



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO FÍSICA
CURSO DE BACHARELADO EM EDUCAÇÃO FÍSICA**

LUIZ GABRIEL SANTOS RODRIGUES MENELAU

**CONTRIBUIÇÕES DO EXERCÍCIO FÍSICO AERÓBICO DE MODERADA
INTENSIDADE E DE FORÇA RESISTENTE SOBRE OS FATORES
NEUOTRÓFICOS E ANGIOGÊNICOS E SEUS IMPACTOS NO SISTEMA
NERVOSO CENTRAL: UMA REVISÃO NARRATIVA**

**Recife
2022**

LUIZ GABRIEL SANTOS RODRIGUES MENELAU

**CONTRIBUIÇÕES DO EXERCÍCIO FÍSICO AERÓBICO DE MODERADA
INTENSIDADE E DE FORÇA RESISTENTE SOBRE OS FATORES
NEUROTRÓFICOS E ANGIOGÊNICOS E SEUS IMPACTOS NO SISTEMA
NERVOSO CENTRAL: UMA REVISÃO NARRATIVA**

Monografia apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II do Curso de Bacharelado em Educação Física do Departamento de Educação Física, da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Educação Física.

Orientador: André dos Santos Costa

Titulação: Doutor em Educação Física - USP

**Recife
2022**

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

Menelau, Luiz Gabriel Santos Rodrigues.

Contribuições do exercício físico aeróbico de moderada intensidade e de força resistente sobre os fatores neurotróficos e angiogênicos e seus impactos no sistema nervoso central: uma revisão narrativa / Luiz Gabriel Santos Rodrigues Menelau. - Recife, 2022.

26 : il., tab.

Orientador(a): André dos Santos Costa

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Ciências da Saúde, Educação Física - Bacharelado, 2022.

1. Neurociências. 2. Exercício físico. 3. Fator neurotrófico. 4. Angiogênese. 5. Educação física. I. Costa, André dos Santos. (Orientação). II. Título.

610 CDD (22.ed.)

FOLHA DE APROVAÇÃO

LUIZ GABRIEL SANTOS RODRIGUES MENELAU

CONTRIBUIÇÕES DO EXERCÍCIO FÍSICO AERÓBICO DE MODERADA INTENSIDADE E DE FORÇA RESISTENTE SOBRE OS FATORES NEUROTRÓFICOS E ANGIOGÊNICOS E SEUS IMPACTOS NO SISTEMA NERVOSO CENTRAL: UMA REVISÃO NARRATIVA

Monografia apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II do Curso de Bacharelado em Educação Física do Departamento de Educação Física, da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Educação Física.

Aprovada em: 19 DE OUTUBRO DE 2022.

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 ANDRÉ DOS SANTOS COSTA
Data: 03/11/2022 22:22:46-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

ANDRÉ DOS SANTOS COSTA
UFPE

Documento assinado digitalmente
 PAULO DAYWSON LOPES DA SILVA
Data: 01/11/2022 11:52:26-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

PAULO DAYWSON LOPES DA SILVA
UFPE

Documento assinado digitalmente
 JHONNATAN VASCONCELOS PEREIRA SANTOS
Data: 03/11/2022 23:09:01-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

JHONNATAN VASCONCELOS PEREIRA SANTOS
USP

AGRADECIMENTOS

Agradeço, em primeiro lugar, ao Grande Espírito Superior que me auxiliou na realização deste projeto divino. Também agradeço a meu professor e orientador André dos Santos Costa que aceitou acompanhar a construção dessa revisão em um momento tão importante na vida acadêmica de um estudante. Agradeço a Bruno Carvalho por todo suporte, a minha família que sempre me incentivou e a Tatiana Queiroga por ser uma inspiração profissional. Por fim, agradeço a todos os mestres que puderam contribuir com meu aprendizado durante a graduação.

Ich danke zuallererst dem Großen Höheren Geist, der mir bei der Verwirklichung dieses göttlichen Projekts geholfen hat. Ich danke auch meinem Professor und Berater André dos Santos Costa, der sich bereit erklärt hat, die Erstellung dieser Rezension in einem so wichtigen Moment im akademischen Leben eines Studenten zu begleiten. Ich danke Bruno Carvalho für all die Unterstützung, meiner Familie, die mich immer ermutigt hat und Tatiana Queiroga, die mich beruflich inspiriert haben. Abschließend möchte ich mich bei allen Meistern bedanken, die während des Studiums zu meinem Lernen beitragen konnten.

RESUMO

Introdução: O movimento humano é um notório objeto de estudo pelos diversos cientistas no mundo, sendo ele responsável pela expressão do homem no meio em que vive; ademais, o encéfalo e todo o sistema nervoso central são estruturas que são favorecidas pela prática de atividades físicas e essas podem participar dos processos de melhorias neuro cognitivas. Os exercícios aeróbicos e de força resistente, quando realizados com segurança, possuem um papel importante no sistema nervoso central, favorecendo desde a criação de novos neurônios (neurogênese) até a maturação dessas células. **Objetivos:** Identificar as contribuições do exercício físico aeróbico de moderada intensidade e de força resistente sobre os fatores neurotróficos e angiogênicos e seus impactos no sistema nervoso central. **Procedimentos metodológicos:** Trata-se de uma revisão narrativa da literatura a partir de uma questão norteadora e obedecendo aos seguintes critérios pré-estabelecidos para inclusão e exclusão, respectivamente: artigos originais ou teses de doutorado nas línguas portuguesa, inglesa ou alemã, anexados às bases de dados da *Science direct*, *SCIELO (Scientific Eletronic Library Online)*, *PUBMED* e excluindo artigos em língua espanhola e que não anexados nas bases referidas. **Resultados:** foram selecionados 7 artigos que obedeceram aos critérios de inclusão deste estudo nos quais foi discutido os impactos do exercício físico aeróbico e de força resistente no sistema nervoso central. **Discussão:** O treinamento de força resistente pode promover mudanças significativas na concentração de neuro moléculas responsáveis por melhorar aspectos cognitivos no indivíduo, como atenção e memória, assim como atuar na produção de neuro moléculas, como os fatores neurotróficos, por exemplo, que potencializam esses proventos. Do mesmo modo, exercícios aeróbicos também trazem suas contribuições ao sistema nervoso, pois há um aumento significativo de sangue circulante no cérebro e, por consequência, a ativação de moléculas responsáveis pela formação de novos vasos sanguíneos e novos neurônios; a neuroquímica induzida pelo exercício físico ainda é contribuinte na liberação de neurotransmissores importantes à saúde. **Considerações finais:** Diante do que foi exposto nesta revisão, fica evidente que o exercício físico pode promover contribuições neuro cognitivas aos praticantes, tendo esses proventos relevância no contexto biopsicossocial do indivíduo.

Palavras-chave: exercícios de força, exercícios aeróbicos, BDNF e neuroplasticidade.

ABSTRAKT

Einleitung: Die menschliche Bewegung ist ein berichtigtes Studienobjekt mehrerer Wissenschaftler auf der ganzen Welt, da sie für den Ausdruck des Menschen in der Umgebung, in der er lebt, verantwortlich ist; Darüber hinaus sind das Gehirn und das gesamte Zentralnervensystem Strukturen, die durch die Ausübung körperlicher Aktivitäten begünstigt werden und an den Prozessen der neurokognitiven Verbesserung teilnehmen können. Aerobic- und Widerstandsübungen spielen, wenn sie sicher durchgeführt werden, eine wichtige Rolle im zentralen Nervensystem und begünstigen die Bildung neuer Neuronen (Neurogenese) bis zur Reifung dieser Zellen. **Zielsetzung:** Identifizierung der Beiträge von Aerobic-Übungen mittlerer Intensität und Widerstandstraining zu neurotrophen und angiogenen Faktoren und deren Auswirkungen auf das zentrale Nervensystem. **Methodisches Vorgehen:** Dies ist eine narrative Literaturrecherche, die auf einer Leitfrage basiert und die folgenden vordefinierten Kriterien für Einschluss bzw. Ausschluss befolgt: Originalartikel oder Doktorarbeiten in portugiesischer, englischer oder deutscher Sprache, beigefügt an die Datengrundlagen von Science direct, SCIELO (Scientific Electronic Library Online), PUBMED und ausgenommen Artikel in spanischer Sprache, die nicht an die oben genannten Datenbanken angehängt sind. **Ergebnisse:** Es wurden 7 Artikel ausgewählt, die die Einschlusskriterien dieser Studie erfüllten, in der die Auswirkungen von aeroben und körperlichen Widerstandsübungen auf das zentrale Nervensystem diskutiert wurden. **Diskussion:** Widerstandstraining kann signifikante Veränderungen in der Konzentration von Neuromolekülen fördern, die für die Verbesserung kognitiver Aspekte im Individuum verantwortlich sind, wie Aufmerksamkeit und Gedächtnis, sowie bei der Produktion von Neuromolekülen, wie beispielsweise neurotrophen Faktoren, die diese Vorteile potenzieren. Ebenso tragen Aerobic-Übungen auch zum Nervensystem bei, da es zu einer signifikanten Zunahme des zirkulierenden Blutes im Gehirn und folglich zur Aktivierung von Molekülen kommt, die für die Bildung neuer Blutgefäße und neuer Neuronen verantwortlich sind; Die belastungsinduzierte Neurochemie trägt immer noch zur Freisetzung von Neurotransmittern bei, die für die Gesundheit wichtig sind. **Abschließende Überlegungen:** Im Hinblick auf das, was in dieser Übersicht dargelegt wurde, ist es offensichtlich, dass körperliche Betätigung neurokognitive Beiträge für Praktiker fördern kann, wobei diese Einnahmen im biopsychosozialen Kontext des Individuums relevant sind.

Schlüsselwörter: Krafttraining, aerobes Training, BDNF und Neuroplastizität.

ABSTRACT

Introduction: Human movement is a notorious object of study by several scientists in the world, being responsible for the expression of man in the environment in which he lives; in addition, the brain and the entire central nervous system are structures that are favored by the practice of physical activities and these can participate in the processes of neurocognitive improvement. Aerobic and resistance exercises, when performed safely, play an important role in the central nervous system, favoring from the creation of new neurons (neurogenesis) to the maturation of these cells. **Objectives** To identify the contributions of moderate-intensity and resistance-strength aerobic exercise on neurotrophic and angiogenic factors and their impacts on the central nervous system. **Methodological Procedures:** This is a narrative review of the literature based on a guiding question and obeying the following pre-established criteria for inclusion and exclusion, respectively: original articles or doctoral theses in Portuguese, English or German, attached to the bases of data from Science direct, SCIELO (Scientific Electronic Library Online), PUBMED and excluding articles in Spanish that are not attached to the aforementioned databases. **Results:** 7 articles were selected that met the inclusion criteria of this study in which the impacts of aerobic and resistance physical exercise on the central nervous system were discussed. **Discussion:** Resistance training can promote significant changes in the concentration of neuromolecules responsible for improving cognitive aspects in the individual, such as attention and memory, as well as acting in the production of neuromolecules, such as neurotrophic factors, for example, which potentiate these benefits. Likewise, aerobic exercises also contribute to the nervous system, as there is a significant increase in circulating blood in the brain and, consequently, the activation of molecules responsible for the formation of new blood vessels and new neurons; exercise-induced neurochemistry is still a contributor to the release of neurotransmitters important to health. **Final Considerations:** In view of what has been exposed in this review, it is evident that physical exercise can promote neurocognitive contributions to practitioners, with these earnings having relevance in the biopsychosocial context of the individual.

Keywords: strength exercise, aerobic exercise, BDNF, and neuroplasticity.

LISTA DE QUADROS

- Quadro 1** – Fluxograma com os procedimentos metodológicos..... **16**
- Quadro 2** – Apresentação da síntese de artigos incluídos nesta revisão narrativa..... **17**

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Contribuições oriundas da atividade física na memória e no aprendizado..... **13**

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1. INTRODUÇÃO | 12 |
| 2. OBJETIVO | 14 |
| 3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS | 15 |
| 4. RESULTADOS..... | 17 |
| 5. DISCUSSÃO..... | 18 |
| 5.1 CONTRIBUIÇÕES PROVENIENTES DOS EXERCÍCIOS AERÓBICOS DE MODERADA INTENSIDADE SOBRE O FATOR NEUROTRÓFICO DERIVADO DO CÉREBRO E O FATOR DE CRESCIMENTO ENDOTELIAL VASCULAR..... | 18 |
| 5.2 CONTRIBUIÇÕES PROVENIENTES DOS EXERCÍCIOS DE FORÇA RESISTENTE SOBRE O FATOR DE CRESCIMENTO SEMELHANTE A INSULINA E O FATOR NEUROTRÓFICO DERIVADO DO CÉREBRO..... | 19 |
| 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 22 |
| REFERÊNCIAS..... | 23 |

1. INTRODUÇÃO

O movimento humano é um notório objeto de pesquisa por cientistas de diversas áreas do saber. Para De Souza Mendes (2009), a educação física possui intensa relação com este objeto, uma vez que desde a antiguidade o ser humano almeja aprender a expandir seu acervo motor; com o intuito de adquirir domínio de sua corporeidade, o que acaba lhe permitindo deslocar-se pelo mundo e aumentar sua expressividade (DE SOUZA LIMA, 2017). Por esse motivo, há considerações importantes a serem abordadas sobre como a motricidade e o exercício físico podem atuar no sistema nervoso central, em suas estruturas corticais e os efeitos a nível cognitivo que podem trazer ao praticante.

Seguindo essa perspectiva, encontramos no encéfalo áreas corticais que são essenciais para cumprir as demandas motoras que, quando integradas, permitem a realização de padrões de movimentações que podem ser simples ou complexas (MOREIRA, 2017). No lobo frontal, por exemplo, há arranjos nos quais são importantes no planejamento, organização e execução do movimento e de acordo com o ensaio de De Souza (2014), nele existem funções e íntimas conexões que estão associadas ao movimento em sua totalidade, como já citado anteriormente.

Compreender o movimento humano na perspectiva neuroanatômica é importante para o entendimento, com mais clareza, do funcionamento do sistema neuromotor, pois algumas áreas recebem destaque por serem fundamentais no planejamento e realização de movimentos, sejam eles simples ou complexos. O planejamento, antes da execução das ações motoras, é necessário com o intuito de minimizar os possíveis erros que possam acontecer durante o percurso e quem realiza essa organização são zonas especializadas na área motora secundária, mais especificamente as áreas pré-motoras e motoras suplementares (HASSANO, 2011).

Ademais, ainda há o recrutamento dos neurônios da área motora primária e esses se ligam, através de seus axônios, aos neurônios motores secundários no trato cortico-espinal que estão inseridos nos núcleos motores do tronco encefálico ou na coluna cinzenta da medula espinal, promovendo, assim, a contração das fibras musculares e a concretização do movimento (DA SILVA, 2006).

Algumas respostas de questões pertinentes são importantes serem trazidas à luz para ajudar os profissionais da área da educação física terem um melhor entendimento acerca do tema abordado neste estudo. Por exemplo, qual a modalidade ideal de treinamento para potencializar as funções cerebrais? O treinamento na academia ou em clubes de ginástica é, de fato, um aliado no aprimoramento das funções cognitivas? Estas questões serão respondidas ao longo do estudo e, logo abaixo, pode-se entender de forma geral os impactos da atividade física no sistema nervoso central, em especial no aprendizado e na memória.



Figura 1 – Contribuições oriundas da atividade física na memória e no aprendizado (TEIXEIRA, 2013)

2. OBJETIVO

Identificar as contribuições do exercício físico aeróbico de moderada intensidade e de força resistente sobre os fatores neurotróficos e angiogênicos e seus impactos no sistema nervoso central.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O presente estudo caracteriza-se por uma revisão narrativa de literatura (ROTHER, 2007). A questão condutora da pesquisa foi: “Há relações entre a prática de exercícios aeróbios e de força resistente com o sistema nervoso central?”.

As bases de dados que foram utilizadas para a busca de estudos acadêmicos foram: SCIELO (*Scientific Electronic Library Online*), *Science direct* e PUBMED. Como estratégia de busca foram utilizadas palavras-chaves combinadas com os operadores booleanos “e” ou *AND*: exercícios de força, exercícios aeróbicos, BDNF e neuroplasticidade, essas também foram utilizadas na língua inglesa e alemã, respectivamente, como ferramenta de busca: *strength exercise; aerobic exercise; BDNF e neuroplasticity; krafttraining; aerobes Training; BDNF e neuroplastizität*. Combinações de pesquisa foram realizadas utilizando o operador booleano *AND*, como por exemplo: *strength exercise AND BDNF; neuroplasticity AND aerobic exercise AND strength exercise; e neuroplastizität AND aerobes Training; krafttraining AND BDNF; neuroplastizität AND; krafttraining AND aerobes Training*.

A busca ocorreu entre os meses de fevereiro e junho de 2022 e obedeceu aos critérios que foram anteriormente pré-estabelecidos como fundamentais para a inclusão no estudo: artigos originalmente na língua inglesa, alemã e portuguesa; que estejam anexados em uma das plataformas referidas anteriormente; teses de doutorado; que tenham em sua abordagem conteúdos com enfoque no exercício aeróbico e de força resistente sobre o sistema nervoso central, sendo relevante para o estudo. Os critérios que foram pré-estabelecidos como os de exclusão foram os seguintes: artigos que estiverem na língua espanhola, por falta de domínio do idioma, que não estejam anexados nos bancos de dados supracitados, que não tinham conteúdos com relação ao tema buscado e que, também, fossem estudos utilizando modelos animais.

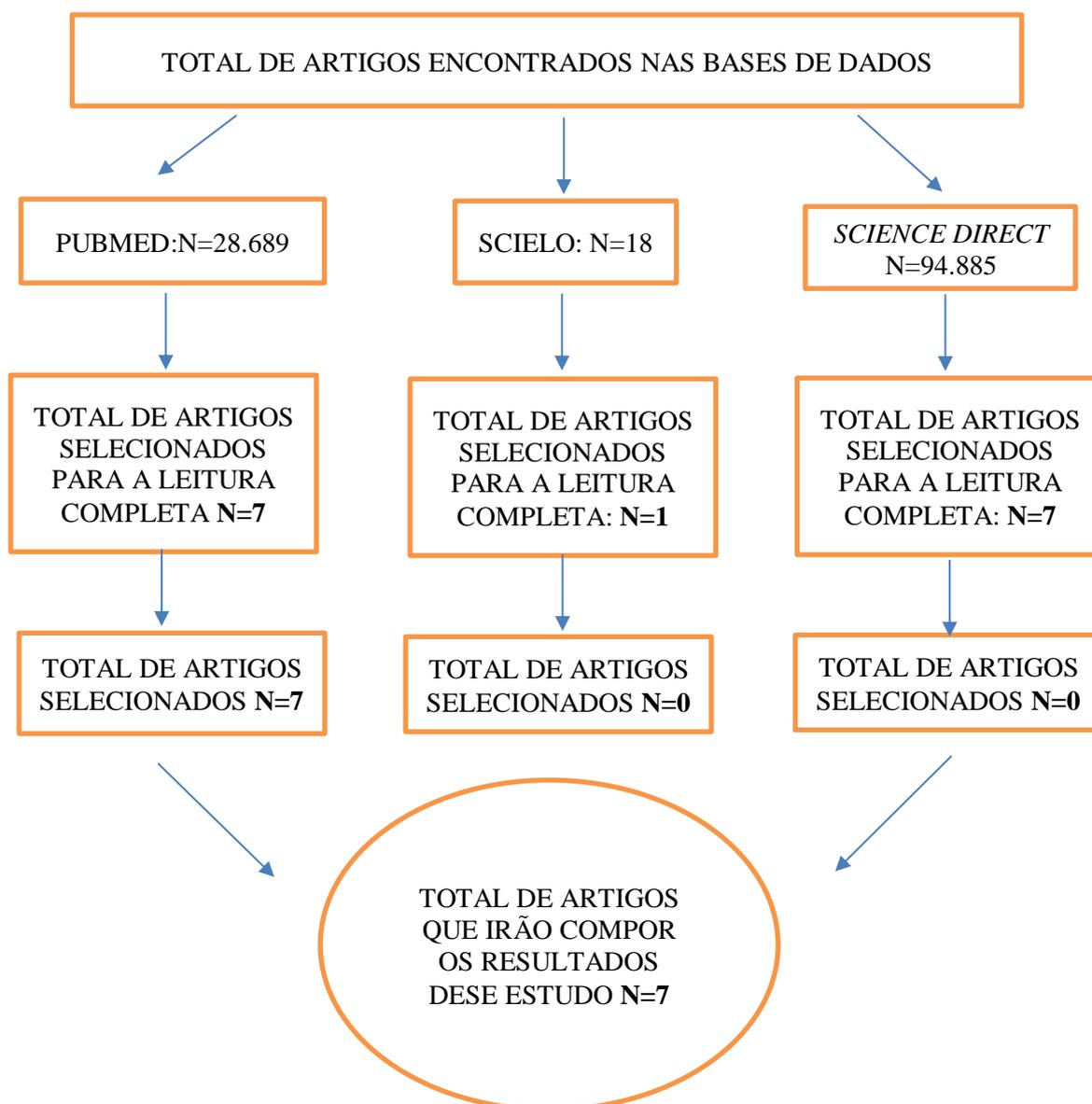
Foram encontrados 28.689 artigos relacionados à temática somente na base de pesquisa do Pubmed. Na primeira avaliação dos estudos encontrados na plataforma, foi realizada através da leitura do título, onde foram excluídos 28.650 mil artigos, por não se enquadrarem nos critérios de inclusão da pesquisa e alguns estudos utilizaram modelos animais, sendo assim excluídos. Em segunda instância, os 39 artigos que passaram nos critérios de inclusão tiveram seus resumos lidos para que uma outra filtragem pudesse ocorrer, após a leitura, 32 foram descartados. Por fim, os 7 restantes foram lidos de forma integral e os 7 se enquadraram na perspectiva de responder à pergunta proposta neste estudo.

Na avaliação realizada pelo Scielo, foram encontrados inicialmente 18 artigos relacionados à temática. Na primeira avaliação, através da leitura do título, 11 artigos foram excluídos por não se encaixarem nos critérios pré-estabelecidos de inclusão, dos 7 estudos que

restaram, foi realizada a leitura dos resumos e após isso foi possível excluir mais 6 artigos, restando 1 para a leitura integral do conteúdo e esse, não se enquadrava de forma efetiva na resolução da resposta proposta por este estudo.

Na avaliação realizada pelo banco de dados da *Science direct*, foram encontrados inicialmente 94.885 artigos relacionados a temática. Após a aplicação do filtro “*neuroscience*”, esse número foi reduzido a 1.759, onde foi possível excluir 1.569 após a leitura dos títulos. Ademais, foi lido o resumo dos 10 artigos que sobraram e a partir daí foram excluídos 3 estudos e dos 7 restantes selecionados para a leitura integral, nenhum se enquadraram nos critérios de inclusão.

Quadro 1. Fluxograma de artigos incluídos nesta revisão.



As publicações utilizadas para compor este estudo de revisão narrativa estão detalhadas no Quadro 02.

4. RESULTADOS

O quadro 2 apresenta um panorama geral dos sete artigos analisados na presente revisão narrativa, selecionados a partir dos critérios de inclusão previamente estabelecidos.

Quadro 2 – Apresentação da síntese de artigos incluídos na revisão narrativa

| Autores | Ano/País | Título | Metodologia | Discussão |
|------------------------------------|-----------------|--|--|--|
| ARAZI, Hamid et al. . | 2021/Irã | <i>Acute effects of strength and endurance exercise on serum BDNF and IGF-1 levels in older men</i> | Ensaio clínico randomizado controlado que utiliza o exercício físico (de força e aeróbico) como método de intervenção em homens adultos; | O exercício físico de força e resistência possui efeitos significativos no aumento sérico de IGF-1 e BDNF. |
| ERICKSON, Kirk I. et al. | 2011/EUA | <i>Exercise training increases size of hippocampus and improves memory.</i> | Ensaio clínico randomizado controlado que utiliza os exercícios aeróbicos e de alongamento como método de intervenção em homens e mulheres idosos; | O exercício aeróbico tem uma importante associação com o aumento do tamanho do hipocampo anterior e do BDNF na corrente sanguínea levando a melhorias na memória. |
| HÖTTING, Kirsten; RÖDER, Brigitte. | 2013/Alemanha | <i>Beneficial effects of physical exercise on neuroplasticity and cognition.</i> | Estudos observacionais, estudos transversais e de coorte como base de pesquisa e tendo o exercício físico como método de intervenção; | O exercício aeróbico pode induzir efeitos benéficos nas funções cerebrais por mudanças no fluxo sanguíneo e vascularização que levariam a um melhor suprimento geral de oxigênio e nutrição. |
| MAASS, A. et al. | 2015/Alemanha | <i>Vascular hippocampal plasticity after aerobic exercise in older adults.</i> | Ensaio clínico randomizado controlado que utiliza os exercícios aeróbicos como método de intervenção em idosos. | O exercício aeróbico pode induzir a plasticidade vascular no hipocampo devido ao alto fluxo sanguíneo in loco durante a prática, melhorando assim a memória. |
| SEIFERT, Thomas et al. | 2010/Dinamarca | <i>Endurance training enhances BDNF release from the human brain. American</i> | Ensaio clínico randomizado controlado que utiliza os exercícios aeróbicos como método de intervenção em modelos humanos; | O treinamento de resistência aumentou a expressão e a liberação de BDNF do cérebro humano estudo acrescenta que a atividade física regular pode ser importante para a manutenção e melhoria da saúde cerebral e, assim, apoia o exercício como coadjuvante no tratamento de várias doenças neurológicas. |
| KLEINLOOG, Jordi PD et al. | 2019/Holanda | <i>Aerobic exercise training improves cerebral blood flow and executive function: a randomized, controlled crossover trial in sedentary older men.</i> | Estudo cruzado randomizado e controlado que utiliza os exercícios aeróbicos como método de intervenção em homens idosos sedentários; | O treinamento aeróbico melhora o fluxo sanguíneo cerebral. Essas mudanças, podem estar subjacentes aos efeitos benéficos induzidos pelo exercício na função executiva. |
| LIU-AMBROSE, Teresa et al. | 2012/Canadá | <i>Resistance training and functional plasticity of the aging brain: a 12-month randomized controlled trial.</i> | Estudo randomizado controlado que utiliza os exercícios de força como método de intervenção em mulheres idosas; | O treinamento de resistência, realizado duas vezes por semana pode impactar positivamente a plasticidade funcional dos processos de inibição de resposta no córtex. |

5. DISCUSSÃO

A educação física, segundo Barbanti (1983), são processos educacionais que utilizam do movimento como ferramenta de ajudar pessoas a adquirirem habilidades, condicionamento, bem-estar e desenvolvimento; ademais, esta ainda atua na plasticidade sináptica, aprendizagem, e memória (CAMPOS, 2014). Portanto, o exercício físico é capaz de contribuir nas funções cognitivas (CAMPOS, 2014), na prevenção de doenças metabólicas (XU, 2019), bem como na saúde mental (SAEED, 2019), sendo seu papel significativo na vida do praticante. Vejamos, a seguir, os principais achados desta revisão.

5.1 CONTRIBUIÇÕES PROVENIENTES DOS EXERCÍCIOS AERÓBIOS DE MODERADA INTENSIDADE SOBRE O FATOR NEUROTROFICO DERIVADO DO CÉREBRO E SOBRE O FATOR DE CRESCIMENTO ENDOTELIAL VASCULAR

Limaye, Carvalho e Kramer (2021), em concordância com Cassilhas, Tufik e De Melo (2016) mostram em seus resultados que os exercícios aeróbicos podem potencializar o aumento das neurotrofinas cerebrais, como o *Brain-derived neurotrophic factor* (BDNF, do inglês) e o *vascular endothelial growth factor* (VEGF, do inglês) que estão associadas à melhoria da memória e aprendizagem, porém ainda se faz necessário realizar estudos mais aprofundados para determinar o volume, a intensidade ideal dos treinos para se obter os proventos que a prática pode promover em níveis agudos e crônicos.

Erickson et al. (2011) submeteu adultos e idosos de 55 a 88 anos em um programa com exercícios aeróbicos de intensidade moderada, onde a zona alvo de frequência cardíaca (FC) foi de 50 a 75% da reserva máxima e de alongamento. Ao término das intervenções, foi observado um aumento da sessão anterior do hipocampo (área associada a aquisição da memória) assim como do BDNF.

Ademais, Hötting e Röder (2013) bem como Kandola et. al. (2019), apresentam resultados sobre as contribuições positivas oriundas dos exercícios aeróbicos e estes, ainda, associam o fato ao aumento da vascularização cerebral durante a prática (promovido pelo efeito agudo) o que posteriormente acarreta em um melhor funcionamento das funções neurais e cognitivas, pois quanto mais sangue circulando em determinado local, mais esse tecido é favorecido pelo aporte oxigênio.

Kandola et. al. (2019) ainda cita em seu artigo a neurotrofina responsável pelo crescimento endotelial vascular, o VEGF, e diz que sua liberação está envolvida em locais onde

há um alto fluxo sanguíneo circulante. Gavin (2004) e Rodrigues (2013) ainda falam sobre o papel do VEGF na formação de novos vasos, sendo essa uma possível resposta para a teoria da angiogênese que o exercício físico aeróbico pode promover.

Da mesma forma, Yanagisawa (2014) em seu estudo sobre a ativação do córtex pré-frontal através de uma sessão de treino aeróbico moderado em um cicloergômetro com intensidade a 50% do VO₂ Pico, observou por meio do teste de Stroop efeitos agudos positivos em tarefas cognitivas com a atenção seletiva, velocidade de processamento e memória de curto prazo. Nesta mesma linha é possível encontrar na literatura evidências que possam constatar a contribuição crônica de exercícios aeróbicos na melhora de funções cognitivas como a memória e atenção (BRISWALTER, COLLARDEAU e RENÉ, 2002), além disso ainda promover formação de novas células neurais, sendo esse processo conhecido como neurogênese.

Da mesma maneira, há coerência nos resultados dos estudos de Kleinloog et al. (2019) e Smith (2010), onde ambos utilizaram o exercício aeróbico (cicloergômetro) como modelo de intervenção na pesquisa e ambos identificaram o aumento significativo de volume sanguíneo cerebral após a prática. Smith (2010) observou um aumento significativo de 20% de sangue circulante no cérebro de jovens adultos saudáveis após 30 minutos de pedalada em moderada intensidade, sendo esses resultados colhidos através de ressonância magnética funcional 30 minutos após o protocolo de testes. Já com os testes realizados por Kleinloog et al. (2019), os indivíduos eram submetidos aos testes por 50 minutos 3 vezes na semana e obtiveram melhoria nas funções executivas que foi mensurada através do Multitask test (MTT).

Igualmente, Mass et al. (2015) analisaram a resposta do volume hipocampal e a memória em humanos submetidos ao treinamento aeróbico. Foram 12 semanas de intervenções e os testes foram realizados em esteiras por 30 minutos. Como resultados, Mass et al. (2015) atestaram a efetividade do exercício aeróbico no que diz respeito ao aumento do volume no hipocampo (devido ao alto fluxo sanguíneo) nos indivíduos submetidos ao protocolo de treinamento. Por fim, Seifert et al. (2010), através da análise do sangue arterial pós realização de exercícios aeróbicos em um cicloergômetro, também atestou um aumento sérico de BDNF e ainda acrescenta que o exercício físico realizado de forma regular pode ser fundamental para a melhoria das funções cerebrais e coadjuvante no tratamento de doenças neurológicas.

5.2 CONTRIBUIÇÕES PROVENIENTES DOS EXERCÍCIOS DE FORÇA RESISTENTE SOBRE O FATOR DE CRESCIMENTO SEMELHANTE A INSULINA E O FATOR NEUOTRÓFICO DERIVADO DO CÉREBRO

Um outro fator importante a ser trazido nesta discussão é sobre o relevante papel que o treinamento de força resistente pode exercer nas funções neurais e cognitivas. Alguns pesquisadores buscam a relação entre o IGF-1 com a neurogênese e atrelam essas teorias ao treinamento de força, que são conjuntos de exercícios onde o indivíduo movimenta a musculatura corporal contra uma força oposta, podendo ser oriunda de um equipamento, do próprio peso corporal, e etc (FLECK, 2017). A modalidade em questão não possui, nas bases de dados, uma riqueza de publicações se comparado aos exercícios aeróbicos, sendo essa, talvez, uma limitação e, assim como, uma oportunidade dos futuros pesquisadores da área se dedicarem a se aprofundarem mais nas pesquisas sobre.

Azari et al. (2021) trouxe a luz um relevante resultado sobre as relações entre os exercícios de força e o aumento de BDNF e IGF-1. Os participantes de sua pesquisa foram submetidos ao treinamento de força utilizando de exercícios como puxada alta, supino reto, rosca direta, *leg press* e elevação de panturrilha, utilizando de 65-70% de 1RM, com 10 repetições e de 1 a 2 minutos de descanso. Cada intervenção durou um total de 45 minutos, com 10 minutos de aquecimento, 30 minutos da parte principal e 5 minutos de volta a calma. No grupo de pessoas expostas aos exercícios de força, houve mudanças significativas no aumento dos níveis de BDNF e IGF-1.

Cassilhas (2007), similarmente, evidenciou que, em intensidades moderadas (a aproximadamente 50% de 1 RM – Repetição Máxima) e altas (80% de 1 RM) o IGF-1 teve seu crescimento, em níveis séricos, evidenciado após um grupo de pessoas da terceira idade terem se submetido a 24 semanas de treinamento de força resistida utilizando maquinários comumente vistas nas salas de musculação como *chest press* e *leg press*. Os participantes da pesquisa apresentaram melhoria significativa na memória e atenção após as coletas, sendo o IGF-1 um dos possíveis responsáveis por esses feitos pois alguns autores, inclusive, acreditam que existe uma comunicação entre esse fator de crescimento com o BDNF.

Do mesmo modo, o IGF-1 ainda inibe a ação da homocisteína (um aminoácido sulfuroso) que, quando encontrado em altos níveis no sangue, pode causar trombose, acidente vascular encefálico, neurotoxicidade e transtornos neuropsiquiátricos (DUCLOUX, 2002). Um outro detalhe importante sobre o IGF-1 é sua relação com o cérebro, transportado pela barreira hematoencefálica até o sistema nervoso central (TREJO, 2001), que pode contribuir para a melhoria cognitiva do indivíduo, além disso há o envolvimento destas moléculas com as células c-Fos nos neurônios que tem sua importância na transdução dos sinais de fatores de crescimento e auxiliam na atividade neuronal (LINDVALL, 1994).

Liang et al. (2021) ainda contribui com seus achados sobre o fator neurotrófico

derivado do cérebro, mostrando suas contribuições sob a memória humana. Essa neurotrophina é um respeitável elemento na maturação, nutrição, crescimento, integridade das estruturas neurais e é bastante expresso no hipocampo, amígdala, cerebelo, sendo produzido pelos corpos de neurônios sensoriais (SHIMIZU et al. 2003) e, também, conforme Knaepen et al. (2010), seus benefícios ainda se estendem na plasticidade sináptica, crescimento axonal e na remodelação dendrítica.

Ramos (2019) traz em seus achados científicos que o exercício físico consegue afetar as concentrações séricas de BDNF no organismo do indivíduo, porém questões curiosas e pertinentes sobre qual a carga ideal de treinamento ou o tipo de atividade pode potencializar sua expressão ainda não são bem esclarecidas pela comunidade científica, o que deixa uma lacuna relevante a ser respondida. Revela ainda que o BDNF tem a função de garantir a sobrevivência dos neurônios e auxiliar na melhora do desempenho cognitivo do praticante de atividade física. Inclusive, Skriver (2014) aborda em seus resultados que o exercício físico promove melhora na memória devido ao aumento do BDNF. O mBDNF ativa o receptor B da tirosina cinase (TrkB) para promover o crescimento dos neurônios, além disso é um forte facilitador das sinapses neurais (POO, 2001).

Corroborando com estes achados, De Souza Mendes (2021) ainda discorre sobre como o exercício físico pode contribuir para a neuroplasticidade e associou seus resultados com a melhora do desempenho cognitivo em seres humanos, pois há o aumento em diversas regiões do cérebro das substâncias branca e cinzenta. Vints (2022) reconhece os efeitos benéficos que o exercício físico possui nas funções cognitivas humanas sendo essa uma das milhares razões para a realização regular.

Consoante com os estudiosos citados previamente neste tópico, Liu Ambrose et al. (2012) realizou um estudo com mulheres idosas (de 65 a 77 anos) submetendo-lhes ao treinamento resistido por 2 vezes, com 60 minutos de duração e durante um período total de 12 meses. Em seus achados, pôde se observar alterações funcionais positivas em 2 regiões do córtex que estão associadas aos processos inibitórios, sendo essas a porção anterior do giro temporal médio (esquerdo) e o porção esquerda da ínsula anterior, que se prossegue até o córtex frontal orbital lateral; o estudo também sugere que houve melhora na atenção seletiva desses indivíduos. Os exercícios utilizados eram a rosca direta, *pull down*, remada sentada, *leg press*, elevação de panturrilha e flexão de isquiotibiais.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante os resultados apresentados, torna-se evidente que o exercício físico é essencial para a saúde do praticante, pois as adaptações geradas por essas práticas são benéficas e contribuem para que o indivíduo possa ter qualidade de vida em sua completude.

O cérebro e todo o sistema nervoso em si são regiões bastante favorecidas pelas atividades físicas e, assim como o sistema osteomuscular, podem ter um bom desempenho durante o cotidiano, auxiliando na resolução de problemas, nos estudos, no trabalho e etc.

Com base nos achados desta revisão, é notório os efeitos que sessões de treinamento aeróbico podem causar na vida do indivíduo em sua totalidade, ajudando-lhe na melhora das funções cognitivas (como na memória e no aprendizado) na formação de novos vasos sanguíneos e neurônios (assim como de sua nutrição e maturação), atuando também na prevenção de doenças e na manutenção de uma excelente e saudável qualidade de vida. O treinamento de força, assim como o treino intervalado, ainda necessitam ser bem explorados para que se possa ter uma melhor resposta com relação ao volume e intensidade ideal de treino, assim como quais exercícios podem potencializar as funções neurais.

Esta revisão narrativa pode colaborar para que outros estudantes brasileiros, da área do bacharelado ou da licenciatura em educação física, possam dar continuidade com os estudos utilizando o exercício físico como agente de intervenção e, ao longo do tempo, enriquecendo a literatura científica e ajudando milhares de pessoas pelo mundo a melhorarem suas capacidades cognitivas através das atividades físicas.

Infelizmente, no Brasil, o campo da neurociência esportiva ainda não é tão bem difundido como em outros países como a Alemanha e França, mas com o avanço das pesquisas envolvendo o treinamento físico com a neuroplasticidade, por exemplo, esse campo pode crescer exponencialmente no país.

REFERÊNCIAS

- ARAZI, Hamid et al. *Acute effects of strength and endurance exercise on serum BDNF and IGF-1 levels in older men. BMC geriatrics*, v. 21, n. 1, p. 1-8, 2021.
- BARBANTI, Valdir. *Aptidão Física Relacionada à saúde – Manual de testes*. Brasília: SEED-MEC, vol. 1, 1993.
- BRISWALTER, J., COLLARDEAU, M., & RENÉ, A. (2002) *Effects of acute physical exercise characteristics on cognitive performance. Sports Medicine*, 32, 555 - 566.
- CAMPOS, Marcelo Cavalheiro de. *O exercício físico e sua relação com o fator neurotrófico derivado do cérebro (BDNF) e a plasticidade sináptica: uma revisão bibliográfica*. 2014.
- CASSILHAS, Ricardo C. et al. *The impact of resistance exercise on the cognitive function of the elderly. Medicine and science in sports and exercise*, v. 39, n. 8, p. 1401, 2007.
- CASSILHAS, Ricardo C.; TUFIK, Sergio; DE MELLO, Marco Túlio. *Physical exercise, neuroplasticity, spatial learning and memory. Cellular and molecular life sciences*, v. 73, n. 5, p. 975-983, 2016.
- DA SILVA, Helga Cristina Almeida. *Etiopatogenia da ELA: causa única ou várias causas?. Revista Neurociências*, v. 14, p. 35-42, 2006.
- DE SOUSA FERNANDES, Matheus Santos et al. *Effects of physical exercise on neuroplasticity and brain function: a systematic review in human and animal studies. Neural Plasticity*, v. 2020, 2020.
- DE SOUZA LIMA, Paula Stephane. *A Contribuição da Dança na Pré-Escola. Revista de Psicologia*, v. 11, n. 38, p. 445-453, 2017.
- DE SOUZA MENDES, Maria Isabel Brandão; DA NÓBREGA, Terezinha Petrucia. *Cultura de movimento: reflexões a partir da relação entre corpo, natureza e cultura. Pensar a prática*, v. 12, n. 2, 2009.

DE SOUZA, Tércio Apolinário. *Aprendizagem Motora: o papel do córtex motor primário*. 2014.

DUCLOUX, Didier et al. *Homocysteine, nutritional status and insulin in renal transplant recipients*. *Nephrology Dialysis Transplantation*, v. 17, n. 9, p. 1674-1677, 2002.

ERICKSON, Kirk I. et al. *Exercise training increases size of hippocampus and improves memory*. *Proceedings of the national academy of sciences*, v. 108, n. 7, p. 3017-3022, 2011.

FLECK, Steven J.; KRAEMER, William J. **Fundamentos do treinamento de força muscular**. Artmed Editora, 2017.

GAVIN, Timothy P. et al. *Angiogenic growth factor response to acute systemic exercise in human skeletal muscle*. *Journal of applied physiology*, v. 96, n. 1, p. 19-24, 2004.

HASSANO, Alice YS. *Desenvolvimento neuropsicomotor no primeiro ano de vida*. **Revista de pediatria SOPERJ**, v. 12, n. 1, p. 9-14, 2011.

HÖTTING, Kirsten; RÖDER, Brigitte. *Beneficial effects of physical exercise on neuroplasticity and cognition*. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, v. 37, n. 9, p. 2243-2257, 2013.

KANDOLA, Aaron et al. *Physical activity and depression: Towards understanding the antidepressant mechanisms of physical activity*. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, v. 107, p. 525-539, 2019.

KLEINLOOG, Jordi PD et al. *Aerobic exercise training improves cerebral blood flow and executive function a randomized, controlled cross-over trial in sedentary older men*. **Frontiers in aging neuroscience**, v. 11, p. 333, 2019.

KNAEPEN, Kristel et al. *Neuroplasticity—exercise-induced response of peripheral brain-derived neurotrophic factor*. *Sports medicine*, v. 40, n. 9, p. 765-801, 2010.

LIANG, Juan et al. *Physical exercise promotes brain remodeling by regulating epigenetics, neuroplasticity and neurotrophins*. *Reviews in the Neurosciences*, v. 32, n. 6, p. 615-629, 2021.

LIU-AMBROSE, Teresa et al. *Resistance training and functional plasticity of the aging brain: a 12-month randomized controlled trial. Neurobiology of aging*, v. 33, n. 8, p. 1690-1698, 2012.

LINDVALL, Olle et al. *Neurotrophins and brain insults. Trends in neurosciences*, v. 17, n. 11, p. 490-496, 1994.

LIMAYE, Neeraj S.; CARVALHO, Lilian Braighi; KRAMER, Sharon. *Effects of Aerobic Exercise on Serum Biomarkers of Neuroplasticity and Brain Repair in Stroke: A Systematic Review. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, v. 102, n. 8, p. 1633-1644, 2021.

MAASS, A. et al. *Vascular hippocampal plasticity after aerobic exercise in older adults. Molecular psychiatry*, v. 20, n. 5, p. 585-593, 2015.

MOREIRA, ÉDISON DE SOUZA. Telencéfalo V: o movimento, seu planejamento, sua execução, os movimentos voluntários e as estruturas anatômicas envolvidas. Volta Redonda/RJ UniFOA, 2017. v.23. p.70 II

POO, Mu-ming. *Neurotrophins as synaptic modulators. Nature reviews neuroscience*, v. 2, n. 1, p. 24-32, 2001.

RAMOS, Jorge Marcos; GALDEANO, Denival Soares. Educação física e o fator neurotrófico derivado do cérebro (BDNF) na aprendizagem escolar: estudo de revisão sistemática. *Conexões*, v. 17, p. e019005-e019005, 2019.

ROTHER, Edna Terezinha. *Systematic literature review X narrative review. Acta Paulista de Enfermagem*, v. 20, p. v-vi, 2007.

SAEED SA, Cunningham K, Bloch RM. *Depression and Anxiety Disorders: Benefits of Exercise, Yoga, and Meditation. Am Fam Physician*. 2019;99(10):620-627.

SANTOS, Maria Clara Barbuena. O exercício físico como auxiliar no tratamento da depressão. *Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício*, v. 18, n. 2, p. 108-115, 2019.

SEIFERT, Thomas et al. *Endurance training enhances BDNF release from the human brain. American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, v. 298, n. 2, p. R372-R377, 2010.

SHIMIZU, Eiji et al. *Alterations of serum levels of brain-derived neurotrophic factor (BDNF) in depressed patients with or without antidepressants. **Biological psychiatry**, v. 54, n. 1, p. 70-75, 2003.*

SKRIVER, Kasper et al. *Acute exercise improves motor memory: exploring potential biomarkers. **Neurobiology of learning and memory**, v. 116, p. 46-58, 2014.*

SMITH, J. Carson et al. *Detecting changes in human cerebral blood flow after acute exercise using arterial spin labeling: implications for fMRI. **Journal of neuroscience methods**, v. 191, n. 2, p. 258-262, 2010.*

TEIXEIRA, Livia Clemente Motta. *Exercício físico, neurogênese e memória. - **Instituto de Biociências**, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.*

TREJO, J. L. Carro e, Torres-Aleman I (2001) *Circulating insulinlike growth factor I mediates exercise-induced increases in the number of new neurons in the adult hippocampus. **J Neurosci**, v. 21, p. 1628-1634.*

VINTS, Wouter AJ et al. *Exerkines and long-term synaptic potentiation: Mechanisms of exercise-induced neuroplasticity. **Frontiers in neuroendocrinology**, v. 66, p. 100993, 2022.*

YANAGISAWA, Hiroki et al. *Acute moderate exercise elicits increased dorsolateral prefrontal activation and improves cognitive performance with Stroop test. **Neuroimage**, v. 50, n. 4, p. 1702-1710, 2010.*

XU, Xiaojiao; FU, Zhenfa; LE, Weidong. *Exercise and Parkinson's disease. **International review of neurobiology**, v. 147, p. 45-74, 2019.*