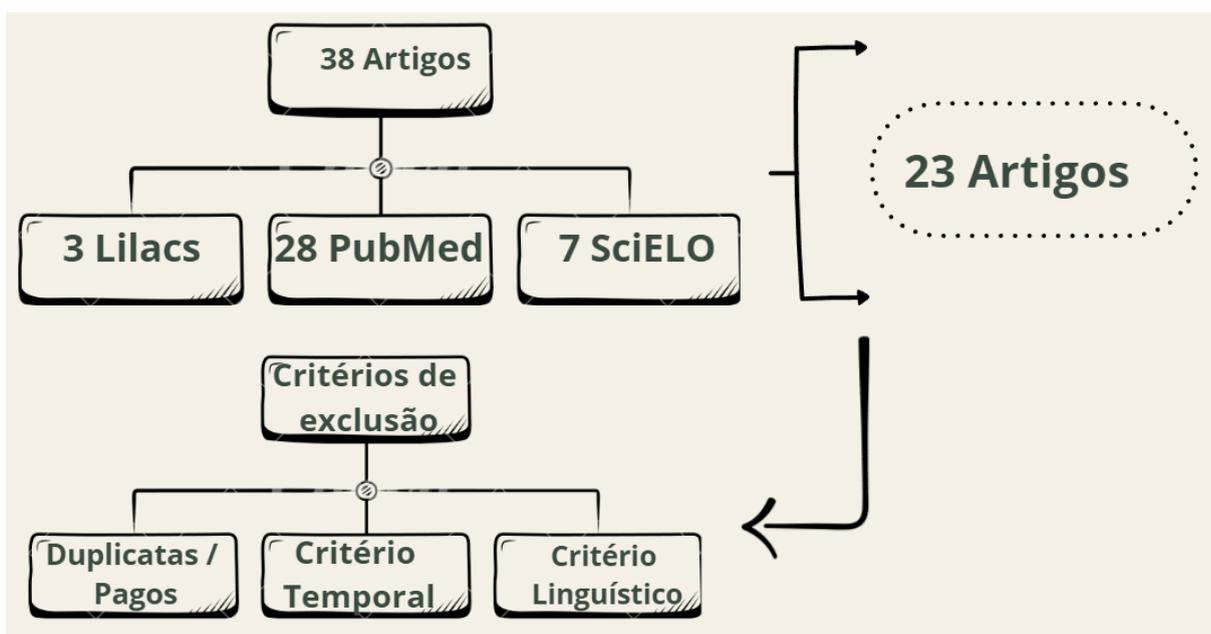
Para a procura dos artigos acadêmicos, foram encontrados um total de 38 artigos relacionados ao tema requisitado, 3 no Lilacs, 28 no PubMed e 7 no SciELO (Quadro 1) , após a filtração, restaram 23 artigos.

O quadro 2, esquematiza a quantidade de artigos filtrados para o presente trabalho, restando 23 dos 38 artigos originais encontrados, assim como os autores, ano de publicação, do país , amostra/ tipo de estudo, objetivos, resultados e conclusão.

O critério para a exclusão dos 15 artigos foi por serem duplicatas, pagos, critério temporal (artigos com mais de 20 anos eram descartados) , e por não

atenderem ao critério de estar entre as 3 línguas propostas (português, inglês e espanhol) .

Quadro 1. Artigos encontrados



Quadro 2. Artigos filtrados

Autor, ano, local	Amostra / Tipo de estudo	Objetivos	Resultados	Conclusão
Munhoz; Ouriques 2020 Brasil	Revisão integrativa da literatura	identificar a influência da frequência de treinamento sobre hipertrofia muscular	Maior frequência de treinamento é benéfica para hipertrofia em atletas treinados,	A frequência de treinamento por grupo muscular necessita de esclarecimento

			<p>mantendo as taxas de síntese proteica elevadas otimizando a hipertrofia muscular.</p>	<p>o de mais estudos</p>
<p>Taheril; Chilibeck; Cornish, 2023 Canadá</p>	<p>Revisão narrativa</p>	<p>Listar mecanismos subjacentes que podem ser atribuídos aos efeitos da suplementação de ácidos graxos ômega-3 no músculo esquelético</p>	<p>a suplementação com ácidos graxos ω-3 em humanos mais velhos pode ter um efeito pequeno, mas perceptível, na via de sinalização mTOR da síntese de proteínas do músculo esquelético</p>	<p>os principais mecanismos que os ω-3 estão envolvidos no auxílio ao músculo esquelético incluem (1) uma diminuição da inflamação, (2) aumento da síntese de proteínas musculares, (3) alteração na sensibilidade da insulina, e (4) melhorias na atividade das células musculares</p>

				satélites
MCGLORY, C <i>et al 2014</i> Reino unido	10 participantes adultos masculinos saudáveis consumiram 5g de óleo de peixe (ômega 3) por 4 semanas	examinar as mudanças no do tecido muscular, juntamente com a expressão de proteínas sinalizadoras anabólicas no músculo esquelético humano com uso do ômega 3	O ômega 3 foi capaz de aumentar os níveis de proteína quinase de adesão focal (FAK) e da proteína mTOR, 2 elementos relacionados ao aumento da hipertrofia muscular	O aumento no conteúdo proteico total (pelo estímulo da FAK e mTOR) podem proporcionar uma maior capacidade do músculo esquelético para responder aos anabolismo muscular
Bueno; Coqueiro; Simões, 2011 Brasil	revisão literária	Reunir e abordar evidências acerca do uso da suplementação com AGPI-n3 no exercício físico e os efeitos dessa suplementação	há uma escassez de evidências que associou o exercício físico à suplementação de ácidos graxos poli-insaturados, porém algumas pesquisas sustentam a	Os efeitos ergogênicos do ômega 3 ainda são inconclusivos e carecem de mais estudos

			hipótese que a modulação do processo inflamatório é atenuado com o uso do ômega 3	
Miller, T, 2015 Brasil	estudo primário e intervencional, com 60 ratos in vivo sendo divididos em grupos suplementado e controle	Analisar os efeitos da suplementação de AG ω -3 (ácidos graxos ômega-3) no músculo esquelético em ratos submetidos ao exercício físico.	o grupo exercício com suplementação de ômega 3 apresentou a média da área seccional do gastrocnêmio 8,8% menor que o grupo exercício placebo	A suplementação com ácidos graxos ômega-3 em ratos diminuiu a área seccional do músculo esquelético, indicando uma atrofia muscular
Pain <i>et al.</i> 2014 Brasil	Revisão de literatura, sendo utilizados 69 artigos	Relatar a influência da suplementação do ômega 3 na síntese proteica muscular	o ômega 3 aumentou a ativação da proteína mTOR e indiretamente da p70S6k	a suplementação na dieta aumenta a sinalização anabólica muscular mediada por aminoácidos e insulina em adultos e idosos e

				estimulam a síntese proteica , provavelmente e pela fosforilação da proteína mTOR
Pessoa, D. P. 2018 Portugal	estudo transversal, descritivo e analítico, 100 adultos de ambos os sexos divididos no grupo suplementado e controle	avaliar a influência da suplementação de ômega 3 no rendimento em praticantes exercício físico	o consumo de Ômega 3 está diretamente relacionado com a diminuição dos efeitos pós-treino	A suplementação de ômega 3 pode ter impacto direto sobre a diminuição dos efeitos negativos do pós-treino. Além de contribuir para o estado de saúde geral dos participantes do grupo suplementado , porém são necessários mais estudos
Rossato, L. T 2020.	Divididos em 2 artigos	avaliar a associação entre o ω -3 e a	A ingestão de ômega 3 aumentou a	O uso da suplementação de ômega 3

Brasil	1- Revisão narrativa 2 - Estudo transversal com 2141 indivíduos (1.119 homens e 1.022 mulheres)	força e hipertrofia muscular	força e massa muscular nos homens, mas não nas mulheres	melhorou a atividade muscular em homens acima de 50 anos
Esteves, gabriel <i>et al</i> , 2015 Brasil	Revisão sistemática e meta-análise incluindo 14 estudos , num total de 1433 participantes (913 mulheres e 520 homens), sendo 3 estudos com adultos (média de idade de 26,4 anos) e 11 com idosos (idade média 70,6 anos)	sintetizar todas as evidências disponíveis sobre a influência da suplementação de n-3 PUFA na massa muscular, força e função em adultos jovens e idosos saudáveis	A suplementação de ômega 3 não surtiu efeito na massa muscular, porém influenciou positivamente, embora de maneira discreta, a força muscular de indivíduos suplementados quando comparados ao grupo placebo	Adultos e idosos saudáveis suplementados com ômega 3 não apresentaram efeitos significativos na função e massa muscular, mas sim na força muscular quando comparado ao grupo placebo (embora um efeito pouco significativo), porém ainda

				<p>são necessários mais estudos com metodologias rigorosas para análise dos efeitos do ômega 3 na musculatura esquelética</p>
<p>Yamada, A; Júnior, C 2009 Brasil</p>	<p>revisão sistemática da literatura</p>	<p>revisar as funções das células satélites em relação à atividade física e fazer uma ponte com o uso de ômega 3 e sua influência na performance física</p>	<p>A suplementação com ômega 3, proteínas e creatina promove efeitos positivos nas células satélites</p>	<p>O estímulo das células satélites concomitante ao uso de ômega 3, proteína e creatina estimula a ativação das células satélites, porém mais estudos rigorosos são necessários para analisar com precisão seus efeitos na hipertrofia muscular</p>

<p>Smith, I <i>et al.</i> 2011 Reino unido</p>	<p>9 indivíduos (5 horas/ 4 mulheres) com idade média de 39,7 anos , não praticantes de exercícios físicos, fizeram uso de ômega 3 por 8 semanas</p>	<p>Saber se o ômega 3 provoca efeitos anabólicos em indivíduos adultos jovens saudáveis</p>	<p>O uso do ômega 3 não foi capaz de aumentar algumas vias anabólicas como a via mTOR-p70s6k , porém o uso concomitante de ômega 3 , aminoácidos e liberação de insulina estimulam a via mTOR-p70s6k , gerando hipertrofia muscular</p>	<p>O ômega 3 possui propriedades anabólicas em adultos jovens e de meia idade saudáveis.</p>
<p>Oliveira, Jr, <i>et al</i> 2012 Brasil</p>	<p>Revisão narrativa</p>	<p>apresentar aspectos relacionados aos fatores de regulação das células satélites durante o processo de regeneração do músculo esquelético</p>	<p>A proliferação das células satélites é influenciada positivamente por IGF, androgênios, IL-6 e insulina, e negativamente por anti-nflamatóri</p>	<p>as células satélites no estado quiescente são ativadas pelos diferentes fatores de crescimento e proliferam , gerando hipertrofia</p>

			os não esteroides e glicocorticoides e a miostatina	
Castillero, E, <i>et al.</i> 2009 Espanha	Estudo experimental com ratos Wistar machos (5 semanas de idade)	elucidar se a administração de EPA é capaz de prevenir a diminuição do peso corporal e perda muscular induzida em ratos	tratamento com EPA (ômega 3) atenua a perda muscular ao diminuir a expressão dos genes atrogina-1 e MuRF1 e aumentar os fatores de transcrição que regulam a miogênese	Possivelmente o tratamento com EPA pode ser usado terapêuticamente para preservar a massa muscular
Martinez-Micaelo <i>et al.</i> , 2012 EUA	Estudo com células de mioblasto de ratos (in vitro)	avaliar o mecanismo pelo qual o ômega 3 regula o inibidor da via κB (I κB) / NF- κB / MuRF1 em miotubos	o presente estudo fornece evidências de que o efeito do EPA na via I κB /NF- κB requer concentrações mais elevadas de ácidos graxos em condições	O ômega 3 sozinho não é capaz de alterar a via κB (I κB) / NF- κB / MuRF1, sendo necessário concentrações altas de ácidos graxos

			fisiológicas normais do que em condições fisiopatológica	
Cornish, S. <i>et al</i> , 2014 EUA	Revisão sistemática e meta-análise , envolvendo idosos (acima de 55 anos) , sem doenças graves, resultando em 14 artigos após os critérios de inclusão	Estudar o impacto da suplementação de ácidos graxos com ou sem treinamento de resistência nas medidas de massa e função muscular em idosos	a suplementação de ômega 3 durante programas de treinamento de resistência em idosos melhoraram a capacidade de recrutar unidades motoras e reduz o atraso eletromecânico, indicando maior ativação neural do músculo, levando ao aumento da força e função muscular	A suplementação com ácidos graxos ômega-3 pode melhorar a força e a função muscular no membro inferior do corpo em idosos
Bueno, P; Simões, M; Coqueiro, D 2011	Revisão bibliográfica	reunir e abordar evidências acerca do uso	Há fortes indícios que a atuação do ômega 3	Os efeitos ergogênicos do ômega 3 ainda são

Brasil		da suplementação com ômega 3 no exercício físico e os efeitos dessa suplementação	diminui os efeitos do processo inflamatório em lesões musculares	controversos e se faz necessário melhor investigação e desenvolvimento de estudos que verifiquem a ação desse suplemento nas diversas modalidades de exercícios físicos
Mcglory, C. <i>et al</i> 2018 EUA	20 mulheres adultas jovens (média de idade de 22 anos) foram submetidas á 2 semanas de imobilização unilateral de membro inferior , com o grupo suplementado consumindo 5g/ ômega 3/dia	Determinar a influência da suplementação de ácidos graxos ômega 3 no tamanho muscular, massa e taxas integradas de síntese de proteína miofibrilar (MyoPS) após 2 semanas de desuso muscular e	O declínio do volume muscular foi menos pronunciada no grupo suplementado, e a diminuição da massa muscular foi encontrado apenas no grupo controle, enquanto no grupo suplementado	A suplementação de ácidos graxos n-3 atenua a atrofia por desuso do músculo esquelético em mulheres jovens

		recuperação em mulheres	não houve diminuição da massa muscular, além de aumento da MyoPS	
Kyriakidou, Y. <i>et al</i> , 2015 EUA	Estudo experimental, envolvendo 23 homens adultos jovens saudáveis e fisicamente ativos , divididos em grupo suplementado (com ômega 3) e grupo controle	Constatar a atuação da suplementação de ômega-3 e sua capacidade de minimizar a DMIE (dor muscular induzida por exercícios)	A dor muscular induzida por exercícios no grupo suplementado foi significativamente menor em comparação ao grupo controle	A suplementação de ômega 3 durante 4 semanas pode atenuar com sucesso aspectos menores da DMIE. Embora não melhorem o desempenho, estes resultados podem ter relevância para evitar exercícios associados à dor.
Silva, F; Macedo, D , 2011 Brasil	Revisão narrativa	Entender a conexão entre Exercício físico, processo	Uma única sessão de exercício físico intenso induz um estado	sessões de exercícios físicos agudos levam a um

		inflamatório e adaptação muscular	pró-inflamatório, representado por leucocitose neutrofilia, monocitose e linfocitose, porém sessões crônicas de exercícios físicos leva a um estado anti-inflamatório local e sistêmico	inflamatório, e sessões de exercícios físicos crônicos a um estado anti-inflamatório necessário para a adaptação muscular e corporal como um todo
Yoshino <i>et al.</i> 2016 EUA	Ensaio clínico randomizado duplo-cego, onde 20 homens e mulheres idosos entre 60 e 85 anos eram divididos em grupo suplementado com ômega 3 e outro grupo controle	Conhecer o efeito da terapia de ômega 3 no transcriptoma muscular em pessoas idosas	vias relacionadas à proteólise mediada pela calpaína e pela ubiquitina e à inibição do principal regulador anabólico mTOR foram diminuídas pela terapia com n-3 PUFA,	A expressão de genes individuais envolvidos no crescimento muscular, avaliado por RT - PCR quantitativa , foi muito pequena. Estes dados sugerem que a terapia com ômega 3 resulta em

			favorecendo a hipertrofia	mudanças pequenas, mas coordenadas, no transcriptoma muscular que podem ajudar a explicar as melhorias induzidas pelos PUFA n-3 na massa e função muscular.
Kochlik <i>et al</i> , 2022 Alemanha	Estudo controlado randomizado, 61 participantes idosos (47% homens) com idade média de 70 anos utilizaram 2,2g ômega/ dia + 1,2-1,5 g/kg/ de proteína + exercícios de resistência 3x /semana	examinar os efeitos de oito semanas de exercícios de resistência combinados com a suplementação de ômega-3 + dieta hiperproteica, e qual seria sua influência sobre a força muscular, inflamação e biomarcadores	Principalmente nos homens houve uma diminuição dos biomarcadores inflamatórios e aumento na potência muscular	uma dieta rica em proteínas + uso de ômega 3 combinada com exercícios melhorou a força das pernas e diminui a inflamação principalment e em homens idosos

		musculares em idosos residentes na comunidade		
Putman T. <i>et al</i> 2015 Canada	Revisão narrativa da literatura	avaliar estudos que examinam o efeito dos ácidos graxos ômega-3, ácido γlinolênico, EPA e DHA na regulação da proliferação e diferenciação de células satélites, necessárias para a hipertrofia	Alguns estudos mostraram que o EPA e DHA podem aumentar a expressão de genes envolvidos no mecanismo de proliferação das células satélites	Os estudos apresentaram várias limitações, sendo necessárias no futuro mais estudos envolvendo o efeito do ômega 3 na proliferação das células satélites
Smith <i>et al.</i> 2010 Reino unido	Estudo clínico randomizado, onde 16 idosos saudáveis, metade ingeria ômega 3 e a outra metade óleo de milho (grupo	Avaliar o efeito da suplementação de ácidos graxos ômega-3 na taxa de síntese de proteína muscular em idosos,	A suplementação de ácidos graxos ômega-3 não teve efeito sobre a taxa basal de síntese de proteína muscular,	A combinação de ácidos graxos ômega-3 + hiperaminoacídemia-hiperinsulinemia. estimulam a síntese de proteínas musculares

	controle) por 8 semanas	incluindo durante um clamp hiperaminoacidemia-hiperinsulinemia.	porém, notou-se que durante um período de hiperaminoacidemia-hiperinsulinêmico houve aumento taxa de síntese de proteína muscular, incluindo aumento das proteína Mtor e ativação da pp70s6k (2 proteínas chaves para a hipertrofia muscular)	em idosos e podem ser úteis na prevenção e tratamento da sarcopenia
--	-------------------------	---	--	---

9. CONCLUSÃO

Com o uso do ômega 3, é possível aferir benefícios à saúde da musculatura esquelética como aumento da massa muscular , ou não foi possível observar melhorias (força, massa e/ou função muscular), mas o que foi praticamente consenso nos estudos, é que, ao ser administrada suplementação mista de EPA e DHA, houve aumento da massa (hipertrofia) , função e força muscular.

Em alguns estudos, o ômega 3 dá a impressão de ter um efeito pequeno sobre a expressão de genes ligados à função mitocondrial e crescimento muscular. Dando a entender , de modo isolado, que parece alterar pouco a capacidade oxidativa das células e de anabolismo muscular, porém o ômega 3 parece propiciar regulações coordenadas, ainda que sutis, nas vias do conjunto de genes ligados ao aumento de massa/ metabolismo oxidativo, que nos ajudam a explicar os efeitos anabólicos bem como a melhoria da função muscular, como um todo, por parte do ômega 3.

A terapia de ômega 3, concomitante ao fornecimento de proteínas e aumento da insulinemia, maximiza o anabolismo muscular, e portanto a hipertrofia.

Houve ambiguidade em alguns estudos quanto à eficácia do ômega 3 na hipertrofia muscular.

Fazem-se necessários mais estudos para que o efeito direto do ômega 3 sobre a hipertrofia muscular seja comprovado, ou pelo menos significativo .

9. REFERÊNCIAS

COQUEIRO, D. P. BUENO, P. C. S.; SIMÕES, M. J. Uso da suplementação com ácidos graxos poli-insaturados ômega-3 associado ao exercício físico: uma revisão. *Pensar a Prática*, Goiânia, v. 14, ed. 2, p. 1-15, 2011. Available from: <https://revistas.ufg.br/feff/article/view/12444/9562>

COVINGTON, M. B. Omega-3 Fatty Acids. *American Family Physician*, Baltimore, 1 jul. 2004. Available from: <https://www.aafp.org/pubs/afp/issues/2004/0701/p133.html>

DELPINO, F. M.; FIGUEIREDO, L. M. Avaliação do consumo do ácido graxo poliinsaturado ômega-3 por praticantes de exercício físico. *Revista Brasileira de Nutrição Esportiva*, v. 14, n. 84, p.103-107, 2021. Available from: <https://www.rbne.com.br/index.php/rbne/article/view/1604/1173>

MILLER, Tânia Corrêa. Efeito da suplementação de ácidos graxos ômega-3 no músculo esquelético e no perfil lipídico em ratos submetidos à natação. 2015. Dissertação de mestrado (Mestrado em Ciências) - Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, 2015. Available from: <https://repositorio.unifesp.br/handle/11600/39308>

PAIM, J. P. et al. Síntese proteica muscular e influência da suplementação de ômega 3: aspectos atuais. *Revista Destaques Acadêmicos*, Lajeado, v. 6, n. 3, p. 80-88, 2014. Available from: <https://www.univates.br/revistas/index.php/destaques/article/view/418/410>

PESSOA, D. P. et al. Influência da suplementação de ômega 3 no rendimento físico de praticantes de exercício físico. *Edições Desafio Singular*, Fortaleza, v. 14, ed. 1, p. 144-149, 2018. Available from: https://scielo.pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1646-107X2018000100019

RODRIGUES, J. F. E. Estratégias Nutricionais para Hipertrofia Muscular. 2017. Trabalho de conclusão de curso (Faculdade de Ciências da Nutrição e Alimentação) Universidade do Porto, Porto, 2017. Available from: https://sigarra.up.pt/fcnaup/pt/pub_geral.pub_view?pi_pub_base_id=208623

ROSSATO, L. T. Associação do ácido graxo poli-insaturado ômega-3 com a massa e a força muscular. 2022. Tese de doutorado (Pós-graduação em Ciências Da Saúde) Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2022. Available from: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/29008/3/Associa%c3%a7%c3%a3oAcidoGraxo.pdf>

ESTEVES, gabriel. The Influence of n-3PUFA Supplementation on Muscle Strength, Mass, and Function: A Systematic Review and Meta-Analysis. 2023. Review Journal, Advances in Nutrition, p. 115-127, 2023. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10103001/>

YAMADA, A; JÚNIOR, C. Células satélites e atividade física : relação dos conhecimentos básicos com a prática profissional. Artigo de revisão, São Paulo, 2009. Available from: [file:///C:/Users/saulo/Downloads/884-Texto%20do%20artigo-3844-1-10-20091023%20\(7\).pdf](file:///C:/Users/saulo/Downloads/884-Texto%20do%20artigo-3844-1-10-20091023%20(7).pdf)

TAHERI, M; CHILIBECK, P; CORNISH, S. Uma breve revisão narrativa dos mecanismos subjacentes pelos quais os ácidos graxos ômega-3 podem influenciar o músculo esquelético: da cultura celular às intervenções humanas. *Nutrients* 2023, 15, 2926. Available from: [file:///C:/Users/saulo/Downloads/nutrients-15-02926%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/saulo/Downloads/nutrients-15-02926%20(1).pdf)

SILVA, F; MARIA, R; E. H. Células satélites musculares. *Arq. Bras. Oftalmol.* 67 (4), 2004. Available from: <https://www.scielo.br/jj/abo/a/mFQR5QWZwGvzXQ4tcSnJwCh/>

MCGLORY, C *et al.* Temporal changes in human skeletal muscle and blood lipid composition with fish oil supplementation. *Periódico. Edição 6 , Volume 90,, P199-206, 2014.* Available from: [https://www.plefa.com/article/S0952-3278\(14\)00046-5/abstract](https://www.plefa.com/article/S0952-3278(14)00046-5/abstract)

SMITH, I *et al.* Os ácidos graxos poliinsaturados ômega-3 aumentam a resposta anabólica da proteína muscular à hiperaminoacidemia-hiperinsulinemia em homens e mulheres jovens e de meia idade saudáveis. *Clin Sci (Lond).* 121(6): 267–278. 2011. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3499967/>

OLIVEIRA, JR, *et al.* Regulação e ativação das células satélites durante a regeneração muscular. *Artigo de revisão. R. bras. Ci. e Mov* 2015 ;23(3):170-180. Available from: [file:///C:/Users/saulo/Downloads/5000-Texto%20do%20artigo-26743-1-10-20150929%20\(6\).pdf](file:///C:/Users/saulo/Downloads/5000-Texto%20do%20artigo-26743-1-10-20150929%20(6).pdf)

CASTILLERO, E, *et al.* Eicosapentaenoic acid attenuates arthritis-induced muscle wasting acting on atrogen-1 and on myogenic regulatory factors. **American Journal of Physiology**. ,Edição 5, Volume 291, P. 1322-1331, 2009. Available from:
https://journals.physiology.org/doi/full/10.1152/ajpregu.00388.2009?rfr_dat=cr_pub++0pubmed&url_ver=Z39.88-2003&rfr_id=ori%3Arid%3Aacrossref.org

HUANG, F. *et al.* EPA inibe o inibidor da via $\kappa\text{B}\alpha$ (I $\kappa\text{B}\alpha$) / NF- κB / dedo RING muscular 1 em miotubos C2C12 de maneira dependente de PPAR γ . *British Journal of Nutrition* (2011), 105, 348–356. Available from:
<https://www.cambridge.org/core/journals/british-journal-of-nutrition/article/epa-inhibits-the-inhibitor-of-b-ibnfbmuscle-ring-finger-1-pathway-in-c2c12-myotubes-in-a-ppardependent-manner/705C981E0609E1BBBC06E3EE491530BA>

MARTÍNEZ-MICHAEL, N. *et al.* O ácido docosahexaenóico ômega-3 e as procianidinas inibem a atividade da ciclo-oxigenase e atenuam a ativação do NF- κB através de um mecanismo regulador p105/p50 na inflamação de macrófagos. Artigo de pesquisa. *Biochem J* (2012) V 441 Edição 2: p .653–663. Available from:
[file:///C:/Users/saulo/Downloads/Martinez-Michael_et_al_2012_BJ%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/saulo/Downloads/Martinez-Michael_et_al_2012_BJ%20(2).pdf)

SILVA, W; FERRARI, C. Metabolismo mitocondrial, radicais livres e envelhecimento. Artigo de revisão. *Rev. bras. geriatr. gerontol.* V 14 (3), 2011. Available from:
<https://www.scielo.br/j/rbagg/a/WDTfDQWP8pKswVmLMFLwQQr/?format=pdf&lang=pt>

OURIQUES, E; MUNHOZ, C. Influência da frequência de treinamento sobre a hipertrofia muscular: uma revisão de literatura. Trabalho de conclusão de curso de graduação da Universidade do Sul de Santa Catarina, 2020. Available from:
[file:///C:/Users/saulo/Downloads/ARTIGO%20CELSO%2027.06.20-PDF%20\(4\).pdf](file:///C:/Users/saulo/Downloads/ARTIGO%20CELSO%2027.06.20-PDF%20(4).pdf)

CORNISH, S. *et al.* Efeitos da suplementação de ômega-3 isoladamente e combinada com exercícios resistidos no músculo esquelético em idosos: uma revisão sistemática e meta-análise. **Nutrients**, V 14(11), 2022. Available from:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9182791/>

BUENO, P; SIMÕES, M; COQUEIRO, D. Uso da suplementação com ácidos graxos poli-insaturados omega-3 associado ao exercício físico: uma revisão. Artigo em Pensar a

Prática, v. 14, n. 2, p. 1-15, 2011. Available from:
<https://revistas.ufg.br/feff/article/view/12444/9562>

MCGLORY, C. *et al.* A suplementação de ácidos graxos ômega-3 atenua a atrofia do desuso do músculo esquelético durante duas semanas de imobilização unilateral da perna em mulheres jovens saudáveis. **The FASEB Journal**, Edição 3, Volume 33, 2019. Available from:
<https://faseb.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1096/fj.201801857RRR>

KYRIAKIDOU, Y. *et al.* O efeito da suplementação de ácidos graxos poliinsaturados ômega-3 no dano muscular induzido pelo exercício. *Jornal da Sociedade Internacional de Nutrição Esportiva*, Edição 1, Volume 18, 2021. Available from:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7807509/>

GORDON, S. *et al.* A suplementação dietética de ácidos graxos ômega-3 aumenta a taxa de síntese de proteína muscular em adultos mais velhos: um ensaio clínico randomizado. *Jornal Americano de Nutrição Clínica*, Volume 93, Edição 2, 2011 , 402-412.

Available from:
https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/17/17138/tde-12072022-145247/publico/NATALIA_MAIRADACRUZALVESco.pdf

BHULLAR, A; PUTMAN, C; MAZURAK, V. Papel potencial dos ácidos graxos ômega-3 no programa miogênico de células satélites. *SAGE Journals, Nutrição e insights metabólicos*, 2016; 9: p. 1–10. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4747635/>

SILVA, F; MACEDO, D. Exercício físico, processo inflamatório e adaptação: uma visão geral. Artigo de Revisão. *Rev. bras. cineantropom. desempenho hum.* 13 (4), Ago 2011. Available from: <https://www.scielo.br/j/rbcdh/a/PnptM3Vy5svNcbxvSPWJbnN/abstract/?lang=pt>