



CENTRO UNIVERSITÁRIO CAMPO LIMPO PAULISTA
CURSO DE EDUCAÇÃO FÍSICA

GRAZIELE OLIVEIRA
KAIQUE JESUS DE ALMEIDA

EFEITOS DO EXERCÍCIO FÍSICO AERÓBICO NA SAÚDE MENTAL

CAMPO LIMPO PAULISTA

2022



CENTRO UNIVERSITÁRIO CAMPO LIMPO PAULISTA
CURSO DE EDUCAÇÃO FÍSICA

GRAZIELE OLIVEIRA
KAIQUE JESUS DE ALMEIDA

EFEITOS DO EXERCÍCIO FÍSICO AERÓBICO NA SAÚDE MENTAL

Projeto de pesquisa apresentada à Banca Examinadora do Curso de Graduação em Educação Física do Centro Universitário Campo Limpo Paulista, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Educação Física.

Orientador (a): Prof. Dr. Diego Sales de Oliveira

CAMPO LIMPO PAULISTA

2022

"Pois nada é impossível para Deus."

(Lucas 1:37)

RESUMO

A quarentena imposta pela pandemia da COVID-19 afetou de forma significativa a saúde mental da população. As medidas de bloqueio causaram sofrimento psicológico, intensificando os transtornos psiquiátricos. É sabido que o exercício físico tem importantes benefícios na saúde mental. Dessa forma, o objetivo deste trabalho é apresentar informações através de uma revisão bibliográfica realizada nas bases de dados eletrônicas, SciELO, Google Acadêmico e PubMed, sobre os efeitos do exercício aeróbico na saúde mental e seus possíveis mecanismos. A literatura destaca que a prática de exercício físico regular atua positivamente nos transtornos de humor, como ansiedade e depressão e nos aspectos cognitivos, como memórias e aprendizagem. Os resultados do presente estudo demonstraram que o exercício aeróbico regular provoca alterações neurofisiológicas e neuroquímicas e esses efeitos tem impactos significativos no sentido de melhorar a saúde mental, portanto pode ser considerado uma intervenção adjuvante e não farmacológica eficaz para o tratamento de distúrbios mentais.

Palavras-chave: Saúde mental; Exercício físico; Exercício aeróbico; Estresse; Ansiedade; Depressão.

ABSTRACT

The quarantine imposed by the COVID-19 pandemic has significantly affected the mental health worldwide. The “Stay home” recommendation caused psychological suffering, intensifying psychiatric disorders. It is known that exercise training has important benefits in mental health. Therefore, the main objective of this work is to present information through a bibliographic review carried out in the electronic databases, SciELO, Google Scholar and PubMed, on the effects of aerobic exercise on mental health and its possible mechanisms. The literature highlights that regular exercise training has a positive effect on mood disorders, such as anxiety, depression and on cognitive aspects, such as memories and learning. We observed that regular aerobic exercise causes neurophysiological and neurochemical changes and these effects have significant impacts on improving mental health, so it can be considered an effective adjuvant and non-pharmacological intervention on the treatment of mental disorders.

Keywords: Mental health; Physical exercise; Aerobic exercise; Stress; Anxiety; Depression.

Lista de Siglas

ACTH	hormônio adrenocorticotrófico
BDNF	Fator neurotrófico derivado do cérebro
CREB de AMPc	CAMP response element- binding protein - proteína ligante ao elemento responsivo de AMPc
CRH	Hormônio liberador de corticotrofina
DSM-5	Manual Diagnóstico e estatístico de Transtornos Mentais
GABA	Ácido gama-aminobutírico
HPA	Eixo hipotálamo pituitária adrenal
IGF-1	Fator de crescimento semelhante à insulina tipo 1
LTP	Potencial de longa duração - traduzido do inglês
NF-kB	Factor nuclear kappa B
OMS	Organização Mundial de Saúde
PET	Tomografia por emissão de pósitrons
PGC-1- α	Proliferador de peroxissoma - coativador gama do receptor ativado -1 alfa
ROS	Espécies reativas de oxigênio
SNS	Sistema nervoso simpático
SNV	Sistema nervoso visceral
TIMSS inglês	Tendências em estudos internacionais de Matemática e Ciências - traduzido do inglês
VEGF	Fator de crescimento endotelial vascular

Lista de figuras

Figura 1: Eixo Hipotálamo-Pituitária-Adrenal (HPA).	20
Figura 2: Efeitos do Exercício Físico no Cérebro.	30

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. OBJETIVO GERAL	10
2.1. Objetivos Específicos	11
3. MÉTODO DE PESQUISA	11
4. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	12
4.1. Saúde Mental	12
4.2. Benefícios do Exercício Físico na Saúde Mental	13
4.3. Estresse	14
4.4. Depressão	15
4.5. Ansiedade	18
5. POSSÍVEIS MECANISMOS E ASPECTOS INFLUENCIADOS PELO O EXERCÍCIO FÍSICO	21
5.1. Exercício Físico Aeróbico e Alterações no eixo HPA	21
5.2. Exercício Físico Aeróbico e Alterações na Concentração de Neurotransmissores	24
5.3. Exercício Físico Aeróbico e os Fatores Neurotróficos (BDNF).....	25
5.4. Exercício Físico Aeróbico e Aprendizagem (Neuroplasticidade)	27
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	31
REFERÊNCIAS	32

1. INTRODUÇÃO

O processo evolutivo que deu origem ao homem moderno iniciou na África Oriental cerca de 2,5 milhões de anos atrás (HARARI, 2020). Ao longo da história, a atividade física sempre esteve presente na rotina da humanidade (RAMOS, 1983). Nosso cérebro e nosso corpo foram selecionados em um ambiente completamente diferente do que vivemos atualmente (LIEBERMAN, 2013). Nossos ancestrais enfrentavam frequentemente situações de luta pela sobrevivência como a perseguição da caça e a fuga de predadores, além de fases periódicas de escassez de alimentos (LIEBERMAN, 2013). Conseqüentemente, o corpo humano evoluiu para suportar longos períodos de estresse, tendo que se adaptar a um estilo de vida ativo (BRAMBLE E LIEBERMAN, 2010).

A estreita relação entre o exercício físico e a evolução humana é demonstrada pelo fato de que a inatividade física pode nos tornar física e mentalmente doentes (BOOTH; ROBERTS; LAYE, 2012). De acordo com LIEBERMAN (2013), “há uma boa razão para se acreditar que ambientes modernos contribuem para uma considerável porcentagem de doenças mentais, como ansiedade e distúrbios depressivos.” Somos projetados para estar em movimento, interagimos com nosso ambiente através do movimento; e a atividade física é a base para o funcionamento adequado do cérebro, como afirmam LLINÁS (2001), RATEY E HAGERMAN (2012) WOLPERT (2011).

Diante do atual contexto mundial, causado pela quarentena imposta pela pandemia da COVID-19, a prevalência de sedentarismo e inatividade física aumentou de forma exponencial, afetando negativamente tanto a saúde física como a saúde mental da população (FARO *et al.*, 2020; HOLMES *et al.*, 2020).

É importante ressaltar que quanto à saúde mental, as sequelas da pandemia são maiores do que o número de mortes (BROOKS *et al.*, 2020). As medidas de bloqueio causaram sofrimento psicológico, uma vez que durante a quarentena a população aumentou seu tempo sedentário e reduziu seus níveis de atividade física, o que intensificou o aumento de transtornos psiquiátricos (VIOLANT-HOLZ *et al.* 2020).

Inúmeros estudos certificam que os efeitos dos exercícios no cérebro são incomparáveis no sentido de melhorar a saúde mental, funções cognitivas e da redução dos sintomas das doenças crônicas que parecem influenciar diretamente a saúde do cérebro (VORKAPIC-FERREIRA *et al.*, 2017).

O exercício aeróbico regular pode reduzir os sintomas associados a diferentes transtornos mentais e doenças neurodegenerativas, como doença de Alzheimer e doença de Parkinson (BLUMENTHAL *et al.*, 2007). Estudos têm demonstrado que o exercício aeróbico pode ser utilizado como intervenção coadjuvante no tratamento de transtornos mentais e que altos níveis de atividade física estão associados a uma maior qualidade de vida em populações com esses transtornos (BLUMENTHAL *et al.*, 2007; DUZEL *et al.*, 2016).

Além das inúmeras melhorias cardiovasculares, respiratórias e metabólicas observadas após o treinamento aeróbico, diversos benefícios em parâmetros psicológicos como depressão, humor, ansiedade, percepções de função física e saúde geral melhoram com a atividade física (BLUMENTHAL *et al.*, 2007; DUZEL *et al.*, 2016). A descoberta de que o exercício físico pode reduzir a incidência dos casos de depressão, demência, ansiedade e alterações do humor é consistente com o fato de que as pessoas que não se exercitam são mais propensas a apresentar e desenvolver doenças crônicas (GUALANA; TINUCCI, 2011). Melhorias na depressão e no humor foram observadas em pessoas com e sem distúrbios psicológicos diagnosticados clinicamente, bem como em pessoas com boa saúde mental (BRODY E HALL, 2012).

Vários fatores contribuem para explicar os efeitos benéficos do treinamento aeróbico sobre a função psicológica incluindo mudanças na concentração dos neurotransmissores, na temperatura corporal, nos hormônios, na função cardiorrespiratória e nos processos metabólicos, bem como melhora nos fatores psicossociais, como o suporte social, a autoeficácia e o alívio do estresse conforme afirmam BRODY E HALL (2012).

Estudos têm demonstrado que o exercício aeróbico aumenta a proliferação de neurônios, a síntese de fatores neurotróficos, a gliogênese, a sinaptogênese, regula os sistemas de neurotransmissão e neuromodulação e reduz a inflamação sistêmica (VORKAPIC-FERREIRA *et al.*, 2017).

Portanto, com base nesse contexto, o objetivo desse trabalho consiste em verificar os efeitos benéficos da prática regular de exercícios aeróbicos e suas contribuições nos aspectos de saúde mental, a partir de uma revisão da literatura.

2. OBJETIVO GERAL

Apresentar informações sobre os efeitos do exercício físico aeróbico na saúde mental e seus possíveis mecanismos.

2.1. Objetivos Específicos

- 1) Revisar a literatura sobre os efeitos do exercício físico aeróbico e suas possíveis contribuições para a saúde mental.
- 2) Examinar através da revisão da literatura se o exercício físico atua positivamente no estresse, ansiedade e depressão.
- 3) Pesquisar sobre os processos neurofisiológicos gerados pelo exercício físico e seus possíveis mecanismos que podem promover a saúde mental.

3. MÉTODO DE PESQUISA

O presente trabalho constitui uma pesquisa bibliográfica de artigos científicos que abordaram o tema de efeitos do exercício físico aeróbico na saúde mental. Para responder os objetivos e o problema da pesquisa foi realizado buscas nas bases de dados Periódicos Capes, SciELO, Google Acadêmico e PubMed. A delimitação da pesquisa foi feita a partir das seguintes palavras chave: saúde mental, exercício físico, exercício aeróbico, estresse, ansiedade, depressão. Os trabalhos foram selecionados com base nos títulos e resumo e posteriormente foram lidos por completo para a coleta de informações e dados relacionados à temática abordada. Os artigos podiam ser de revisão ou experimentais. Como critério de exclusão, não utilizamos artigos dos quais o título ou o resumo não tratavam do tema da nossa pesquisa.

4. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

4.1. Saúde Mental

De acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS, 1998) a saúde não é definida somente por ausência de doença. Tampouco, saúde mental significa a simples ausência de um transtorno mental, “ela implica emprego, satisfação no trabalho, vida cotidiana significativa, participação social, lazer, qualidade das redes sociais, equidade, enfim, qualidade de vida”. (COELHO; FILHO; PERES, 1999).

Segundo a Secretaria da Saúde do Estado do Paraná ter saúde mental é: “Estar bem consigo mesmo e com os outros, aceitar as exigências da vida, saber lidar com as boas emoções e também com aquelas desagradáveis, mas que fazem parte da vida, reconhecer seus limites e buscar ajuda quando necessário” (SECRETARIA DE SAÚDE DO ESTADO DO PARANÁ).

A OMS definiu saúde mental como: “um estado de bem-estar em que o indivíduo percebe suas próprias habilidades, pode lidar com as tensões normais da vida, pode trabalhar de forma produtiva e frutífera e é capaz de dar uma contribuição para a sua comunidade” (OMS, 2013).

“As condições de saúde mental incluem transtornos mentais e deficiências psicossociais, bem como outros estados mentais associados a sofrimento significativo, prejuízo no funcionamento ou risco de automutilação”. (OMS, 2022).

A pandemia de Covid-19 mudou significativamente o comportamento humano (SEPÚLVEDA-LOYOLA, 2020). As medidas de isolamento e distanciamento social causaram um impacto negativo na saúde mental de indivíduos de diferentes países, aumentando substancialmente o índice e os níveis de estresse, ansiedade e depressão em todo o mundo (VIOLANT-HOLZ *et al.* 2020).

Segundo a revisão desenvolvida por BROOKS *et al.* (2020) sobre o impacto psicológico na quarentena, os efeitos psicológicos negativos tomaram grande dimensão e podem ser duradouros, uma vez que foi observado um aumento na ocorrência de distúrbios emocionais como: ansiedade, depressão, estresse, humor depressivo, tristeza, irritabilidade, insônia e sintomas de estresse pós-traumático. “A saúde mental é primordial para nossa habilidade coletiva e individual, como humanos, de pensar, se emocionar, interagir uns com os outros, ganhar e desfrutar a vida”. (PEREIRA *et al.*, 2020). Desta forma, a promoção, proteção e

restauração da saúde mental são consideradas essenciais aos indivíduos, comunidades e sociedades ao redor do mundo (OMS, 2013).

4.2. Benefícios do Exercício Físico na Saúde Mental

Conforme BRASIL (2022), “por meio da atividade física é possível garantir o aumento da disposição para realizar outras tarefas, o fortalecimento dos ossos e músculos, a melhora da flexibilidade e capacidade funcional, a melhora da qualidade do sono, do humor, dos quadros depressivos, da autoestima e da sensação de bem-estar, além da redução da ansiedade e do estresse”.

Fora os inúmeros benefícios para a saúde física, a prática regular de exercícios físicos está associada à melhora da saúde mental, como o bem estar emocional, melhora do humor, redução dos sintomas de depressão, ansiedade, estresse e combate ao declínio cognitivo. (PENEDO, 2005).

O exercício físico é visto como uma importante ferramenta na melhora das funções cognitivas, diminuição da perda de neurônios coexistente ao declínio do desempenho cognitivo e redução da incidência de disfunções mentais (ANTUNES *et al.*, 2006).

De acordo com SALMON (2001) praticar exercícios físicos regularmente é altamente benéfico para pacientes psiquiátricos e pode funcionar como forma preventiva em intervenções terapêuticas gerando diminuição dos sintomas depressivos, ansiosos, redução de vulnerabilidade ao estresse e melhorias nas funções cognitivas.

Os exercícios físicos são considerados intervenções complementares comprovadamente eficazes no tratamento de transtornos mentais, e já é muito utilizado como intervenções não farmacológico em muitas doenças crônicas, de acordo com MCENTEE *et al.*, (1999).

Para FOUNTOULSKIS *et al.*, (2003) tanto a atividade física quanto o exercício físico garantem benefícios agudos e crônicos, como redução da incapacidade funcional, melhora no condicionamento físico, diminuição de pensamentos negativos e promovem melhorias no bem estar e no humor.

A ansiedade e a depressão são os distúrbios neuropsicológicos mais constantemente diagnosticados (WEGNER *et al.*, 2014) e os exercícios físicos são comumente utilizados para tratar pessoas com depressão e/ou ansiedade, e existe um crescente corpo de evidências afirmando que uma rotina regular de exercícios físicos pode melhorar os sintomas desses distúrbios, conforme afirmam (SAEED, CUNNINGHAM E BLOCH, 2019).

4.3. Estresse

O termo estresse pode ser definido como o estado gerado pela percepção de estímulos que provocam excitação emocional (MARGIS *et al.*, 2003).

Quando estes estímulos perturbam a homeostasia, eles disparam um processo de adaptação, que é caracterizado, entre outras alterações, pelo aumento da secreção das catecolaminas (epinefrina e norepinefrina) que produz diversas manifestações sistêmicas, seguidas de distúrbios fisiológicos e psicológicos (MARGIS *et al.*, 2003).

O estresse surge de várias formas e tamanho, agudo e crônico, há o estresse físico, estresse social e metabólico. O estresse é um termo maleável, podendo partir de uma ampla variação emocional, discorrendo para a sensação de opressão pelas pressões da vida (RATEY E HAGERMAN, 2012). Segundo NOLEN-HOEKSEMA *et al.* (2012), o termo estresse também é utilizado para descrever quando há ocasiões que agriam o organismo e que são capazes de acarretar sintomas ruins nos indivíduos. O estresse é uma ameaça para o equilíbrio do corpo e a permanência nessa condição por muito tempo acarretara em um estresse crônico (RATEY E HAGERMAN, 2012).

O estresse crônico pode degrada o sistema imune, tornando-o mais vulnerável a gripes e outras infecções. Regularmente, o sistema imune responde à infecção liberando várias substâncias que causam inflamação. Estresse prolongado mantém um nível de cortisol sempre elevado, fazendo com que o sistema de defesa se mantenha suprimido (OLIVEIRA *et.*, 2011).

O exercício físico tem papel importantíssimo no controle do estresse, controlando sensações físicas e emocionais, atuando a nível celular, tornando os neurônios mais flexíveis, enquanto o estresse crônico pode destruir a estrutura do cérebro (RATEY E HAGERMAN, 2012). Quando o limite do estresse é ultrapassado, ele pode trazer sérios prejuízos à vida dos indivíduos (FERREIRA, 2009). Consequências físicas, cognitivas, psicológicas e sociais, redução do sistema imunológico, dificuldade de aprendizado e concentração, problemas na qualidade do sono, isolamento social e dificuldades de relacionamento podem ser constantes e causar danos à saúde e a qualidade de vida dos indivíduos (FERREIRA, 2009; TRICOLI, 2010).

O estresse crônico pode levar a alterações em neurônios no hipocampo, córtex pré-frontal e na amígdala, uma região do cérebro envolvida em emoções negativas, incluindo medo, ansiedade e agressividade. Desse modo, a capacidade de aprendizado, a memória e a tomada

de decisões podem ser comprometidas pelo estresse, podendo ser acompanhada de níveis elevados de ansiedade (MCEWEN, 2006).

Existem diferentes formas de estresse. Biologicamente falando, tanto levantar de uma cadeira quanto sentir medo do desemprego, ativam vias semelhantes no cérebro, e ambos são formas de estresse no cérebro, e qualquer grau de estresse ativa sistemas cerebrais básicos, que controlam a atenção, a energia e a memória, sendo que a diferença está na intensidade desse estresse (RATEY E HAGERMAN, 2012). O estresse em níveis adequados é benéfico, pois estimula à aquisição de habilidades e superação de obstáculos, oferecendo ao indivíduo melhores condições de reação e tomada de decisões (POLETTI, KOLLER E DELL'AGLIO, 2009; TRICOLLI, 2010).

A forma que o nosso cérebro e nosso corpo reagem diante de uma situação de estresse está relacionada à nossa herança genética e a nossa experiência com a vida (RATEY E HAGERMAN, 2012). A forma que você decide enfrentar o estresse pode mudar como você se sente e o modo como o estresse pode afetar o seu cérebro, entretanto o exercício físico pode ativar mecanismos de reparação (neuroplasticidade) e tornar as células cerebrais mais resistentes para os futuros desafios, forçando o organismo e o corpo a se adaptarem a situações de desconforto (RATEY E HAGERMAN, 2012).

Pessoas fisicamente ativas têm menor probabilidade de se tornarem doentes após eventos estressantes comparadas a aquelas sem esse condicionamento (BUNDY *et al.* 1998). Ao que se sabe da biologia do estresse e da reparação, o estresse parece ter efeito semelhante ao de vacinas no sistema imunológico, sendo que em doses adequadas leva as células cerebrais à super compensação se tornando mais resistentes para futuras demandas, fenômeno conhecido como inoculação de estresse (RATEY E HAGERMAN, 2012).

4.4. Depressão

De acordo com CANALE E FURLAN (2006), a depressão é um processo que se caracteriza por lentidão dos processos mentais, no humor depressivo ou irritável, redução de energia, anedonia, dificuldades de concentração e pensamentos de cunho negativos.

Segundo o Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais - DSM-5 estes transtornos são acompanhados de alterações somáticas e cognitivas que afetam a capacidade funcional das pessoas, seguidos por transtornos do sono, apetite, peso, variações diurnas do humor e da libido (PAÚL *et al.*, 1993).

Considera-se que a depressão é um neuro-distúrbio, e muitos indivíduos são afetados (MOUSSAVI *et al.*, 2007). De acordo com a OMS (2017), cerca de 11,5 milhões de pessoas no Brasil têm depressão, equivalente a 5,8% da população. É a maior prevalência da doença na América Latina. E a 2º maior nas Américas, ficando atrás apenas dos Estados Unidos, com 17,4 milhões de casos, correspondente a 5,9% de sua população afetada. Em nível mundial, a doença afeta 4,4% da população. Estima-se que a depressão representará a segunda doença mais comum após as doenças cardiovasculares no ano de 2030, que é ainda mais comum do que as doenças tumorais (KERLING *et al.*, 2016).

A etiologia da depressão é multifatorial (BRASIL, 2022). Entretanto, estudos com famílias, gêmeos e crianças adotadas indicam a existência de um componente genético para depressão, estima-se que este componente genético represente cerca de 40% da susceptibilidade para desenvolver depressão unipolar e 70% para o transtorno bipolar (LAFER; FILHO, 1999; LIMA; SOUGEY; FILHO, 2004). Há diversas teorias que buscam explicar a etiologia dessa patologia. Dentre os fatores de risco que podem provocar a depressão estão: fatores biológicos, genéticos e psicossociais que podem interagir entre si (PERON *et al.*, 2004).

Os fatores psicossociais são eventos estressantes que podem desencadear episódios de depressão como experiências adversas na infância, perdas ou separações (AMERICAN PSYCHIATRIC ASSOCIATION, 2014; CORYELL, 2021).

Esses eventos estressantes da vida podem afetar o desenvolvimento de novos neurônios no cérebro (neurogênese) (ALDERMAN *et al.*, 2016). Esses achados, entre outros, levantaram a hipótese de neurogênese da depressão, que propõe que a depressão é acompanhada por uma perda de novos neurônios, enquanto a renovação dessas mesmas células pode reverter à sintomatologia depressiva (ALDERMAN *et al.*, 2016).

Já os fatores biológicos referem-se a alterações aos níveis dos neurotransmissores colinérgicos, catecolaminérgicos (noradrenérgicos e dopaminérgicos) glutamatérgicos e serotoninérgicos (5-hidroxitriptamina) (CORYELL, 2021).

Em relação aos fatores genéticos, os mecanismos destes fatores podem ser ativados em determinadas circunstâncias do meio ambiente e a sua sintomatologia prolonga-se por alguns meses ou anos, alterando as perspectivas passadas, presentes e futuras, com uma desvalorização pessoal e sentimentos de incapacidade (DSM-5, 2014; PAÚL, *et al.*, 1993).

Segundo Andrade *et al.*, (2003) “Quimicamente, a depressão é causada por um defeito nos neurotransmissores responsáveis pela produção de hormônios como a serotonina e endorfina que dão a sensação de conforto, prazer e bem estar”.

SPITZER *et al.*, (1995) compararam a qualidade de vida relacionada à saúde em pacientes com transtornos psiquiátricos ou outras condições médicas. As doenças mentais, particularmente a depressão, contribuíram para maiores prejuízos na qualidade de vida em todos os domínios do SF-20 (versão abreviada do SF-36) do que outras condições médicas.

Os exercícios físicos podem estar correlacionados a liberação de hormônios, como de conhecimento, também desempenham papel importante na saúde mental. Os exercícios favorecem principalmente a liberação de endorfinas, que agem no cérebro reduzindo a percepção de dor, como sedativos e analgésicos, e são responsáveis por aumentar a disponibilidade de hormônios, sendo assim, sua utilização no tratamento da depressão é de grande relevância, pois, mostra-se muito eficaz principalmente nos casos leves e moderados da depressão (SHAPHE E CHAHAL, 2020).

Existem dois principais métodos de tratamento disponíveis para o tratamento da depressão: intervenção psicológica e farmacoterapia (MOUSSAVI, *et al.*, 2007). As intervenções psicológicas podem trazer resultados positivos, portanto mais lentos, a farmacoterapia envolve o uso de medicamentos, mas podem estar relacionadas com muitos efeitos colaterais (AHRQ, 2012).

A depressão está associada principalmente ao sistema nervoso autônomo e central (SHUMWAY-COOK, *et al.*, 2007). Esta afirmação abre o caminho para a reabilitação física, ela tem muitas vantagens em comparação com outras abordagens convencionais, pois é não invasiva, sem efeitos colaterais, agem no sistema nervoso promovendo equilíbrio hormonal (DEBOER *et al.*, 2012).

A depressão afeta as atividades de rotina diária debilitando o sistema nervoso motor, contudo, outros fatores psicológicos e sociais também podem afetar o sistema nervoso motor (KOLB *et al.*, 2017). O exercício físico pode melhorar as atividades dos músculos esqueléticos, o estilo de vida e ainda auxiliar no tratamento de doenças cardiovasculares (SHAPHE E CHAHAL, 2020).

Com a tecnologia dos últimos anos, os cientistas conseguiram observar o cérebro em atividade através de tomografia por emissão de pósitrons (PET) e ressonâncias funcionais (fMRI) (RATEY E HAGERMAN, 2012). Para os cientistas, a depressão pode ser vista como uma alteração física do circuito emocional do cérebro e redefinida com um problema de conectividade (RATEY E HAGERMAN, 2012). Na depressão, a capacidade de adaptação e aprendizagem do cérebro é interrompida, prejudicando a comunicação e a habilidade do cérebro

de se adequar, causando atrofia e bloqueio da neuroplasticidade e da neurogênese (RATEY E HAGERMAN, 2012).

KEATING *et al.*, (2018) demonstraram que o exercício de corrida juntamente com apoio social reduziu os sintomas de depressão. DIMEO *et al.*, (2001) confirmaram que exercícios aeróbicos induzem redução significativa no nível de depressão e alterações de humor em um estudo piloto.

Dentre as estratégias de tratamento da depressão, o exercício físico tem se mostrado eficaz no tratamento da depressão (FRAZER, CHRISTENSEN E GRIFFITHS, 2005). O exercício de predominância no metabolismo aeróbio, realizado com intensidade moderada, pode ser considerado uma boa alternativa não farmacológica e importante adjuvante no tratamento da depressão (ANTUNES *et al.*, 2005).

A atenuação dos sintomas ansiolíticos e depressivos por meio do exercício físico pode ser explicada de modo fisiológico, pela liberação de hormônios como catecolaminas, endorfina, dopamina, serotonina e pela ativação de receptores específicos e diminuição da viscosidade sanguínea, proporcionando um efeito tranquilizante e analgésico (MINGHELLI *et al.* 2013).

A depressão crônica atrofia certas áreas do cérebro e o exercício, de maneira oposta libera uma cascata de neuroquímicos e fatores de crescimento que podem reverter esse processo (RATEY E HAGERMAN, 2012).

4.5. Ansiedade

A ansiedade é definida como um estado desagradável de sentimento de medo e apreensão que se segue à percepção de uma ameaça desconhecida, marcada por um desconforto ou tensão derivado de uma antecipação de perigo (CASTILLO, 2000). Assim como o medo, a ansiedade passa a ser patológica quando é demasiada e desproporcional a situação real, interferindo na qualidade de vida do ser humano (GUIMARAES *et al.*, 2015).

A ansiedade é uma emoção normal, presente em todos os seres humanos, em virtude a uma resposta evolutivamente adaptativa, herdada de nossos antepassados, tratando-se de um mecanismo de defesa fundamental para a sobrevivência da espécie (LIPP, 2000). Contudo, quando esse sentimento é exagerado, torna-se um problema patológico, que pode causar angústia na vida de uma pessoa a ponto de afetar negativamente sua capacidade de trabalhar, estudar, socializar e gerenciar tarefas diárias (RECTOR *et al.*, 2005).

“A maneira prática de se diferenciar ansiedade normal de ansiedade patológica é basicamente avaliar se a reação ansiosa é de curta duração, autolimitada e relacionada ao estímulo do momento ou não”. (CASTILLO, 2000).

Uma pesquisa realizada pela Universidade de São Paulo acendeu o sinal de alerta para o cuidado da saúde mental em tempos de isolamento social, apontando como resultado um aumento de 63% dos casos de ansiedade no Brasil durante a pandemia (BORGES, 2021).

Segundo a OMS (2020), os transtornos de ansiedade tornaram-se cada vez mais frequentes, sendo o Brasil o país com maior taxa de pessoas com esse tipo de transtorno no mundo, com uma prevalência de cerca de 10 a 20% na população em geral, frequentemente associados com sintomas como medo e mal-estar, fadiga, inquietação, palpitações, dentre outros (PEREIRA *et al.*, 2021).

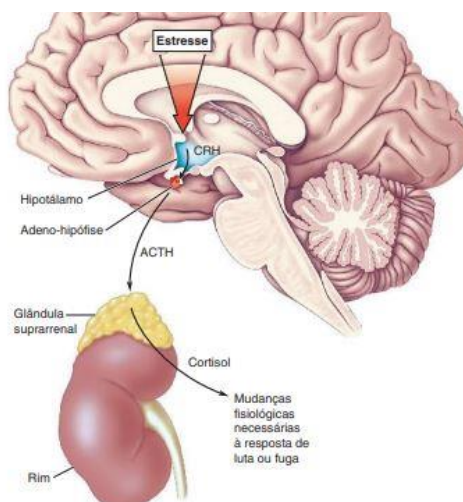
A causa da ansiedade ainda não é totalmente definida, no entanto, podemos destacar alguns fatores que podem aumentar a probabilidade do surgimento dessa condição como o estresse, o ambiente em que se está inserido e a predisposição genética (LEVEY *et al.*, 2020).

Em relação às causas biológicas, a ansiedade pode resultar da disfunção de vários neurotransmissores no sistema nervoso central (GOODMAN E GILMAN, 2012).

Na ansiedade crônica, ocorre ativação constante do eixo Hipotálamo-Pituitária-Adrenal (HPA) (**FIGURA 1**) elevando os níveis de cortisol circulante, substância que atualmente é estudada como marcador de ansiedade, estresse e outras disfunções (GRAEFF, 2007; MOREIRA, 2003).

As pessoas com crises de ansiedade diante de um fator estressor que as causam medo, ativa áreas específicas do sistema límbico, dentre elas a amígdala e o hipotálamo (ESPERIDIÃO-ANTONIO, 2017). A amígdala leva a ativação do sistema nervoso simpático (SNS) e do eixo (HPA), que por sua vez estimula a hipófise liberando na corrente sanguínea o hormônio adreno-corticotrófico (ACTH) que viaja até a porção cortical da glândula suprarrenal e está fará excreção do hormônio cortisol (BEAR, CONNORS E PARADISO, 2017; LANDEIRA-FERNANDEZ, 2011).

Figura 1: Eixo Hipotálamo-Pituitária-Adrenal (HPA).



Fonte: BEAR, CONNORS E PARADISO, 2017.

De acordo com estudos, pessoas ansiosas têm padrões elétricos acelerados em seus fusos musculares, e o exercício age como efeito de betabloqueadores, diminuindo essa tensão muscular e conseqüentemente reduzindo a sensação de ansiedade, proporcionando um efeito tranquilizante, segundo RATEY e HAGERMAN (2012).

Nos transtornos de ansiedade, um possível mecanismo de ação para o efeito positivo do exercício físico é a redução da sensibilidade à ansiedade (SMITS *et al.*, 2008). Foi demonstrado que pessoas com altos níveis de ansiedade relatam baixos níveis de atividade física, percepção de barreiras para sua prática mais elevada e benefícios menos expressivos, em comparação com aquelas com baixos níveis de ansiedade (SABOURIN *et al.* 2011).

Os exercícios aeróbicos proporcionam efeitos ansiolíticos duradouros e trazem outros benefícios como a construção de recursos cerebrais e direção de seus circuitos promovendo uma melhor reação diante das situações que causam ansiedade (RATEY E HAGERMAN, 2012). Instintivamente pessoas com ansiedade buscam se paralisar e se esconder do mundo. Estudos demonstram o quanto é importante agir, sair e se mover diante da situação, neste sentido os exercícios são benéficos, pois proporcionam distração, literalmente, mover-se coloca sua mente em outra coisa, atuando tanto no corpo quanto no cérebro, utilizando o corpo para curar o cérebro (RATEY E HAGERMAN, 2012).

5. POSSÍVEIS MECANISMOS E ASPECTOS INFLUENCIADOS PELO O EXERCÍCIO FÍSICO

5.1. Exercício Físico Aeróbico e Alterações no eixo HPA

Como já citado anteriormente a mente envolve todo o corpo, e a comunicação entre o cérebro e os sistemas cardiovascular, imunológico e outros, ocorre por meio de mecanismos neurais e endócrinos (MCEWEN, 2006).

O estresse é uma condição da interação mente-corpo e um fator de expressão de doença. Conforme afirma MCEWEN (2006), eventos estressantes dramáticos e os muitos eventos da vida diária elevam e sustentam as atividades dos sistemas fisiológicos causando desgaste do corpo.

Para MCEWEN (2006), o cérebro é o órgão chave do estresse, regiões do cérebro como hipocampo, amígdala e córtex pré-frontal são remodelados frente ao estresse. A resposta ao estresse é a reação coordenada a estímulos ameaçadores como comportamento de esquiva, aumento na vigilância e alerta, ativação da divisão simpática do sistema nervoso visceral (SNV) e liberação de cortisol a partir das glândulas suprarrenais (BEAR, CONNORS E PARADISO, 2017).

O hipotálamo está envolvido centralmente nas respostas humorais, que é mediada pelo eixo hipotálamo-hipófise-suprarrenal, conhecido como eixo HPA. O eixo HPA regula a secreção de cortisol pela glândula suprarrenal em resposta ao estresse. (CONNORS E PARADISO, 2017).

O eixo HPA também é regulado pelo hipocampo, neste caso a ativação do hipocampo suprime, em vez de estimular, a liberação de CRH. O hipocampo contém numerosos receptores para glicocorticoides, que são ativados pelo cortisol liberado pela glândula suprarrenal em resposta à ativação do eixo HPA. Assim, o hipocampo normalmente participa da regulação por retroalimentação do eixo HPA, quando os níveis de cortisol circulante estiverem em excesso o hipocampo inibe a liberação de CRH e conseqüente não ocorrem as outras fases (BEAR, CONNORS E PARADISO, 2017).

Experimentos realizados em animais mostrou que a exposição contínua ao cortisol, pode levar à retração das ramificações e à morte dos neurônios hipocampais, e que em humanos exames que formam imagens do cérebro têm mostrado uma redução no volume do hipocampo em alguns pacientes (BEAR, CONNORS E PARADISO, 2017).

A ativação do eixo hipotalâmico-pituitário-adrenal (HPA), envolvido na regulação de hormônios do estresse, como o cortisol, também parece ter papel fundamental no efeito do exercício no cérebro. Quando estimulado, o hipotálamo libera o hormônio liberador de corticotrofina (CRH), que por sua vez estimula a glândula pituitária a sintetizar o hormônio adrenocorticotrófico. Este último interage com a glândula adrenal promovendo a síntese do cortisol (DUCLOS, 2007).

Estudos demonstram que o treinamento físico pode gerar adaptações nas glândulas adrenais, reduzindo a liberação de cortisol em indivíduos em repouso (ARMSTRONG, 2002). O eixo hipotalâmico-pituitário-adrenal, envolvido na regulação de hormônios do estresse como o cortisol, é extremamente responsivo ao exercício físico.

Embora o exercício físico aumente a secreção de cortisol, o treinamento físico induz o desenvolvimento de mecanismos para proteger os tecidos de possíveis efeitos colaterais causados pelo hormônio, dessa forma, o organismo fica mais resistente ao estresse crônico e doenças relacionadas (BUENO; GOUVEÂ, 2011).

Estudos mostram que indivíduos submetidos a um programa de exercícios possuem menores níveis de cortisol em repouso ou em resposta a um agente estressor, quando comparados a sedentários (MELLO *et al.*, 2005).

Segundo VORKAPIC-FERREIRA (2016), os efeitos centrais e periféricos do exercício que resultam em melhoras da saúde cerebral e funções cognitivas podem ser mediados por mecanismos comuns que convergem na modulação da sinalização de fatores de crescimento. E o exercício pode induzir a sinalização de fatores de crescimento através do aumento direto destes fatores e da redução de condições pró-inflamatórias (KIM & FELDMAN, 2015).

A presença de citocinas pró-inflamatórias prejudica a transdução do sinal de IGF-1 um importante mecanismo de resistência à insulina. (VORKAPIC-FERREIRA, 2016). O IGF-1 periférico é essencial para o metabolismo de glicose, manutenção do tecido, função cerebrovascular e sua ausência trazem riscos de prejuízos cognitivos (KIM E FELDMAN, 2015).

Citocinas pró-inflamatórias prejudicam a sinalização de BDNF nos neurônios, levando a uma condição conhecida como resistência à neurotrofina que se assemelha à resistência à insulina (COTMAN *et al.*, 2007). Estudos de COTMAN (2007) demonstram que exercício melhora a sinalização de BDNF reduzindo a inflamação, e em modelos animais de Alzheimer o exercício melhora uma citocina pró-inflamatória melhorando a condição imune do cérebro.

Para ENCINAS *et al* (2006); MOLTENI *et al* (2002) e SCHLETT (2006) os efeitos antidepressivos do exercício em têm se mostrado tão potentes quanto o de medicações agonistas de serotonina, pois aumentam a possibilidade de a neurogênese, e que tanto o exercício agudo quanto o crônico afetam a expressão de genes hipocâmpais associados à plasticidade sináptica de uma forma geral (NEEPER *et al*, 1995).

Estudos observados por POWERS, TALBERT E, ADHIHETTY (2011) mostram que o exercício crônico tem efeitos antioxidantes, que podem ser explicados pela sinalização mediada por espécies reativas de oxigênio (ROS). Muitos estudos confirmaram que o exercício muscular promove a produção de ROS nas fibras musculares esqueléticas (POWERS E JACKSON, 2008). A produção mitocondrial de ROS, resultante de alta demanda metabólica, induz a sinalização mediada pelo fator de transcrição nuclear kappa B (NF-kB). Este induz a expressão de genes que codificam enzimas antioxidantes como a superóxido dismutase e a glutatona peroxidase, que combatem o acúmulo de radicais livres (POWERS *et al*, 2011).

Altas demandas metabólicas de energia são exigidas pelo cérebro humano para sua funcionalidade. Apesar de seu pequeno tamanho, o cérebro consome cerca de 20% do oxigênio total do corpo e os neurônios têm uma capacidade glicolítica limitada e dependem muito da produção de energia mitocondrial (ROLFE E BROWN, 1997).

Essa energia é essencial para sustentar diversos processos celulares, como síntese, secreção e reciclagem de neurotransmissores e potencial de membrana neuronal (MAGISTRETTI E ALLAMAN, 2015). Contribuindo para a regulação da plasticidade sináptica e estão envolvidas na homeostase do cálcio intracelular (JACOBSON E DUCHEN 2004; MATTSON *et al*, 2008). O exercício induz uma miríade de adaptações celulares e subcelulares, sendo provavelmente uma das mais importantes a modulação desta rede mitocondrial (PEERI E AMIRI 2015; MARQUES *et al* 2015).

Estudos animais observaram que maiores níveis de ROS ativam a proteína CREB (cAMP response element-binding em inglês) e o receptor ativado por proliferadores de peroxissoma gama (PGC-1 α) no núcleo, induzindo a biogênese mitocondrial (POWERS *et al*, 2011)

Pesquisa em andamento continua a investigar os mecanismos pelos quais os oxidantes influenciam as propriedades contráteis do músculo esquelético e a explorar intervenções capazes de proteger o músculo da disfunção mediada por oxidante (POWER E JACKSON, 2008).

5.2. Exercício Físico Aeróbico e Alterações na Concentração de Neurotransmissores

Nosso cérebro é composto por cerca de 100 bilhões de neurônios de vários tipos que se conectam uns aos outros por meio de centenas de elementos químicos diferentes, para governar nossos pensamentos e ações (RATEY E HAGERMAN, 2012).

Segundo MCAULEY E RUDOLPH (1995), o exercício contribui para a manutenção da integridade dos vasos cerebrais, aumenta o transporte de oxigênio, modula a síntese e degradação de neurotransmissores, melhora a pressão arterial, diminui os níveis de colesterol e triglicérides, impedindo a agregação plaquetária, aumenta a capacidade funcional e por consequência, melhora a qualidade vida.

Os efeitos do exercício no cérebro e, conseqüentemente no humor podem estar relacionados ao aumento na liberação de monoaminas, como serotonina, dopamina e noradrenalina (SUTOO E AKIYAMA, 2003; WEICKER E STRÜDER, 2001).

A prática regular de exercícios físicos é capaz de aumentar a síntese de neurotransmissores sinápticos, como a serotonina, norepinefrina, dopamina e acetilcolina, além disso, controlar os seus níveis (DESLANDES *et al.*, 2009; VORKAPIC-FERREIRA *et al.*, 2017).

A serotonina pode atenuar os gatilhos de formação de memórias aversivas e diminuir as respostas do hipocampo a eventos ameaçadores através de projeções serotoninérgicas gerando adaptações ao estresse repetido (JOCA, PADOVAN E GUIMARÃES, 2003).

De acordo com RATEY e HAGERMAN (2012), a serotonina modifica o estado de humor, impulsividade, raiva e agressividade e sua falta pode estar associada à depressão e ansiedade, já a norepinefrina regula funções no cérebro como atenção, percepção, motivação e excitação e a dopamina está relacionada ao nosso sistema de recompensa (satisfação), aprendizado, atenção e movimento.

A acetilcolina e a norepinefrina (ou noradrenalina) são os principais neurotransmissores responsáveis pela regulação de nossas respostas fisiológicas ao exercício físico, “são substâncias químicas que transmitem impulsos nervosos através das sinapses e das fendas sinápticas” (WILMORE E COSTILL, 2001).

MADDOCK, *et al.*, (2016) descobriram que o exercício aumenta o nível cerebral dos neurotransmissores glutamato e ácido gama-amino-butírico (GABA, na sigla em inglês). Substâncias químicas responsáveis por aproximadamente 80% das sinalizações no cérebro e possuem papéis complementares: enquanto o glutamato atua como neurotransmissor excitatório

no sistema nervoso central o GABA age como inibidor e regula a atividade cerebral (RATEY E HAGERMAN, 2012).

Uma pesquisa recente revelou que camundongos correndo em uma roda por 30 dias tiveram um aumento de 40% na liberação de dopamina no estriado dorsal, a parte do cérebro envolvida no movimento, em comparação com os níveis em camundongos que não exerceu (BASTIOLI, G., *et al.*, 2022).

O acionamento das monoaminas no cérebro induzida pela atividade física reduz os sintomas de ansiedade, depressão e melhora a capacidade do indivíduo enfrentar o estresse (CHAOULOFF, 1989; LAWLOR e HOPKER, 2001).

Devido ao aumento na permeabilidade da barreira hematoencefálica, as catecolaminas podem acessar o sistema nervoso central com mais facilidade, como efeito, ocorre maior ação de neurotransmissores, tais como: noradrenalina, β -endorfina e dopamina que podem estar relacionados à sensação de bem-estar experimentada após uma sessão de exercício físico moderado (MEREGE FILHO *et al.*, 2014).

Entretanto, a hipótese sobre a sensação de sedação e bem estar após exercícios prolongados, em decorrência do efeito da liberação de endorfina induzida pelo exercício físico, tem sido reavaliada, novas descobertas sugerem que a “hipótese endocabinóide” é uma explicação plausível (DIETRICH; MCDANIEL, 2004). Segundo FUSS *et al.* (2015) correr aumenta os níveis plasmáticos de endorfina (um opióide) e endocabinóide anandamida conhecida como “substância da felicidade”, no entanto, as endorfinas não são capazes de atravessar a barreira hematoencefálica, mas a molécula lipossolúvel da anandamida pode entrar no cérebro e reduzir a ansiedade e a sensação de dor.

5.3. Exercício Físico Aeróbico e os Fatores Neurotróficos Derivados do Cérebro (BDNF)

“O BDNF é um elo biológico decisivo entre o pensamento, as emoções e o movimento”. (RATEY E HAGERMAN, 2012).

Evidências demonstram que o exercício agudo aumenta o metabolismo, a oxigenação e o fluxo sanguíneo no cérebro, o que, conseqüentemente, promove alterações neurofisiológicas (LISTA E SORRENTINO, 2010). Como “aumento na expressão de fatores neurotróficos e a indução de processos anti-inflamatórios que promovem angiogênese, neurogênese e sinaptogênese”. (VORKAPIC-FERREIRA, 2016).

Um estudo mostrou que o exercício aumenta significativamente os níveis de BDNF, uma substância química envolvida no crescimento das células cerebrais, que reforça a liberação

do hormônio dopamina, um neurotransmissor conhecido por desempenhar papel fundamental no movimento, motivação e aprendizado (BASTIOLI, G., *et al.*, 2022).

DUMAN, (2005) e LIE *et al.*, (2004) confirmam que os exercícios induzem um aumento na síntese dos fatores neurotróficos relacionados a melhor funcionamento cognitivo, neurogênese, angiogênese e plasticidade. O fator neurotrófico derivado do cérebro (BDNF) e o fator de crescimento semelhante à insulina (IGF-1) são os fatores mais pesquisados e essenciais para o funcionamento do hipocampo, melhorando o aprendizado e modulando a depressão DUMAN, (2005); LIE *et al.*, (2004).

Essas proteínas exercem duplo papel no metabolismo da energia e da plasticidade sináptica, aumentando a produção de antioxidantes e proteínas protetoras na célula. (RATEY E HAGERMAN, 2012). Elas agem como um fertilizante, estimulando os neurônios a se conectarem e crescerem, sendo vital para a neuroplasticidade e a neurogênese, conforme afirmam RATEY E HAGERMAN, (2012).

O BDNF protege os neurônios contra o cortisol em áreas que controlam o humor, incluindo o hipocampo e o alto volume de cortisol diminui os níveis de BDNF no cérebro, entretanto os exercícios aeróbicos elevam os níveis dessas neurotrofinas que influenciam diretamente na redução dos sintomas depressivos (RATEY E HAGERMAN, 2012).

Em um experimento com animais, cientistas injetaram BDNF diretamente no hipocampo dos camundongos, com o propósito de saber como eles reagiriam diante de uma situação de estresse inevitável, os camundongos receberam choque nos pés e foram avaliados na capacidade de enfrentamento da situação. Os camundongos que receberam a injeção foram muito mais rápidos em tentar escapar do que os não receberam, demonstrando que níveis mais elevados de BDNF no cérebro podem influenciar na capacidade de enfrentar as adversidades e na tentativa de sobreviver (RATEY E HAGERMAN, 2012).

Estudos apontam que o exercício físico é capaz de aumentar os níveis de BDNF no sangue (MACKAY, KUYS e BRAUER, 2017; DINOFF *et al.*, 2016; DINOFF *et al.*, 2017). Os exercícios agem como fagulhas que modificam a dinâmica do cérebro, bloqueiam a atividade celular autodestrutiva e fornecem o material para construção de axônios e dendritos, que são essenciais no processo de construção da neurogênese conforme afirmam os autores (RATEY E HAGERMAN, 2012).

O exercício físico promove alterações na expressão de genes no hipocampo associados à plasticidade sináptica, especificamente os genes relacionados ao sistema glutamatérgico são

regulados para cima e aqueles associados ao sistema gabaérgico, para baixo (VORKAPIC-FERREIRA, 2016).

As adaptações na função glutamatérgica no giro denteado ocasionada pelo exercício podem influenciar na produção de novos neurônios (VORKAPIC-FERREIRA, 2016).

Um estudo recente em camundongos revelou que o circuito da amígdala modula a ansiedade (AHRENS *et al* 2018).

Em um experimento com camundongos eles foram divididos em quatro grupos: camundongos correndo por duas, quatro ou sete noites e um grupo controle sem roda de corrida. Foi injetada em seus cérebros uma molécula que se liga ao BDNF e ao serem escaneados o resultado foi que os roedores que correram apresentaram um aumento de BDNF em relação aos que não correram e quanto mais longe cada camundongo corria, mais altos eram esses níveis (RATEY E HAGERMAN, 2012).

Na depressão crônica certas áreas do cérebro encolhem, e altos níveis de BDNF no cérebro agem reforçando fisicamente a infraestrutura do cérebro (RATEY E HAGERMAN, 2012).

5.4. Exercício Físico Aeróbico e Aprendizagem (Neuroplasticidade)

O crescimento do tamanho do cérebro ao longo da evolução humana foi uma adaptação estrutural que nos permitiu armazenar mais informações relacionadas à aprendizagem (DAWKINS, 2009). O cérebro é inerentemente plástico, efetivamente capaz de mudar a estrutura física e funcional frente às experiências submetidas no cotidiano, tais mudanças é a base biológica de qualquer aprendizado (BAVELIER E NEVILLE, 2002).

O bem estar emocional também é fundamental para a aprendizagem. Quando a amígdala no “cérebro emocional” detecta estados emocionais, como estresse, medo ou raiva, ela recebe uma carga excessiva de norepinefrina e dopamina e “congela” (GOLEMAN, 2005; WILLIS, 2009), impedindo o processamento de novas informações no hipocampo, ou seja, o aprendizado é impedido (WILLIS, 2009). DIAMOND E LING (2019) ressaltam que nosso bem-estar emocional, social e físico impacta fortemente a cognição.

O exercício agudo promove o aumento periférico de fatores neurotróficos, incluindo BDNF, IGF-1 e fator de crescimento endotelial vascular (VEGF) que aumentam a plasticidade sináptica e a capacidade de produzir potenciação de longo prazo e essas adaptações estão positivamente correlacionadas a memória e sucesso na aprendizagem (BASSO E SUZUKI, 2017).

Durante o exercício o BDNF ajuda o cérebro a absorver mais IGF-1 e estimula os neurônios a produzirem mais neurotransmissores glutamato e serotonina, ele então leva a produção de mais receptores de BDNF, fortalecendo as conexões sinápticas induzindo potencial de longa duração (LTP) (RATEY E HAGERMAN, 2012).

Em um experimento conduzido por um grupo de professores de educação física transformaram os dezenove mil alunos do distrito 203 de Naperville nos mais aptos do país e também alguns dos mais inteligentes. O objetivo de Zero Hour foi determinar se correr uma milha antes da aula daria as crianças um impulso na capacidade de leitura e no resto das disciplinas. Resultado: estes alunos de Naperville terminaram em primeiro lugar no TIMSS (RATEY E HAGERMAN, 2012). O que se observou foi que quando os alunos corriam uma milha na academia, eles ficavam mais preparados para aprender em suas outras aulas e seus sentidos mais aguçados, foco e humor melhorados (RATEY E HAGERMAN, 2012).

Uma das principais características do exercício físico é melhorar a qualidade de aprendizagem e teoricamente, a capacidade de aprender, associar, lembrar e contextualizar informações tem forte correlação com os níveis de BDNF (RATEY E HAGERMAN, 2012; DOHERTY E MIRAVALLLES, 2019). A prática de exercício aeróbico voluntário induz à síntese e liberação de substâncias neurotróficas como o BDNF, substância essencial para a sobrevivência de neurônios existentes, crescimento de novos neurônios (neurogênese), e novas sinapses entre neurônios (sinaptogênese) no hipocampo, região associada ao aprendizado (DOHERTY E MIRAVALLLES, 2019).

É descrito na literatura, que pessoas aprendem mais rápido após uma única sessão de exercício, no entanto, não significa que apenas praticar exercício físico o tornará mais inteligente, visto que neurônios recém-nascidos precisam ser usados senão os perdemos (RATEY E HAGERMAN, 2012).

Charles Hilman em um estudo pegou um grupo de quarenta crianças metade em forma, metade fora de forma, e avaliou atenção, memória de trabalho e velocidade de processamento. As crianças usaram uma touca de natação com eletrodos que mediam a atividade elétrica no cérebro, o resultado mostrou que havia mais atividade no cérebro das crianças em forma, indicando que mais neurônios envolvidos na atenção estavam sendo recrutados para uma determinada tarefa, demonstrando uma melhor integralidade, ou seja, uma melhor aptidão equivale a melhor atenção e, portanto, melhores resultados (RATEY E RAGERMAN, 2012).

“A correlação entre exercício, neurogênese e memória também tem sido observada durante o envelhecimento. O exercício físico tem mostrado efeitos neuroprotetores contra o

declínio cognitivo associado à idade e atrofia cerebral”. (VORKAPIC- FERREIRA *et al.*, 2017). Entre os efeitos benéficos do exercício aeróbico habitual na função cognitiva destacam-se melhoria nas funções executivas e memória (MANDOLESI *et al.*, 2018).

Uma revisão sugere que o exercício aeróbico tem ação benéfica sobre a função cognitiva em indivíduos de todas as faixas etárias, sobretudo em adultos mais velhos (KANDOLA *et al.*, 2016). Foi observado que intervenções de exercícios aeróbicos podem melhorar a performance cognitiva em diversos aspectos, incluindo atenção, funcionamento executivo, velocidade de processamento, funcionamento motor e memória (KANDOLA *et al.*, 2016).

Algumas hipóteses foram propostas para explicar os mecanismos envolvidos na melhora da função cognitiva em resposta ao exercício físico como aumento do transporte de oxigênio para o cérebro, síntese e degradação de neurotransmissores, ativação de receptores específicos e diminuição da viscosidade sanguínea (MELLO *et al.*, 2005).

Declínios no fluxo sanguíneo cerebral frequentemente observado com o avançar da idade são considerados um importante contribuinte para o declínio cognitivo, bem como doenças cardiovasculares e cerebrovasculares (LEEUEWIS *et al.*, 2018). “O motivo pode ser um declínio na capacidade dos vasos sanguíneos cerebrais de responder ao aumento metabólico, demanda e estímulos químicos, mecânicos ou neurais.” (DAVENPORT *et al.*, 2012).

O exercício demonstrou aliviar os declínios relacionados à idade na capacidade cardiovascular e cerebrovascular, maior aptidão cardiorrespiratória beneficia a circulação sistêmica e cerebral e reduz as consequências neurobiológicas e cognitivas adversas do envelhecimento, sugerindo que o exercício regular pode ser protetor para o cérebro e pode atenuar a redução do fluxo sanguíneo cerebral relacionado à idade (BROWN *et al.*, 2010; CHAPMAN *et al.*, 2013).

Pessoas fisicamente ativas mostram diferenças na estrutura e função do cérebro (HILLMAN *et al.*, 2009). Com relação à função cerebral, estudos mostram maior atividade cerebral, maior conectividade entre hipocampo, região pré-frontal e cíngulo (CHADDOCK-*et al.*, 2010). A atividade física demonstra estar relacionada com melhoras no desempenho cognitivo (PESCE *et al.*, 2009; DONNELLY E LAMBOURNE, 2011).

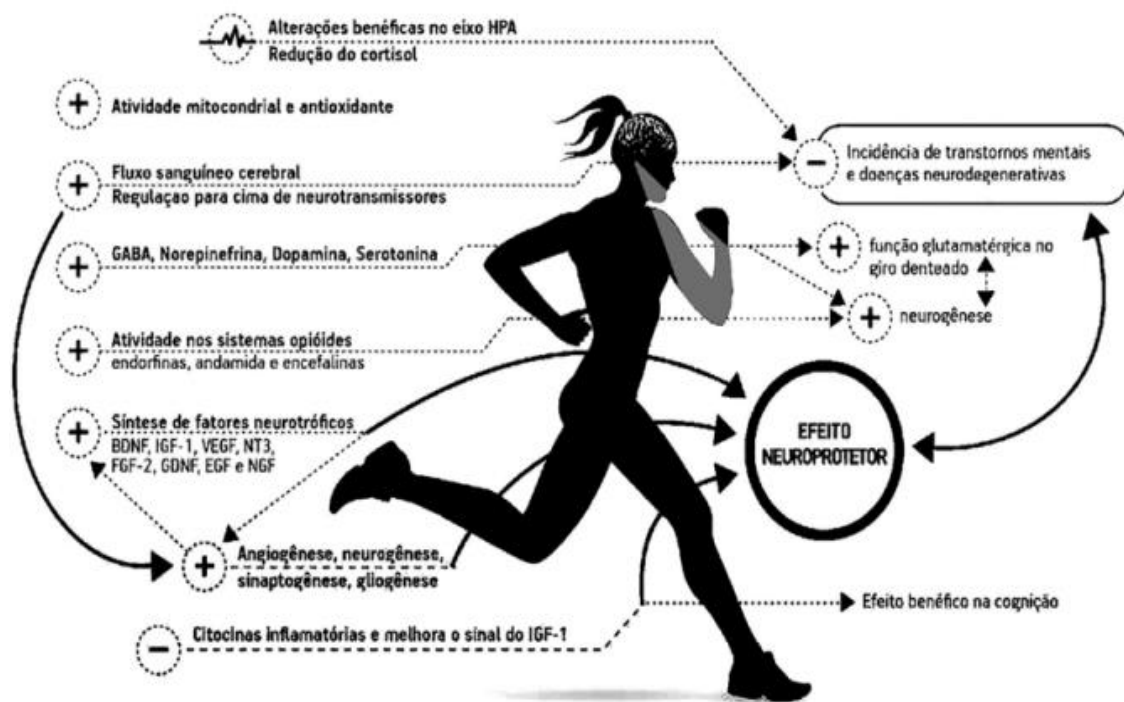
O exercício regular de longo prazo e de intensidade moderada a alta com um componente “qualitativo” ou cognitivo tem um impacto mais profundo e duradouro na estrutura, função e redes neurais do cérebro (DIAMOND E LING, 2019; TOMPOROWSKI *et al.*, 2015).

Um estudo acompanhou durante seis meses um grupo de duzentos e três homens e mulheres idosos saudáveis e pouco ativos, com intervenção de um programa de treinamento aeróbico, realizado três dias por semana, eles foram submetidos a testes submáximos e máximos pré/pós-intervenção (LAKE, *et al.*, 2022).

Os resultados mostraram que o exercício aeróbico melhorou não apenas os índices cardiorrespiratórios, mas também a função cerebrovascular em cargas de trabalho submáximas (LAKE, *et al.*, 2022), esses achados corroboram sugerindo que o exercício regular pode ser protetor para o cérebro reduzindo consequências neurobiológicas e cognitivas nesta população (BROWN *et al.*, 2010). A **FIGURA 2** resume os possíveis mecanismos neurobiológicos pelos quais o exercício melhora a saúde cerebral.

Fonte: VORKAPIC-FERREIRA, 2017.

Figura 2: Efeitos do Exercício Físico no Cérebro.



6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pandemia de COVID-19 afetou drasticamente o comportamento humano e contribuiu para intensificar problemas psíquicos e emocionais. Devido ao tempo de isolamento social e a inatividade física vivenciados nesse período, distúrbios como depressão, estresse e ansiedade tiveram um aumento na sua incidência.

O presente estudo mostrou que a prática regular do exercício físico aeróbico age positivamente na saúde mental, demonstrando que o exercício regular promove inúmeros benefícios como: melhora da aprendizagem e memória, redução dos sintomas do estresse, depressão e ansiedade. Dessa forma, a prática do exercício físico regular pode ser uma ferramenta altamente eficaz no tratamento de distúrbios que afetem a saúde mental.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA DE PESQUISA E QUALIDADE EM SAÚDE (AHRQ) **Medicina para o tratamento da depressão: uma revisão da pesquisa para adultos**. *AHRQ PubNo.12 EHC012-A*. Departamento de Saúde e Serviços Humanos; EUA, 2012.

AHRENS, Sandra; WU, Melody V.; FURLAN, Alessandro; HWANG, Ga-Ram; PAIK, Raehum; LI, Haohong; PENZO, Mario A.; TOLLKUH, Jessica; LI, Bo. **A Central Extended Amygdala Circuit That Modulates Anxiety**. *Journal of Neuroscience* 13 June 2018, 38 (24) 5567-5583; DOI: <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.0705-18.2018>. Disponível em: <https://www.jneurosci.org/content/38/24/5567>, acessado em: 01/10/2022.

ALDERMAN, B.; OLSON, R.; BRUSH, C. **MAP training: combining meditation and aerobic exercise reduces depression and rumination while enhancing synchronized brain activity**. *Transl Psychiatry* 6, e726 (2016). <https://doi.org/10.1038/tp.2015.225>. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/tp2015225>, acessado em: 01/10/2022.

ALMEIDA FILHO, Naomar de.; COELHO, Maria Thereza Ávila.; PERES, Maria Fernanda Tourinho. **Conceito de Saúde Mental**. *Revista USP*, São Paulo, n. 43, p. 100-125, set./nov. DOI: <https://doi.org/10.11606/issn.2316-9036.v0i43p100-125>, 1999. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/revusp/article/view/28481>, acessado em: 14/10/2022.

AMERICAN PSYCHIATRIC ASSOCIATION (APA). **Manual diagnóstico e estatístico de transtornos mentais: DSM-5**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2014.

ANDRADE, Rosângela Vieira de; SILVA, Aderbal Ferreira da; MOREIRA, Frederico Neiva; SANTOS, Helisbetânia Paulo Souza; DANTAS, Heloiza Ferreira; ALMEIDA, Iramiz Ferreira de; LOBO, Leandra de Paula Brito; NASCIMENTO, Mirian Argolo. **Atuação dos neurotransmissores na depressão. Sistema nervoso**. V.1, n.1, a.6, Saúde em movimento, 2003. Disponível em: <http://www.saudeemmovimento.com.br/revista/artigos/cienciasfarmaceuticas/v1n1a6.pdf>, acessado em: 01/10/2022.

ANTUNES, Hanna K.M.; SANTOS, Ruth F.; CASSILHAS, Ricardo; SANTOS, Ronaldo V.T.; BUENO, Orlando F.A.; **Exercício físico e função cognitiva: uma revisão**. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. v. 12, n. 2, <<https://doi.org/10.1590/S1517-86922006000200011>>. 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbme/a/d6ZwqpnbcKwM7Z74s8HJH8h/abstract/?lang=pt>, acessado em: 06/06/2022.

ANTUNES, Hanna Karen Moreira; STELLA, Sérgio Garcia; SANTOS, Ruth Ferreira; BUENO, Orlando Francisco Amodéu; MELLO, Marco Túlio de. **Depression, anxiety and quality of life scores in seniors after an endurance exercise program**. *Rev Bras Psiquiatr*, vol.27, n.4, p.266-71, São Paulo (SP), 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbp/a/zHygfYsbxGwFRgbQTYcNbbK/?format=pdf&lang=en>, acessado em: 01/10/2022.

ARMSTRONG, Lawrence E.; VANHEEST, Jaci L. **The unknown mechanism of the overtraining syndrome: clues from depression and psychoneuroimmunology**. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)* vol. 32, 3: 185-209. doi:10.2165/00007256-200232030 00003,

2002. Disponível em:
<https://paulogentil.com/pdf/The%20Unknown%20Mechanism%20of%20the%20Overtraining%20Syndrome.pdf>, acessado em: 06/06/2022.

ARROLL, Bruce; ELLEY, C Raina; FISHMAN, Tana; GOODYEAR-SMITH, Felicity A; KENEALY, Tim; BLASHKI, Grant; KERSE, Ngaire; MACGILLIVRAY, Stephen. **Antidepressants versus placebo for depression in primary care**. The Cochrane database of systematic reviews ,3 CD007954. 8 Jul, doi:10.1002/14651858.CD007954, 2009. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19588448/>, acessado em: 06/06/2022.

BASSO, J. C.; SUZUKI, W. A. **The Effects of Acute Exercise on Mood, Cognition, Neurophysiology, and Neurochemical Pathways: A Review**. Brain Plast. 28;2(2):127-152. doi: 10.3233/BPL-160040., 2017. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29765853/>, acessado em: 06/06/2022.

BASTIOLI, Guendalina; ARNOLD, Jennifer C.; MANCINI, Maria; MAR, Adam C.; GAMALLO-LANA, Begoña; SAADIPOUR, Khalil; CHAO, Moses V.; RICE, Margaret E. **Voluntary exercise boosts striatal dopamine release: evidence for the necessary and sufficient role of BDNF**. Journal of Neuroscience 8 June 2022, 42 (23) 4725-4736; DOI: <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.2273-21.2022>. Disponível em: <https://www.jneurosci.org/content/42/23/4725.abstract>, acessado em: 06/06/2022.

BAVELIER, Daphne; NEVILLE, Helen J. **Cross-modal plasticity: where and how?** Nat Rev Neurosci. Jun;3(6):443-52. doi: 10.1038/nrn848, 2002. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12042879/>, acessado em: 06/06/2022.

BEAR, M. F.; CONNORS, B. W.; PARADISO, M. A. **Neurociências: desvendando o sistema nervoso**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

BLUMENTHAL, James A; BABYAK, Michael A; DORAISWAMY, P Murali; WATKINS, Lana; HOFFMAN, Benson M; BARBOUR, Krista A; HERMAN, Steve; CRAIGHEAD, W Edward; BROSSE, Alisha L; WAUGH, Robert; HINDERLITER, Alan; SHERWOOD, Andrew. **Exercise and pharmacotherapy in the treatment of major depressive disorder**. Randomized Controlled Trial Psychosom Med. Sep-Oct; 69(7): 587-96. doi: 10.1097/PSY.0b013e318148c19a, 2007. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17846259/>, acessado em: 06/06/2022.

BOOTH, Frank W.; ROBERTS, Christian K.; LAYE, Matthew J. **Lack of exercise is a major cause of chronic diseases**. Compr Physiol; 2(2):1143–1211. doi: 10.1002/cphy.c110025, 2012. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4241367/>, acessado em: 06/06/2022.

BORGES, Luciana. **Brasil lidera casos de depressão e ansiedade na pandemia**. Consumidor moderno, 2021. Disponível em: <https://www.consumidormoderno.com.br/2021/02/15/brasil-lidera-casos-de-depressao-e-ansiedade-na-pandemia/>, acessado em: 03/04/2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Hábitos que podem ajudar a sua saúde mental em tempos de Coronavírus**. [Brasília]: Ministério da Saúde, 06 jul. 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-brasil/eu-quero-me-exercitar/noticias/2021/habitos-que-podem-ajudar-a-sua-saude-mental-em-tempos-de->

coronavirus#:~:text=Manter%20a%20rotina%20de%20casa,preservar%20a%20sua%20sa%C3%BAde%20mental, acessado em: 03/04/2021.

BRODY, Lori Thein e HALL, Carrie M. **Exercício terapêutico: na busca da função**. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2012.

BROOKS, Samantha K.; WEBSTER, Rebecca K.; SMITH, Louise E.; WOODLAND, Lisa; FMEDSCI, Simon Wessely; FRCPSYCHA, Neil Greenberg; RUBIN, Gideon James. **The psychological impact of quarantine and how to reduce it: rapid review of the evidence**. The Lancet, Volume 395, Issue 10227, 14–20 March 2020, Pages 912-920, [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30460-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30460-8), 2020. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140673620304608?casa_token=i1CyRzGi35YAAAAA:-h64cGAMbPxEqQbfFti9UYTD5z5qcCMRn_m79hfq3P-cyDVb9xrSUZGDX7Wjf_e7cZGjW4niOIR4Ng, acessado em: 03/04/2021.

BROWN, Allison D; MCMORRIS, Carly A.; LONGMAN, R. Stewart; LEIGH, Richard; HILL, Michael D.; FRIEDENREICH, Christine M.; POULIN, Marc J. **Effects of cardiorespiratory fitness and cerebral blood flow on cognitive outcomes in older women**. Neurobiology of Aging, 31, 2047–2057. DOI: 10.1016/j.neurobiolaging.2008.11.002, 2010. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19111937/>, acessado em: 03/04/2021.

BUENO, Juliano Ribeiro. **Cortisol e exercício: efeitos, secreção e metabolismo**. Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício, v. 10, n. 3, DOI: <https://doi.org/10.33233/rbfe.v10i3.3443>, 2011. Disponível em: <https://portalatlanticaeditora.com.br/index.php/revistafisiologia/article/view/3443>, acessado em: 03/04/2021.

BUNDY, Christine; CARROLL, Douglas; WALLACE, Louise; NAGLE, Robert. **Stress management and exercise training in chronic stable angina pectoris**. Psychology & Health, Volume 13, Pages 147-155, <https://doi.org/10.1080/08870449808406138>, 2007. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/08870449808406138>, acessado em: 03/04/2021.

CANALE, Alaíse; FURLAN, Maria Montserrat Diaz Pedrosa. **Depressão**. Portal de Periódicos - Universidade Estadual de Maringá, v. 11 n. 1 (2007), 2013. Disponível em: <https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ArqMudi/article/view/19991>, acessado em: 14/10/2022.

CASTILLO, Ana Regina G. L.; RECONDO, Rogéria; ASBAHR, Fernando R.; MANFRO, Gisele G. **Transtornos de ansiedade**. Revista Brasileira de Psiquiatria, 22 (2000): 20-23, <https://doi.org/10.1590/S1516-44462000000600006>, 2000. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbp/a/dz9nS7gtB9pZFY6rkh48CLt/>, acessado em: 14/10/2022.

CASTRO, Margaret; MOREIRA, Ayrton C. **Análise Crítica do Cortisol Salivar na Avaliação do Eixo HipotálamoHipófise-Adrenal**. Arq. Bras. Endocrinol. Metab. v 47, pg 358-367. <https://doi.org/10.1590/S0004-27302003000400008>, Ribeirão Preto, 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/abem/a/hwfpjK9S5ShXMS95zvNPjrp/?lang=pt>, acesso em: 20/11/2021.

CHADDOCK, Laura; ERICKSON, Kirk I.; PRAKASH, Ruchika Shaurya; KIM, Jennifer S.; VOSS, Michelle W.; VANPATTER, Matt; PONTIFEX, Matthew B.; Raine, Lauren B.; Konkel, Alex; Hillman, Charles H.; Cohen, Neal J.; Kramer, Arthur F. **A neuroimaging investigation of the association between aerobic fitness, hippocampal volume, and memory performance in preadolescent children.** Brain Research, Volume 1358, 28 October 2010, Pages 172-183, <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2010.08.049>, 2010. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0006899310018317?casa_token=Dk6fb479u4YAAAAA:DTrc-dutL07Q93SuCp0lKAJXvJ7at2gL-Yk5aPbPCX38l4qzKZlouBhIp6oKBj5GQk9jNKbGpVsjKw#!, acessado em: 14/10/2022.

CHAOULOFF F. **Physical exercise and brain monoamines: a review.** Acta Physiol Scand. 1989;137(1):1-13. doi:10.1111/j.1748-1716.1989.tb08715.x, 1989. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1748-1716.1989.tb08715.x>, acessado em: 14/10/2022.

CHAPMAN, Sandra B.; ASLAN, Sina; SPENCE, Jeffrey S.; DEFINA, Laura F.; KEEBLER, Molly W.; DIDEHBANI, Nyaz; LU, Hanzhang. **Shorter term aerobic exercise improves brain, cognition, and cardiovascular fitness in aging.** Frontiers in Aging Neuroscience, 5, 75. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2013.00075>, 2013. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnagi.2013.00075/full>, acessado em: 14/10/2022.

CORYELL, W. **Transtornos depressivos.** MANUAL MSD versão para profissionais de saúde, ago 2021. Disponível em: <https://www.msmanuals.com/pt-br/profissional/transtornos-psiQUI%20C3%A1tricos/transtornos-do-humor/transtornos-depressivos>, acessado em: 14/10/2022.

COTMAN, Carl W.; BERCHTOLD, Nicole C.; CHRISTIE, Lori-Ann. **Exercise builds brain health: key roles of growth factor cascades and inflammation.** Trends Neurosci; 30: 464–472, doi: 10.1016/j.tins.2007.06.011. Epub 2007 Aug 31, 2007. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17765329/>, acessado em: 14/10/2022.

DAVENPORT, Margie H.; HOGAN, David B.; ESKES, Gail A.; LONGMAN, R. Stewart; POULIN, Marc J. **Cerebrovascular reserve: The link between fitness and cognitive function?** Exercise and Sport Sciences, Volume 40 - Issue 3 - p 153-158, doi: 10.1097/JES.0b013e3182553430, 2012. Disponível em: https://journals.lww.com/acsm-essr/fulltext/2012/07000/cerebrovascular_reserve__the_link_between_fitness.7.aspx, acessado em: 14/10/2022.

DAWKINS, RICHARD. **The Greatest Show on Earth: The Evidence for Evolution.** UK: Bantam Press, 2009.

DEBOER, Lindsey B.; POWERS, Mark B.; UTSCHIG, Angela C.; OTTO, Michael W.; SMITS, Jasper A. J. **Exploring exercise as an avenue for the treatment of anxiety disorders.** Expert Review of Neurotherapeutics, Volume 12, 2012 - Issue 8, Pages 1011-1022, <https://doi.org/10.1586/ern.12.73>, 2014. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1586/ern.12.73?journalCode=iern20>, acessado em: 14/10/2022.

DESLANDES, Andréa; MORAES, Helena; FERREIRA, Camila; VEIGA, Heloisa; SILVEIRA, Heitor; MOUTA, Raphael; POMPEU, Fernando A M S; COUTINHO, Evandro

Silva Freire; LAKS, Jerson. **Exercise and mental health: many reasons to move.** *Neuropsychobiology* vol. 59,4. 191-8. DOI: 10.1159/000223730, 2009. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19521110/>, acessado em: 14/10/2022.

DIAMOND, Adele; LING, Daphne S. **Aerobic-Exercise and resistance-training interventions have been among the least effective ways to improve executive functions of any method tried thus far.** *Dev Cogn Neurosci.* 2019 Jun;37:100572. doi: 10.1016/j.dcn.2018.05.001, 2019. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29909061/>, acessado em: 14/10/2022.

DIETRICH A; MCDANIEL W. F. **Endocannabinoids and exercise.** *Br J Sports Med.* 2004;38(5):536-541. doi:10.1136/bjism.2004.011718, 2004. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15388533/>, acessado em: 14/10/2022.

DIMEO, F.; BAUER, M.; VARAHRAM, I.; PROEST, G.; HALTER, U. **Benefits from aerobic exercise in patients with major depression: a pilot study piloto.** *Br J Sports Med.* 2001; 35 :114-7. doi: 10.1136/bjism.35.2.114, 2001. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11273973/>, acessado em: 14/10/2022.

DINOFF, Adam; HERRMANN, Nathan; SWARDFAGER, Walter; LANCTÔT, Krista L. **The effect of acute exercise on blood concentrations of brain-derived neurotrophic factor in healthy adults: a meta-analysis.** *Eur J Neurosci.* 2017 Jul;46(1):1635-1646. doi: 10.1111/ejn.13603. Epub, 2017. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28493624/>, acessado em: 14/10/2022.

DINOFF, Adam; HERRMANN, Nathan; SWARDFAGER, Walter; LIU, Celina S; SHERMAN, Chelsea; CHAN, Sarah; LANCTÔT, Krista L. **The Effect of exercise training on resting concentrations of peripheral brain-derived neurotrophic factor (BDNF): A metaanalysis.** *PLoS One*, Sep 22;11(9):e0163037. doi: 10.1371/journal.pone.0163037. eCollection, 2016. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27658238/>, acessado em: 14/10/2022.

DOHERTY, Anya; MIRAVALLÉS, Anna Forés. **Physical activity and cognition: inseparable in the classroom.** *Sec. Educational Psychology*, 4:105. <https://doi.org/10.3389/feduc.2019.00105>, 2019. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/feduc.2019.00105/full>, acessado em: 14/10/2022.

DONNELLY, Joseph E.; LAMBOURNE, Kate. **Classroom-based physical activity, cognition, and academic achievement.** *Prev Med*, 52 Suppl 1:S36-42. doi: 10.1016/j.ypmed.2011.01.021, 2011. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21281666/>, acessado em: 14/10/2022.

DUCLOS, Martine; GUINOT, Michel; Le BOUC, Yves. **Cortisol and GH: odd and controversial ideas.** *Appl Physiol Nutr Metab*; 32(5):895–903, 2007. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18059614/>, acessado em: 14/10/2022.

DUMAN, Ronald S. **Neurotrophic factors and regulation of mood: role of exercise, diet and metabolism.** *Neurobiol Aging*; 26(suppl): S88–S93. doi: 10.1016/j.neurobiolaging, 2005. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16226350/>, acessado em: 14/10/2022.

DUZEL, E.; VAN PRAAG, H.; SENDNER, M. **Can physical exercise in old age improve memory and hippocampal function?** Brain. 139(Pt 3): 662-73. doi: 10.1093/brain/awv407. Epub 2016 Feb 11, 2016. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26912638/>, acessado em: 14/10/2022.

EHRBAR, J.; BRAND, S.; COLLEDGE, F.; DONATH, L.; EGGER, S. T.; HATZINGER, M.; HOLSBOER-TRACHSLER, E.; IMBODEN, C.; SCHWEINFURTH, N.; VETTER, S.; GERBER, M. **Psychiatric in-patients are more likely to meet recommended levels of health-enhancing physical activity if they engage in exercise and sport therapy programs.** Frontiers in Psychiatry, 9, Article 322. <https://doi.org/10.3389/fpsyt.2018.00322>, 2018. Disponível em: <https://psycnet.apa.org/record/2018-37243-001>, acessado em: 14/10/2022.

ENCINAS, Juan M.; VAAHTOKARI, Anne; ENIKOLOPOV, Grigori. **Fluoxetine targets early progenitor cells in the adult brain.** Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America vol. 103,21: 8233-8, 2006. Disponível em: <https://www.pnas.org/doi/abs/10.1073/pnas.0601992103>, acessado em: 14/10/2022.

ESPERIDIÃO-ANTONIO, Vanderson; MAJESKI-COLOMBO, Marilia; TOLEDO-MONTEVERDE, Diana; MORAES-MARTINS, Glaciele; FERNANDES, Juliana José; ASSIS, Marjorie Bauchiglioni de; MONTENEGRO, Stefânia; SIQUEIRA-BATISTA, Rodrigo. **Neurobiology of emotions: an update.** International review of psychiatry (Abingdon, England) vol. 29,3: 293-307, 2017. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28540750/>, acessado em: 14/10/2022.

FARO, André; BAHIANO, Milena de Andrade; NAKANO, Tatiana de Cassia; REIS, Catiele; SILVA, Brenda Fernanda Pereira da; VITTI, Laís Santos. **COVID-19 e saúde mental: A emergência do cuidado.** Estudos de Psicologia (Campinas), 37, 1-14. <https://doi.org/10.1590/1982-0275202037e200074>, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/estpsi/a/dkxZ6QwHRPhZLsR3z8m7hvF/?lang=pt>, acessado em: 14/10/2022.

FERREIRA, H. A. **Intervenção fisioterapêutica reduz o índice de estresse em vestibulandos.** Dissertação (Mestrado) – Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, 2009.

FOUNTOULAKIS, Konstantinos N.; O'HARA, Ruth; IACOVIDES, Apostolos; CAMILLERI, Christopher P.; KAPRINIS, Stergios; KAPRINIS, George; YESAVAGE, Jerome. **Unipolar late-onset depression: a comprehensive review.** Annals of General Hospital Psychiatry, v. 2, n. 1, p. 11, 2003. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14675492/>, acessado em: 14/10/2022.

FRAZER, C.J.; CHRISTENSEN, Helen, GRIFFITHS, Kathleen M.; **Effectiveness of treatments for depression in older people.** Med. J. Aust, Jun 20;182(12):627-32. doi: 10.5694/j.1326-5377.2005.tb06849.x, 2005. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15963019/>, acessado em: 14/10/2022.

FUSS, Johannes; STEINLE, Jörg; BINDILA, Laura; AUER, Matthias K.; KIRCHHERR, Hartmut; LUTZ, Beat; GASS, Peter. **A runner's high depends on cannabinoid receptors in mice.** Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. 112, 13105–13108, 2015. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26438875/>, acessado em: 14/10/2022.

GOLEMAN, D. **Inteligência emocional: por que pode ser mais importante do que o QI.** Nova York, NY: Bantam Books, 2005.

GRAEFF, Frederico G. **Ansiedade, pânico e o eixo hipotálamo-pituitária-adrenal.** Brazilian Journal of Psychiatry [online]. v. 29, suppl 1, pp. s3-s6, <https://doi.org/10.1590/S1516-44462007000500002> 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbp/a/BVdhVdfwm7zhxbLmhbj8Vv/?lang=pt>, acessado em: 09/10/2022.

GUALANA, Bruno; TINUCCI, Taís. **Sedentarismo, exercício físico e doenças crônicas.** Rev. bras. Educ. Fís. Esporte, São Paulo, v. 25, p. 37-43, dez, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbefe/a/LdkT3DR37Cp8b7SzBXSjfhM/?format=pdf&lang=pt>, acessado em: 09/10/2022.

GUIMARÃES, Ana Margarida Voss; SILVA NETO, Antônio Canuto da; VILAR, Aryele Tayna Silva; ALMEIDA, Bárbara Gabrielly da Costa; FERMOSELI, André Fernando de Oliveira; ALBUQUERQUE, Carla Maria Ferreira de. **Transtornos De Ansiedade: Um estudo De Prevalência Sobre As Fobias Específicas E A Importância Da Ajuda Psicológica.** Ciências Biológicas e da Saúde. Maceió, v. 3, n.1, p. 115-128. Novembro 2015, periodicos.set.edu.br. Disponível em: <https://periodicos.set.edu.br/fitsbiosauade/article/view/2611/0>, acessado em: 09/10/2022.

HARARI, YUVAL NOAH. **Sapiens: Uma breve história da humanidade.** Trad. Jorio Dauster. 1ed. São Paulo: Companhia das Letras, 2020.

HILLMAN, C. H.; PONTIFEX, M. B.; RAINE, L. B.; CASTELLI, D. M.; HALL, E. E.; KRAMER, A. F. **The effect of acute treadmill walking on cognitive control and academic achievement in preadolescent children.** Neuroscience vol. 159,3: 1044-54, doi: 10.1016/j.neuroscience.2009.01.057, 2009. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19356688/>, acessado em: 09/10/2022.

HOLMES, Emily A.; O'Connor, Rory C.; PERRY, V. H.; TRACEY, I.; WESSELY, S.; ARSENEAULT, L.; BALLARD, C.; CHRISTENSEN, H.; SILVER, R. C.; EVERALL, I.; FORD, T.; JOHN, A.; KABIR, T.; KING, K.; MADAN, I.; MICHIE, S.; PRZYBYLSKI, A. K.; SHAFRAN, R.; SWEENEY, A.; WORTHMAN, C. M.; YARDLEY, L.; COWAN, K.; COPE, C.; HOTOPF, M.; BULLMORE, ED. **Multidisciplinary research priorities for the COVID-19 pandemic: A call for action for mental health science.** The Lancet Psychiatry, 7(6), 547–560, 2020. Disponível em: <https://www.thelancet.com/action/showPdf?pii=S2215-0366%2820%2930168-1>, acessado em: 09/10/2022.

JACOBSON, J.; DUCHEN, M. R.; **Interplay between mitochondria and cellular calcium signalling.** Mol Cell Biochem 256:209-218, 2004. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1023/B:MCBI.0000009869.29827.df>, acessado em: 09/10/2022.

JOCA, S.R.; PADOVAN, C.M.; GUIMARÃES, F.S. **Stress, depression and the hippocampus.** Rev Bras Psiquiatr; 25 Supl 2:46-1, doi: 10.1590/s1516-44462003000600011, 2003. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14978587/>, acessado em: 09/10/2022.

KANDOLA, Aaron; HENDRIKSE, Joshua; LUCASSEN, Paul; YÜCEL, Murat. **Aerobic Exercise as a Tool to Improve Hippocampal Plasticity and Function in Humans: Practical Implications for Mental Health Treatment**. *Frontiers in human neuroscience* vol. 10 373. 29 Jul. doi: 10.3389/fnhum.2016.00373, 2016. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27524962/>, acessado em: 09/10/2022.

KEATING Laura E; BECKER, Suzanna; MCCABE, Katie; WHATTAM, Jeff; GARRICK, Laura; SASSI, Roberto B.; FREY, Benicio; MCKINNON, Margaret C. **Effects of a 12-week running programme in youth and adults with complex mood disorders**. *BMJ Open Sport Exercício Med.* 2018; 4 :e000314. doi: 10.1136/bmjsem-2017-000314, 2017. Disponível em: <https://bmjopensem.bmj.com/content/4/1/e000314>, acessado em: 09/10/2022.

KERLING, Arno; BOHLEN, Anne von; KÜCK, Momme; TEGTBUR, Uwe; GRAMs, Lena; HAUFE, Sven; GÜTZLAFF, Elke; KAHL, Kai G. **Exercise therapy improves aerobic capacity of inpatients with major depressive disorder**. *Brain and Behavior*, Hannover Alemanha, v. 6, n. 6, p.22, doi: 10.1002/brb3.469, 2016. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4842901/>, acessado em: 09/10/2022.

KIM, B.; FELDMAN, E. **Insulin resistance as a key link for the increased risk of cognitive impairment in the metabolic syndrome**. *Exp Mol Med.*; 47(3): e149, doi: 10.1038/emm.2015.3, 2015. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25766618/>, acessado em: 09/10/2022.

KOLB, B.; WHISHAW, I. Q. **Neuropsicologia Humana**. 7ª edição. Médica Panamericana; Buenos Aires, Argentina: 2017.

LAFER, Beny; VALLADA FILHO, Homero Pinto. **Genética e fisiopatologia dos transtornos depressivos**. *Revista Brasileira Psiquiatria*. Depressão - vol. 21 - maio 1999, p. SI 12-17, <https://doi.org/10.1590/S1516-44461999000500004>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbp/a/7YBWGD6DJdkRJcyCPZz43dr/?lang=pt>, acesso em: 30/09/2022.

LAKE, Sonja L.; GUADAGNI, Veronica; KENDALL, Karen D.; CHADDER, Michaela; ANDERSON, Todd J. LEIGH, Richard; RAWLING, Jean M.; HOGAN, David B.; HILL, Michael D.; POULIN, Marc J **Aerobic exercise training in older men and women- Cerebrovascular responses to submaximal exercise: Results from the Brain in Motion study**. *Relatórios Fisiológicos*, v. 10, n. 4, pág. e15158, doi: 10.14814/phy2.15158, 2022. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35212167/>, acesso em: 30/09/2022.

LANDEIRA-FERNANDEZ, J. **Neurobiologia dos transtornos de ansiedade**. In B RANGÉ. (Org.), *Psicoterapias cognitivo-comportamentais: Um diálogo com a psiquiatria* (pp.68-81, 2ª ed.). Porto Alegre, RS: Artmed, 2011. Disponível em: chrome-extension://efaidnbnmnibpcajpcglclefindmkaj/http://www.soupro.com.br/nnce/Arquivos/Artigos/2011/landeira_etal_02_2011.pdf, acesso em: 30/09/2022.

LAWLOR, D. A.; HOPKER, S. W. **The effectiveness of exercise as an intervention in the management of depression: systematic review and meta-regression analysis of randomised controlled trials**. *BMJ (Clinical research ed.)*, 322(7289), 763–767. doi: 10.1136/bmj.322.7289.763, 2001. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11282860/>, acesso em: 30/09/2022.

LEEuwIS, A.; SMITH, Lorna A.; MELBOURNE, Andrew; HUGHES, Alun D.; RICHARDS, Marcus; PRINS, Niels D.; SOKOLSKA, Magdalena; ATKINSON, David; TILLIN, Therese; JÄGER, Hans R.; CHATURVEDI, Nish; FLIER, Wiesje M. van der; BARKHOF, Frederik. **Cerebral blood flow and cognitive functioning in a communitybased, multi-ethnic cohort: The SABRE Study.** *Frontiers in Aging Neuroscience*, 10, 279, <https://doi.org/10.3389/fnagi.2018.00279>, 2018. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnagi.2018.00279/full>, acesso em: 30/09/2022.

LEVEY, Daniel F; GELERNTER, Joel; POLIMANTI, Renato; ZHOU, Hang; CHENG, Zhongshan; ASLAN, Mihaela; QUADEN, Rachel; CONCATO, John; RADHAKRISHNAN, Krishnan, BRYOIS, Julien; SULLIVAN, Patrick F; PROGRAM, Million Veteran; STEIN, Murray B. **Reproducible Genetic Risk Loci for Anxiety: Results From ~200,000 Participants in the Million Veteran Program.** *Am J Psychiatry*. Março de 2020, p. 223-232, DOI: 10.1176/appi.ajp.2019.19030256, 2020. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31906708/>, acesso em: 30/09/2022.

LIE, D. Chichung; SONG, Hongjun; COLAMARINO, Sophia A.; MING, Guo-li; GAGE, Fred H. **NEUROGENESIS IN THE ADULT BRAIN: New Strategies for Central Nervous System Diseases.** *Anu. Rev. Pharmacol. Toxicol*, v. 44, p. 399-421, 2004. Disponível em: https://www.med.upenn.edu/songlab/assets/user-content/documents/AnnuRevPharmacolToxicol_2004.pdf, acesso em: 30/09/2022.

LIEBERMAN, D. E. **Four legs good, two legs fortuitous: Brains, brawn and the evolution of human bipedalism.** In *the Light of Evolution*. Ed. Jonathan B. Losos 55-71. Greenwood Village, CO: Roberts and Company, 2010. Disponível em: <https://scholar.harvard.edu/files/dlieberman/files/2010g.pdf>, acesso em: 30/09/2022.

LIEBERMAN, D. E. **The Story of the Human Body: Evolution, Health and Disease.** New York: Pantheon Books, 2013.

LIPP, Marilda E. N. **O estresse está dentro de você.** 2 ed, Editora Contexto, São Paulo, 2000.

LISTA, I; SORRENTINO, G. **Biological mechanisms of physical activity in preventing cognitive decline.** *Cell Mol Neurobiol*. 30(4):493-503, doi: 10.1007/s10571-009-9488-x, 2010. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20041290/>, acesso em: 30/09/2022.

LLINÁS, Rodolfo. **I of the Vortex: From Neurons to Self.** Cambridge, MA: MIT Press, 2001.

MACKAY, C. P.; KUYS, S. S.; BRAUER, S. G.; **The Effect of Aerobic Exercise on Brain Derived Neurotrophic Factor in People with Neurological Disorders: A Systematic Review and Meta-Analysis.** *Neural Plast*, Volume 2017, Article ID 4716197. <https://doi.org/10.1155/2017/4716197>. Disponível em: https://www.hindawi.com/journals/np/2017/4716197/?utm_source=google&utm_medium=cp&utm_campaign=HDW_MRKT_GBL_SUB_ADWO_PAIDYNA_JOUR_X_PJ_GROUP3&gclid=Cj0KCQjw166aBhDEARIsAMEyZh7T5DoLSPOP1qOps1J3sLzRZueJW5Ug251pTBPWG5KOCKvwSDgFW9UaAnIHEALw_wcB, acesso em: 30/09/2022.

MADDOCK, Richard J.; CASAZZA, Gretchen A.; FERNANDEZ, Dione H.; MADDOCK, Michael I. **Acute Modulation of Cortical Glutamate and GABA Content by Physical Activity.** *The Journal of neuroscience: the official journal of the Society for Neuroscience* vol.

36,8: 2449-57. doi:10.1523/JNEUROSCI.3455-15.2016, 2016. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26911692/>, acesso em: 30/09/2022.

MAGISTRETTI, P. J., ALLAMAN, I. **A cellular perspective on brain energy metabolism and functional imaging.** Neuron. May 20; 86(4): 883-901. doi: 10.1016/j.neuron.2015.03.035., 2015. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25996133/>, acesso em: 30/09/2022.

MANDOLESI, Laura; POLVERINO, Arianna; MONTUORI, Simone; FOTI, Francesca; FERRAIOLI, Giampaolo; SORRENTINO, Pierpaolo; SORRENTINO, Giuseppe. **Effects of Physical Exercise on Cognitive Functioning and Wellbeing: Biological and Psychological Benefits.** Frontiers in psychology vol. 9 509. 27 Apr. doi: 10.3389/fpsyg.2018.00509, 2018. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5934999/>, acesso em: 30/09/2022.

MARGIS, Regina; PICON, Patrícia; COSNER, Annelise Formel; SILVEIRA, Ricardo de Oliveira. **Relação entre estressores, estresse e ansiedade.** Revista de Psiquiatria, Rio Grande do Sul, v. 25, n. 1, p. 65-74. 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rprs/a/Jfqm4RbzpJhbxsLSCzmgjb/?lang=pt>, acesso em: 30/09/2022.

MARQUES-ALEIXO, I.; SANTOS-ALVES, Estela; MARIANI, Diogo; RIZO-ROCA, David. **Physical exercise prior and during treatment reduces sub-chronic doxorubicin-induced mitochondrial toxicity and oxidative stress.** Mitochondria 20:22–33, DOI:10.1016/j.mito.2014.10.008, 2015. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/269082554_Physical_exercise_prior_and_during_treatment_reduces_sub-chronic_doxorubicin-induced_mitochondrial_toxicity_and_oxidative_stress, acesso em: 30/09/2022.

MCAULEY, E.; RUDOLPH, D. **Physical activity, aging, and psychological well-being.** J Aging Phys Act 3:67-96, DOI: <https://doi.org/10.1123/japa.3.1.67>, 1995. Disponível em: <https://journals.humankinetics.com/view/journals/japa/3/1/article-p67.xml>, acesso em: 30/09/2022.

MCENTEE, Derek J.; HALGIN, Richard P. **Cognitive Group Therapy and Aerobic Exercise in the Treatment of Anxiety.** Journal of College Student Psychotherapy, v.13, n.3, pág. 37-55, https://doi.org/10.1300/J035v13n03_04, 2008. Disponível em: https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1300/J035v13n03_04, acesso em: 30/09/2022.

MCEWEN, B. S. **Protective and damaging effects of stress mediators: Central role of the brain.** Dialogues in Clinical Neuroscience, v. 8, n. 4, p. 367– 381. doi: 10.31887/DCNS.2006.8.4/bmcewen, 2006. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17290796/>, acesso em: 30/09/2022.

MELLO, Marco Túlio de; BOSCOLO, Rita Aurélia; ESTEVES, Andrea Maculano; TUFIK, Sergio. **O exercício físico e os aspectos psicobiológicos.** Revista brasileira de medicina do esporte, v.11, n.3, p. 203-207, <https://doi.org/10.1590/S1517-86922005000300010>, 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbme/a/nmsrxHqN5yFqTv8GLdYLM6n/abstract/?lang=pt>, acesso em: 30/09/2022.

MEREGE FILHO, Carlos Alberto Abujabra; ALVES, Christiano Robles Rodrigues; SEPÚLVEDA, Carlos Andrés; COSTA, André dos Santos; LANCHA JUNIOR, Antônio Herbert; GUALANO, Bruno. **Influência do exercício físico na cognição: uma atualização sobre mecanismos fisiológicos.** Revista brasileira de medicina do esporte, São Paulo, SP, v. 20, n. 3, p. 237-241, <https://doi.org/10.1590/1517-86922014200301930>, abr./2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbme/a/WWjJfVxVrhMTJ9HF8YP5VGM/abstract/?lang=pt>, acesso em: 30/09/2022.

MINGHELLI, Beatriz; TOMÉ, Brigitte; NUNES, Carla; NEVES, Ana; SIMÕES, Cátia. **Comparação dos níveis de ansiedade e depressão entre idosos ativos e sedentários.** Rev. Psiq. Clínica, 40(2), 71–6, <https://doi.org/10.1590/S0101-60832013000200004>, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rpc/a/hNsJdN6dN6N8RgtmV9BJPmd/?lang=pt>, acesso em: 30/09/2022.

MOLTENI, R.; YING, Z.; GÓMEZ-PINILLA, F. **Differential effects of acute and chronic exercise on plasticity-related genes in the rat hippocampus revealed by microarray.** Eur J Neurosci. 16(6):1107-16. doi: 10.1046/j.1460-9568.2002.02158.x., 2002. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12383240/>, acesso em: 30/09/2022.

MOUSSAVI, Saba; CHATTERJI, Somnath; VERDES, Emese; TANDON, Ajay; PATEL, Vikram; USTUN, Bedirhan. **Depression, chronic diseases, and decrements in health: results from the World Health Surveys** *Lanceta*. 370 :808–9. doi: 10.1016/S0140-6736(07)61415-9, 2007. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17826170/>, acesso em: 30/09/2022.

NAZARÉ OLIVEIRA, Eliany; Aguiar, Rômulo Carlos de; Oliveira de Almeida; Maria Tereza; Cordeiro Eloia, Sara; Queiroz Lira, Tâmia, Benefícios da Exercício físico para Saúde Mental. *Saúde Coletiva*. 2011;8(50):126-130. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84217984006> acesso em: 17/09/2022.

NEEPER, S. A.; GÓMEZ-PINILLA, F.; CHOI, J.; COTMAN, C. **Exercise and brain neurotrophins.** *Nature*. Jan 12; 373(6510):109. doi: 10.1038/373109a0, 1995. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7816089/>, acesso em: 30/09/2022.

NOLEN-HOEKSEMA, S. **Introdução a psicologia.** Cengage Learning: São Paulo, 2012.

PAÚL, Maria Constança. **A depressão em idosos: estudo exploratório.** *Análise Psicológica*, v. 11, n. 4, p. 35-42, 1993. Disponível em: <https://repositorio.ispa.pt/handle/10400.12/3245>, acesso em: 30/09/2022.

PEERI, M; AMIRI, S. **Protective effects of exercise in metabolic disorders are mediated by inhibition of mitochondrial-derived sterile inflammation.** *Med Hypo* 85:707709, doi: 10.1016/j.mehy.2015.10.026, 2015. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26527493/>, acesso em: 30/09/2022.

PENEDO, F. J.; DAHN, J. R. **Exercise and well-being: a review of mental and physical health benefits associated with physical activity.** *Current Opinion in Psychiatry*, v. 18, p. 189–193, 2005.

PEREIRA, A. C. C., et al. O agravamento dos transtornos de ansiedade em profissionais de saúde no contexto da pandemia da COVID-19. **Revista Brasileira de Revisão de Saúde**,

Curitiba, v.4, n.2, p. 4094-4110, doi: 10.1097/00001504-200503000-00013, 2021. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16639173/>, acesso em: 30/09/2022.

PEREIRA, Mara Dantas; OLIVEIRA, Leonita Chagas de; COSTA, Cleberson Franclin Tavares, BEZERRA, Claudia Mara de Oliveira; PEREIRA, Míria Dantas; SANTOS, Cristiane Kelly Aquino dos; DANTAS, Estélio Henrique Martin. **The COVID-19 pandemic, social isolation, consequences on mental health and coping strategies: an integrative review.** Revista Research, Society and Development, v. 9, n. 7, p. 1-29, DOI: 10.33448/rsd-v9i7.4548, 2020. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/4548>, acesso em: 30/09/2022.

PERON, A. P.; NEVES, G. Y. S.; BRANDÃO, M.; VICENTINI, V. E. P. **Aspectos Biológicos E Sociais Da Depressão.** Arq. Ciênc. Saúde Unipar, Umuarama, 8(1), jan./abr. p.45-48, 2004. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/235580709.pdf>, acesso em: 30/09/2022.

PESCE, Caterina; Crova, Claudia; Cereatti, Lucio; Casella, Rita; Bellucci, Mario. **Physical activity and mental performance in preadolescents: Effects of acute exercise on free-recall memory.** Saúde Mental e Atividade Física, v. 2, n. 1, pág. 16-22, <https://doi.org/10.1016/j.mhpa.2009.02.00>, 2009. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1755296609000052>, acesso em: 30/09/2022.

POLETTI, M.; KOLLER, S. H.; DELL'AGLIO, D. D. **Eventos estressores em crianças e adolescentes em situação de vulnerabilidade social de Porto Alegre.** Revista Ciência & Saúde Coletiva, v. 14, n. 2, p. 455-66, <https://doi.org/10.1590/S1413-81232009000200014>, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csc/a/vf8Fqy4W96c8ntwtxp7jYP/abstract/?lang=pt>, acesso em: 30/09/2022.

POWERS, S. K.; JACKSON, M. J. **Exercise-induced oxidative stress: cellular mechanisms and impact on muscle force production.** *Physiol Rev* **88**, 1243-1276, doi: 10.1152/physrev.00031.2007, 2008. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18923182/>, acesso em: 30/09/2022.

POWERS, S. K.; TALBERT, E. E.; ADHIHETTY, P.J. **Reactive oxygen and nitrogen species as intracellular signals in skeletal muscle.** *J Physiol.* 589(Pt 9):2129-2138. doi:10.1113/jphysiol.2010.201327, 2011. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21224240/>, acesso em: 30/09/2022.

QIAO, X.; GAI, H.; SU, R.; DEJI, C.; CUI, J.; LAI, J.; ZHU, Y. **PI3K-AKT-GSK3 β -CREB signaling pathway regulates anxiety-like behavior in rats following alcohol withdrawal.** *J Affect Disord* 235: 96–104. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2018.04.039>, 2018. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29655081/>, acesso em: 30/09/2022.

RAMOS JJ. **Na história e na arte.** São Paulo: IBRASA; 1983.

RATEY, John J; HAGERMAN, Eric. **Corpo ativo mente desperta: a nova ciência do exercício físico e do cérebro.** Rio de Janeiro: Objetiva, 2012.

RECTOR, Neil A; BOURDEAU, Danielle; KITCHEN, Kate; JOSEPH-MASSIAH, Linda. **Anxiety Disorders an Information Guide.** Canada: Centre for Addiction and Mental Health,

2005. Disponível em: <https://www.camh.ca/-/media/files/guides-and-publications/anxiety-guide-en.pdf>, acesso em: 23/04/2022.

ROLFE, D. F.; BROWN, G. C. **Cellular energy utilization and molecular origin of standard metabolic rate in mammals.** *Physiol Rev* 77:731-758. doi: 10.1152/physrev.1997.77.3.731, 1997. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9234964/>, acesso em: 23/04/2022.

SABOURIN, Brigitte C.; HILCHEY, Catherine A.; LEFAIVRE, Marie-Josée; WATT, Margo C.; STEWART, Sherry H. **Why do they exercise less? Barriers to exercise in high-anxiety sensitivity women.** *Cognitive Behaviour Therapy*, 40:3, 206–215. Review A Scoping Review of the Relationship between Running and Mental Health, DOI: 10.1080/16506073.2011.573572, jun. 2011. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21877959/>, acesso em: 23/04/2022.

SAEED, S. A.; CUNNINGHAM, K.; BLOCH, R. M. **Depression and Anxiety Disorders: Benefits of Exercise, Yoga, and Meditation.** *Am Fam Physician*. 2019;99(10):620-627, 2019. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31083878/>, acesso em: 23/04/2022.

SALMON, P. **Effects of physical exercise on anxiety, depression, and sensitivity to stress: a unifying theory.** *Clin Psychol Rev*. 21(1):33-61. doi: 10.1016/s0272 7358(99)00032-x. PMID: 11148895, 2001. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11148895/>, acesso em: 23/04/2022.

SCHLETT, K. **Glutamate as a modulator of embryonic and adult neurogenesis.** *Curr Top Med Chem*. 6(10):949-60. doi: 10.2174/156802606777323665, 2006. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16787269/>, acesso em: 23/04/2022.

SEPÚLVEDA-LOYOLA, W.; RODRÍGUEZ-SÁNCHEZ, I.; PÉREZ-RODRÍGUEZ, P.; GANZ, F.; TORRALBA, R.; OLIVEIRA, D. V.; RODRÍGUEZ-MAÑAS, L.; **Impact of Social Isolation Due to COVID-19 on Health in Older People: Mental and Physical Effects and Recommendations.** *The Journal of Nutrition, Health & Aging*, v. 24, n. 9, p. 938-947, doi: 10.1007/s12603-020-1469-2. 2020. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33155618/>, acesso em: 23/04/2022.

SHAPHE, M. A.; CHAHAL, M. A.; **Relation of Physical Activity with the Depression: A Short Review.** *J Lifestyle Med*. Jan 31;10(1):1-6. doi: 10.15280/jlm.2020.10.1.1. PMID: 32328443; PMCID: PMC7171062, 2020. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7171062/>, acesso em: 23/04/2022.

SHUMWAY-COOK A, WOOLLACOTT M. **Motor Control: Translating Research Into Clinical Practice.** 3ª ed. Lippincott Williams & Wilkins; EUA: 2007.

SMITS, Jasper A. J.; BERRY, Angela C .; ROSENFELD, David; POWERS, Mark B.; BEHAR, Evelyn; OTTO, Michael W. **Reducing anxiety sensitivity with exercise.** *Depress Anxiety*, 25(8), 689-699. doi:10.1002/da.20411, 2008. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18729145/>, acesso em: 23/04/2022.

SPITZER, R. L.; KROENKE, K.; LINZER, M.; HAHN, S. R.; WILLIAMS, J. B.; DEGRUY, F. V.; BRODY, D.; DAVIES, M. **Health related quality of life in primary care patients with mental disorders. Results from the PRIME-MD 1000 Study.** *JAMA*. 274 Suppl 19:1511-7, 1995. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18729145/>, acesso em: 23/04/2022.

SUTOO, D.; AKIYAMA, K. **Regulation of brain function by exercise**. Neurobiol Dis. 13(1):1-14, doi: 10.1016/s0969-9961(03)00030-5, 2003. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12758062/>, acesso em: 23/04/2022.

TOMPOROWSKI, P. D.; MCCULLICK, B.; PENDLETON, D. M.; PESCE, C. **Exercise and children's cognition: The role of exercise characteristics and a place for metacognition**. J. Esporte Saúde Sci. 4, 47-55. doi: 10.1016/j.jshs.2014.09.003, 2015. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2095254614001203>, acesso em: 23/04/2022.

TRICOLI, V. A. C. **Stress na adolescência: Sintomas, fontes e manejo**. In TRICOLI, V. A. C. (Org). Stress na adolescência: Problema e Solução. São Paulo: Casa do Psicólogo, 2010a, p. 39-51, 2013. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/262518784_Estresse_na_adolescencia_Problema_e_solucao, acesso em: 23/04/2022.

VIOLANT-HOLZ, Verónica; GALLEGO-JIMÉNEZ, M Gloria; GONZÁLEZ-GONZÁLEZ, Carina S.; MUÑOZ-VIOLANT, Sarah; RODRÍGUEZ, Manuel José; SANSANO-NADAL, Oriol; GUERRA-BALIC, Myriam. **Psychological Health and Physical Activity Levels during the COVID-19 Pandemic: A Systematic Review**. Int J Environ Res Saúde Pública. Dezembro, 17 (24): 9419, doi: 10.3390/ijerph17249419, 2020. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7765528/>, acesso em: 23/04/2022.

VORKAPIC-FERREIRA, Camila. **Neurociência do exercício, saúde mental e aprendizagem**. Caminhos da Educação Matemática em Revista , v. 4, n. 2, pág. 135-151, 2016. Disponível em: https://aplicacoes.ifs.edu.br/periodicos/caminhos_da_educacao_matematica/article/view/77, acesso em: 23/04/2022.

VORKAPIC-FERREIRA, Camila; GÓIS, Rayanne Souza; GOMES, Luis Paulo; BRITTO, Andre; AFRÂNIO, Bastos; DANTAS, Estélio Henrique Martins. **Nascidos para correr: a importância do exercício para a saúde do cérebro**. Revista Brasileira de Medicina do Esporte. v. 23, n. 06, pp. 495-503, <https://doi.org/10.1590/1517-869220172306175209>, 2017. Disponível em: https://www.scielo.br/jj/rbme/a/5nzW5gTTWcCTk9r4SD8Hkgf/abstract/?lang=pt_, acesso em: 23/04/2022.

WEGNER, Mirko; HELMICH, Ingo; MACHADO, Sergio; NARDI, Antonio E.; ARIAS-CARRION, Oscar; BUDDE, Henning. **Effects of exercise on anxiety and depression disorders: review of meta- analyses and neurobiological mechanisms**. CNS & Neurological Disorders-Drug Targets (Anteriormente Atual Drug Targets-SNC & Neurological Disorders) , v. 13, n. 6, pág. 1002-1014, doi: 10.2174/1871527313666140612102841. 2014. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24923346/>, acesso em: 23/04/2022.

WEICKER, H; STRÜDER, H. K. **Influence of exercise on serotonergic neuromodulation in the brain**. Amino acids vol. 20,1: 35-47, doi: 10.1007/s007260170064. 2001. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11310929/>, acesso em: 23/04/2022.

WILLIS, J. **Cooperative Learning Is a Brain Turn-On**. Middle School Journal. Volume 38, Issue 4: Engaging Instruction to Captivate Students. doi: 10.1080/00940771.2007.11461587,

2015. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00940771.2007.11461587>, acesso em: 23/04/2022.

WILLIS, J. **What You Should Know About Your BRAIN**. ASCD, 2009. Disponível online em : http://www.ascd.org/ASCD/pdf/journals/ed_lead/el200912_willis.pdf, acesso em: 23/04/2022.

WILMORE, J. H.; COSTILL, D. L. **Fisiologia do esporte e do exercício**. 2.ed. São Paulo: Editora Manole, 2001.

WOLPERT, D. **The Real Reason for Brains – Is Movement**. Cambridge University Research News, 2011 Disponível online em : <https://www.cam.ac.uk/research/news/the-man-with-the-golden-brain>, acesso em: 23/04/2022.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Mental health: strengthening our response**. 2022. Disponível online em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/mental-health-strengthening-our-response>, acesso em: 12/10/2022.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Promoción de la salud**: glosario. Genebra: WHO, 1998.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Depression and Other Common Mental Disorders - Global Health Estimates**, 2017.2. Disponível em: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/254610/WHO-MSD-MER-2017.2_eng.pdf. Acesso em: 29/09/2022.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Investing in Mental Health: Evidence for Action**. Geneva, WHO Press, 2013.