

## Correlação entre neuroplasticidade e a realização de exercícios físicos: uma revisão integrativa

João Guilherme Souza Oliveira<sup>1\*</sup>, Juliana Michelle Da Silva<sup>1</sup>, Ianka Laryssa de Lacerda Alves<sup>1</sup>, Daiane Fernanda Nogueira de Barros<sup>1</sup>, Karollyne Skarlet Gomes da Silva<sup>1</sup>, Letícia Santos Vasconcelos<sup>1</sup>, Maria Rayssa de Souza Albuquerque<sup>2</sup>, Evellyn Victoria da Silva<sup>2</sup>, Juliany Michelle Da Silva<sup>3</sup>, Dijannah Cota Machado<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Discente do Departamento de Biofísica e Radiobiologia, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE);

<sup>2</sup> Discente de Biomedicina, Centro Universitário Brasileiro (UNIBRA);

<sup>3</sup> Discente de Educação Física, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE);

<sup>4</sup> Docente do Departamento de Biofísica e Radiobiologia, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)

\* joao.gsoliveira@ufpe.br

### RESUMO

A neuroplasticidade pode ser definida com a capacidade que o sistema nervoso tem de se adaptar às diversas condições impostas pelo meio ambiente em que o organismo está inserido. Esse mecanismo de adaptação tem como finalidade a recuperação neural e pode ser estimulado por vários fatores. Visto isso, esse trabalho tem como objetivo compreender o processo de plasticidade cerebral, bem como a sua relação com a prática de atividades físicas. Assim, foi realizada uma revisão integrativa com base em dados das plataformas PUBMED e SCIELO. É notório que a prática de exercícios físicos proporciona melhora na saúde geral e na função cognitiva, trazendo benefícios para o sistema nervoso. Adicionalmente, a neuroplasticidade tem importância no combate a doenças neurodegenerativas como Parkinson e Alzheimer, por exemplo. Dada a relevância, são necessários mais estudos, a fim de compreender melhor a relação entre exercícios físicos, plasticidade neural e a potencialização da cognição humana, além de possibilitar novos tratamentos contra doenças neurológicas.

### INTRODUÇÃO

A neuroplasticidade pode ser definida com a capacidade que o sistema nervoso tem de se adaptar às diversas condições impostas pelo meio ambiente em que o organismo está inserido (Sobrinho, 1995). Os neurônios, principais células do sistema nervoso, se modificam estruturalmente e funcionalmente, sendo essa dinâmica fundamental tanto no caso de lesões cerebrais, quanto para possibilitar a aprendizagem de novos conhecimentos ao decorrer da vida dos seres humanos (Zilli, de Lima, & Kohler, 2014). Evolutivamente, a neuroplasticidade é justificada pelo papel fundamental do cérebro na sobrevivência da espécie humana (Gulyaeva, 2016).

A plasticidade neural frequentemente ocorre na infância, porém, não deixa de acontecer na idade adulta, ocorrendo tanto nas regiões lesionadas, como nas regiões não lesionadas do cérebro. Esse mecanismo costuma acontecer sempre que determinados estímulos são aplicados no sistema nervoso, modificando a excitabilidade e a função das células nervosas (Borella & Sacchelli, 2009). A nível celular, a neuroplasticidade costuma ocorrer a partir da síntese de determinados grupos de proteínas, que modulam as sinapses e, portanto, possuem papel fundamental nesse processo (Gulyaeva, 2016).

Dentre esses estímulos, destaca-se a prática de exercícios físicos. Além de fazer bem para a saúde em geral, estudos mostram que a realização de exercícios acarreta em melhoras no aprendizado, na plasticidade e na memória, tanto em animais (Abel & Rissman, 2012) quanto em humanos (Voss, et al., 2012). Em somatório, a prática de atividades físicas promove adaptações no sistema nervoso, auxiliando os organismos contra o declínio cognitivo associado ao envelhecimento e distúrbios neurológicos, como a doença de Parkinson e a doença de

Alzheimer, por exemplo. Essa característica é relevante, pois amplia as possibilidades de tratamento dessas doenças neurodegenerativas.

Tendo em vista a importância do exercício físico acerca do estímulo à neuroplasticidade e como alternativa no tratamento de doenças neurológicas, esse trabalho tem como finalidade sintetizar e relacionar as diversas contribuições de estudos experimentais e clínicos entre esses dois fatores.

**PALAVRAS-CHAVE:** Exercícios físicos; Neuroplasticidade; Neuroproteção; Plasticidade Neural.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O atual estudo se apresenta como uma revisão integrativa da literatura internacional e nacional acerca do papel dos exercícios físicos na indução da neuroplasticidade. Nessa pesquisa, que aconteceu entre os meses de novembro e dezembro de 2022, foram utilizados os descritores, consultados nos Descritores em Ciências da Saúde (DeCs). As bases de dados escolhidas para a busca foram: Scientific Eletronic Library Online (SciELO) e United States National Library of Medicine (Pubmed). Para cada descritor, foram incluídos artigos publicados nos últimos 10 anos, nas línguas inglesa, espanhola e portuguesa. Considerou-se trabalhos disponibilizados gratuitamente com estudos tanto em humanos quanto em animais. Os seguintes descritores foram utilizados para a pesquisa: neuroplasticity, neuroplasticity and physical exercises, plasticity neuronal and physical exercises, physical exercises and neuronal system, neuroprotection and physical exercises.

Na fase de triagem, foram selecionados os estudos aos quais o título fizesse relação entre a plasticidade neuronal e os exercícios físicos ou atividades aeróbicas. Posteriormente, foi verificado e feito uma revisão nos artigos nos quais a descrição do título não estivesse clara, a fim de garantir que estivesse relacionado ao tema desejado. Por fim, foram selecionados 10 artigos por estarem de acordo com os objetivos do atual trabalho.

## DESENVOLVIMENTO

Ainda pouco conhecida pela ciência contemporânea, a neuroplasticidade é conceituada como a capacidade que o sistema nervoso tem de se modificar funcionalmente e estruturalmente, frente às condições impostas do ambiente ao organismo. A nível celular, a plasticidade cerebral está associada a vários processos bioquímicos e de sinalização celular, que ainda estão sendo estudados de forma mais aprofundada.

A síntese de proteínas é um processo já estudado e conhecido, cuja produção é modulada pelas vias de sinalização celular, regulando a tradução do RNA mensageiro (mRNA) nos neurônios. As neurotrofinas são um grupo de proteínas consideradas relevantes mediadoras moleculares da plasticidade cerebral, uma vez que atuam na sinapse das células nervosas. Dentre as neurotrofinas, há destaque às "brain-derived neurotrophic factor" (BDNF). O BDNF regula o transporte de mRNAs e a sua tradução na sinapse, modulando a síntese proteica e, portanto, sendo fundamental como regulador da neuroplasticidade. Os déficits na sinalização do BDNF estão relacionados a diversas patologias cerebrais, dentre elas a doença de Alzheimer e depressão (Gulyaeva, 2016).

Dentre os fatores que podem agir como indutores da plasticidade neural, destaca-se o exercício físico. Foi realizado um estudo com camundongos machos de 46 dias de idade, os quais foram colocados em gaiolas com uma roda de corrida que se movia livremente, acoplada a um detector magnético que permitia o rastreamento da atividade de corrida. Os roedores correram cerca de 12 quilômetros em 7 dias. Foram colocados 10 ratos sedentários nas mesmas condições, sendo que a roda estava presa, impedindo-os de realizar quaisquer

exercícios. O resultado foi que os ratos exercitados apresentaram aumento de 128% na expressão do gene BDNF hipocampal, importante fator da plasticidade sináptica e consolidação da memória (Abel & Rissman, 2012).

Outra pesquisa foi realizada com seres humanos, no qual foram divididos em dois grupos de 60 pessoas com idade acima de 60 anos. O primeiro grupo foi submetido a exercícios aeróbicos de cerca de 10 minutos de duração, aumentando progressivamente para 40 minutos ao longo de 7 semanas. O segundo grupo realizou exercícios simples de equilíbrio e tonificação muscular. A conclusão da pesquisa foi que exercícios aeróbicos apresentam importância fundamental na neuroproteção, aumentando o volume hipocampal e intensificando o processo de cognição (Voss, et al., 2012).

Corroborando esse viés, um artigo discutiu a relação da dança com a evolução da neuroplasticidade, no qual 52 indivíduos de idades entre 63 e 80 anos, divididos em dois grupos: o grupo de danças e o grupo de esportes. No grupo de danças, os participantes realizavam determinados tipos de treinamento, que os induzia a aprenderem novas sequências de movimentos com a presença de músicas, estimulando a memória e a coordenação. Já no grupo de esportes, os participantes foram submetidos a treinos repetitivos de força e resistência, como agachamentos, exercícios abdominais e de bíceps e alongamentos. Os indivíduos realizaram esses movimentos determinados durante 18 meses. O objetivo do estudo foi comparar essas duas formas de intervenções na plasticidade neural, tendo em vista que um grupo estava sempre sendo estimulado a compreender novas informações (o grupo de dança), enquanto o outro grupo estava centrado a realizar atividades repetitivas (grupo de esportes). Como principal achado, após 6 meses do experimento, o volume no giro para-hipocampal esquerdo aumentou mais em dançarinos do que no grupo esportivo. Além disso, após 12 meses, foi observado aumento do giro hipocampal-direito nos dançarinos. Os autores concluíram que essa divergência entre os dois grupos pode ser explicado pelo fato de que a dança, possibilitou o processamento de informações novas a todo o momento, induzindo a criação de novas redes neurais evitando o envelhecimento do cérebro humano (Muller, et al., 2017).

Ratificando o supracitado, o estudo de Woost et al. (2018) selecionou 99 indivíduos jovens e adultos, com idade entre 20 e 34 anos. Eles foram separados em 4 grupos: o grupo ERGO foi designado a realizar 8 sessões de 20 minutos de ciclismo, o grupo MAZE realizou 16 sessões de 30 minutos de treinamento espacial, o terceiro grupo – COMBO – realizou uma junção dos exercícios dos grupos anteriores e o grupo CTR permaneceu em descanso. Ao contrário do que se esperava, o resultado não demonstrou melhoras cognitivas relacionadas ao exercício. Os pesquisadores acreditam que isso aconteceu por conta da faixa etária dos indivíduos selecionados no estudo. Esse trabalho indica que a possibilidade do sistema nervoso se alterar em jovens é menor quando comparado a indivíduos idosos.

Um artigo mais recente, associou a realização de atividades físicas durante a pandemia do vírus SARS-Cov-02 e os seus efeitos no sistema nervoso humano. Esse vírus tem a capacidade de afetar o sistema nervoso, provocando diversas patologias, como perda de consciência, convulsões, acidente vascular cerebral e dor de cabeça. Concomitante a isso, é notório que os exercícios físicos são responsáveis por vários benefícios no cérebro: aumento de fluxo sanguíneo para regiões como o hipocampo e o córtex pré-frontal, sinapses, plasticidade neuronal e neurogênese. O objetivo do estudo foi apresentar qual a base molecular por trás desse mecanismo. Descobriu-se então que o SARS-Cov- 02 leva à elevação dos níveis de ACE2 (angiotensin converting enzyme 2) no corpo humano, uma proteína que facilita a ação do vírus, desencadeando processos patológicos com consequências no sistema neural. O exercício físico, por sua vez, estimula a produção da PGC-1 $\alpha$  (proliferator-activated receptor coactivator 1 alpha), que estimula a expressão da fibronectina FND5 (f fibronectin type III domain-containing). Ambos os fatores são responsáveis pela modulação do BDNF que, como já citado, possui uma importante função de memória no cérebro humano (Souza, et al., 2021).

Por outro viés, outros artigos analisaram os efeitos neuroprotetores que o exercício físico pode proporcionar. Já é consenso na literatura científica que atividades físicas regulares são responsáveis por retardar

o processo de degeneração neural, atuando contra doenças neurodegenerativas (Mahalakshmi, Maurya, Lee, & Kumar, 2020). Nesse sentido, Johansson, et al. (2021) realizou um estudo, no qual foram selecionados 56 participantes com sintomas progressivos de Parkinson, divididos em dois grupos, em que um deles realizou apenas alongamentos (31 indivíduos), enquanto o outro foi submetido a exercícios aeróbicos (25 indivíduos). Os resultados obtidos, consistiram em: aumento da conectividade do putâmen anterior com o córtex sensorio-motor e na rede frontoparietal direita, melhorias no controle cognitivo e reduções na atrofia global cerebral. Todos esses benefícios foram relatados no grupo que realizou atividades físicas aeróbicas, mas não alongamentos.

Corroborando o estudo sobre os efeitos neuroprotetores da atividade física, Guerra, et al. (2016) realizou uma pesquisa com pacientes acometidos pela doença de Alzheimer. Os 18 pacientes selecionados foram divididos em duplas, cada uma sendo orientada por um treinador. Durante 6 semanas, os indivíduos realizaram 5 sessões semanais de 60 minutos cada. Os grupos foram sujeitos a vários tipos de exercício: coordenação, mobilidade, tônus muscular e equilíbrio. Foram utilizados equipamentos como bicicletas estáticas, cordas, obstáculos, bolas medicinais, entre outros. Os resultados demonstraram melhoras na auto-organização e comportamentos atrofiados ou inibidos voltaram a aparecer. Adicionalmente, os pacientes conseguiam realizar tarefas motoras e cognitivas simultaneamente, cenário que não acontecia antes da realização dos exercícios.

## CONCLUSÕES

Os estudos sobre neuroplasticidade têm sido cada vez mais visados nas últimas décadas, devido a diversidade de aplicações e soluções práticas que esse processo possibilita aos seres humanos. Reconhece-se que a plasticidade cerebral pode ser induzida a partir da prática de atividades físicas. As pesquisas apresentadas, mostraram que esses dois fatores estão associados, de forma que, tanto em animais, quanto em humanos, houveram melhoras na cognição, capacidade motora, estruturação da memória, realização de sinapses e alterações neuro-anatômicas, como o aumento do volume hipocampal. Adicionalmente, a associação entre exercício físico e neuroplasticidade se mostrou eficaz no tratamento de doenças neurodegenerativas. Dessa forma, são necessários mais estudos, a fim de entender de forma mais específica como esses dois fatores se relacionam, de forma a possibilitar alternativas terapêuticas e uma melhora no bem-estar humano em geral.

## REFERÊNCIAS

- Abel, J. L., & Rissman, E. (Novembro de 2012). Running-induced epigenetic and gene expression changes in the adolescent brain. *International Journal of Developmental Neuroscience*, pp. 382-390.
- Borella, M. d., & Sacchelli, T. (2009). Os efeitos da prática de atividades motoras sobre a neuroplasticidade. *Revista Neurociências*, 161-169.
- Guerra, Y. d., Montesdeoca, S., Manso, J., González, J., Valdivielso, M., Ruiz, D., . . . Escudero, M. (2016). Exercise and Alzheimer's: The body as a whole. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, 120-124.
- Gulyaeva, N. (2016). Molecular Mechanisms of Neuroplasticity: An Expanding Universe.
- Johansson, M. E., Cameron, I., Kolk, N., de Vries, N., Klimars, E., Toni, I., . . . Helmich, R. (Dezembro de 2021). Aerobic Exercise Alters Brain Function and Structure in Parkinson's Disease: A Randomized Controlled Trial. *Wiley Periodicals*, pp. 203-216.
- Mahalakshmi, B., Maurya, N., Lee, S.-D., & Kumar, V. (2020). Possible Neuroprotective Mechanisms of Physical Exercise in Neurodegeneration. *International Journal of Molecular Sciences*.
- Muller, P., Rehfeld, K., Schmicker, M., Hokelmann, A., Dordevic, M., Lessmann, V., . . . Muller, N. (2017). Evolution of Neuroplasticity in Response to Physical Activity in Old Age: The Case for Dance. *Aging Neuroscience*.
- Sobrinho, J. B. (1995). Neuroplasticidade e a recuperação da função após lesões cerebrais. *Acta Fisiátrica*, pp. 27-30.

- Souza, R. A., Improta-Caria, A., Aras-Júnior, R., de Oliveira, E., Soci, Ú., & Cassilhas, R. (2021). Physical exercise effects on the brain during COVID-19 pandemic: links between mental and cardiovascular health. *Neurological Sciences*, 1325-1334.
- Voss, M., Heo, S., Prakash, R., Erickson, K., Alves, H., Chaddock, L., . . . Kramer, A. (5 de Junho de 2012). The Influence of Aerobic Fitness on Cerebral White Matter Integrity and Cognitive Function. *Wiley Periodicals*, pp. 2972–2985.
- Woost, L., Bazin, P.-L., Taubert, M., Trampel, R., Tardif, C., Garthe, A., . . . Klein, T. (2018). Physical Exercise and Spatial Training: A Longitudinal Study of Effects on Cognition, Growth Factors, and Hippocampal. *Scientific Reports*.
- Zilli, F., de Lima, E., & Kohler, M. (2014). Neuroplasticidade na reabilitação de pacientes acometidos por AVC espástico. *Revista de Terapia Ocupacional da Universidade Federal de São Paulo*, 317-322.