

Exercício físico e o sistema nervoso autônomo: influências no comportamento humano

Physical exercise and autonomic nervous system: influences on human behavior

Ejercicio físico y sistema nervioso autónomo: influencias en el comportamiento humano

Victor Matheus Lopes Martinez¹

Maiara da Silva Martins²

Renan Propodoski Guerine³

Luis Eduardo Wearick-Silva^{4*}

Recebido em: 02 ago. 2024

Aceito em: 30 set. 2025

RESUMO: Este artigo trata acerca da relação do exercício físico (EF) no sistema nervoso autônomo, sobretudo na Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC), e como este afeta o comportamento humano. Desse modo o objetivo geral foi identificar os impactos do EF na Variabilidade Frequência Cardíaca (VFC) e suas influências no comportamento humano. Para isso, foi realizada uma pesquisa bibliográfica de cunho narrativo nas bases de dados (SciELO, Web of Science, Lilacs e PubMed) e em livros. O estudo teve como objetivo identificar os impactos do exercício físico (EF) na variabilidade da frequência cardíaca (VFC) e suas influências no comportamento humano. Os dados revelaram que o EF através de seu impacto no sistema nervoso autônomo (SNA), aferido pela VFC, pode promover resiliência a eventos estressores psicofisiológicos do sistema, uma vez que este mecanismo mediante a prática do EF promove adaptação aos estímulos estressores que alteram a homeostase, de modo que essa adaptação parece reduzir a ativação exacerbada do SNA simpático e otimizar o retorno aos níveis basais com maior rapidez, reduzindo os efeitos deletérios do estresse crônico. Conclui-se que o EF, ao alterar a VFC (aumentar), além dos benefícios fisiológicos e hormonais que competem a saúde física, também auxiliaria na saúde mental, resultando em um aumento em comportamentos pró-sociais como melhor relacionamento interpessoal com pares.

Palavras-chave: Exercício físico. Sistema nervoso autônomo. Comportamento.

ABSTRACT: This article deals with how physical exercise through the autonomic nervous system, especially heart rate variability, influences human behavior. The general objective was

¹ Mestre em Psicologia. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4833-5128>. E-mail: victormatheuslm@hotmail.com.

² Mestre em Pediatria e Saúde da Criança. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0544-1211>. E-mail: maiara.martins001@edu.pucrs.br.

³ Bacharel em Educação Física. Universidade do Vale do Rio dos Sinos. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9625-6841>. E-mail: renan.guerine@gmail.com.

^{4*} Doutor em Pediatria e Saúde da Criança. Viver bem, UNIMED Porto Alegre/RS. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8028-495X>. E-mail: lewearick@gmail.com. Autor para correspondência.

to identify the impacts of physical exercise on heart rate variability (HRV) and its influence on human behavior. For this, bibliographic research of a narrative nature was carried out in the databases (Scielo, Web of Science, Lilacs and PubMed) and in books. The study aimed to identify the impacts of physical exercise (EF) on heart rate variability (HRV) and its influences on human behavior. The data revealed that PE, through its impact on the autonomic nervous system (ANS), measured by HRV, can promote resilience to psychophysiological stressing events in the system, as the mechanism through frequent PE ends up becoming adapted to stimuli that alter homeostasis. Thus, in addition to having little effect on the system, the return to basal levels seems to occur more quickly. That is, it is concluded that PE, by altering HRV (increase), in addition to the physiological and hormonal benefits that contribute to physical health, would also help mental health, resulting in an increase in prosocial behaviors such as better interpersonal relationships with peers.

Keywords: Physical exercise. Autonomic nervous system. Behavior.

RESUMEN: Este artículo analiza la relación entre el ejercicio físico (EF) y el sistema nervioso autónomo, en particular la variabilidad de la frecuencia cardíaca (VFC), y cómo esto afecta al comportamiento humano. El objetivo general fue identificar los impactos del ejercicio físico en la variabilidad de la frecuencia cardíaca (VFC) y su influencia en el comportamiento humano. Para ello, se realizó una búsqueda bibliográfica narrativa en bases de datos (Scielo, Web of Science, Lilacs y PubMed) y libros. El estudio tuvo como objetivo identificar los impactos del ejercicio físico (EF) en la variabilidad de la frecuencia cardíaca (VFC) y su influencia en el comportamiento humano. Los datos revelaron que el EF, a través de su impacto en el sistema nervioso autónomo (SNA), medido por la VFC, puede promover la resiliencia a los estresores psicofisiológicos. Este mecanismo, a través del EF, promueve la adaptación a los estímulos estresantes que alteran la homeostasis. Esta adaptación parece reducir la activación exacerbada del sistema nervioso simpático y optimizar un retorno más rápido a los niveles basales, reduciendo los efectos nocivos del estrés crónico. Se concluye que el EF, al alterar la VFC (aumentando), además de los beneficios fisiológicos y hormonales que contribuyen a la salud física, también ayudaría a la salud mental, resultando en un aumento de las conductas prosociales, como mejores relaciones interpersonales con los compañeros.

Palabras clave: Ejercicio físico. Sistema nervioso autónomo. Conducta.

INTRODUÇÃO

Atualmente a inatividade física vem crescendo exponencialmente a nível mundial, sobretudo no Brasil. Algo que é atestado em estudos como o do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2020), que relatou que mais de 40% dos adultos brasileiros apresentam-se inativos fisicamente e o estudo de Guthold *et al.* (2018), que demonstrou que o Brasil é o país da América Latina com maior nível de sedentarismo (47%). A nível mundial, um estudo recente ainda relata que 31,3% da população global não pratica os níveis recomendados de atividade física (Strain *et al.*, 2024). Nível de atividade física esse que, de

acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS, 2020) e com o guia de atividade física para a população brasileira (BRASIL, 2021), relatam que um adulto deve praticar em média de 150-300 minutos semanais de atividade física aeróbia moderada (30-60 minutos diários). Esse nível basal de atividade física é o básico esperado para que um indivíduo possa ter um ganho em termos de saúde regular, melhorando seu bem-estar físico e mental (Mikkelsen *et al.*, 2017; Seino *et al.*, 2019).

Esses índices elevados de comportamento sedentário se tornam preocupantes à medida que a literatura nos apresenta uma relação entre aptidão física e o comportamento humano. Estudo relataram que o exercício físico, sobretudo as práticas corporais, pode influenciar em uma melhora comportamental, regulando comportamentos agressivos e impróprios socialmente (Shachar *et al.*, 2016; Trajković *et al.*, 2020).

Essa melhora no comportamento pró-social ocorre muito em função de um contexto social (Bronfenbrenner; Morris, 2006) e de uma regulação do sistema nervoso autônomo (SNA), que controla os mecanismos reativos a estímulos estressores (que perturbem a homeostase) (Laborde *et al.*, 2017). Logo, parece plausível acreditar que modular esse SNA, algo que o exercício físico auxilia (Oliveira *et al.*, 2017; Tornberg *et al.*, 2019), acarretará uma condição de regulação comportamental. Frente a isso, uma das formas de mensurar o SNA é através da Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC), cujo a qual trata-se do período de intervalo entre um batimento cardíaco e outro, um intervalo entre as ondas “R” no eletrocardiograma (ECG) (Task Force, 1996).

Neste sentido, para compreender a complexa relação entre o exercício físico, o Sistema Nervoso Autônomo (SNA) e as reações comportamentais, encontra-se o foco do presente estudo. Portanto, o objetivo deste artigo é identificar os impactos do exercício físico na VFC e suas influências no comportamento humano. Para isso, realizou-se uma pesquisa bibliográfica de cunho narrativo, nas bases de dados Pubmed, Scielo, Web of Science, Lilacs e livros, elaborando três capítulos na seção de referencial teórico: exercício físico e comportamento, sistema nervoso autônomo e comportamento; o exercício e o sistema nervoso autônomo.

A relevância deste estudo encontra-se na importância de propor uma organização inicial da bibliografia existente do tema e os caminhos que ela aponta, buscando assim uma

melhor compreensão deste fenômeno, norteando novas investigações de modo que se possa conceber uma perspectiva cada vez mais clara da relação exercício-SNA-comportamento.

REFERENCIAL TEÓRICO

Exercício físico e comportamento

O comportamento humano, de acordo com a teoria hedônica, é algo que busca salvaguardar nosso bem-estar físico e mental, pois busca maximizar prazer e minimizar desprazer (Kahneman, 1999). Este bem-estar mental, inclusive, é algo que vem sendo estudado por diversos autores, de modo a buscar entender as vias que o exercício físico regular incide em aspectos comportamentais, por exemplo. Uma vez que, com base na literatura podemos compreender que o exercício físico melhoraria o comportamento humano, isto é, reduzindo comportamentos agressivos e impulsivos, bem como atenuando transtornos mentais como estresse, ansiedade e depressão, entre outras ações de mesmo aspecto (Pascoe; Bauer, 2015; Ribeiro, 1998).

A partir disso, entende-se que o exercício físico praticado de forma regular influencia diretamente em aspectos psicofisiológicos, sociais e comportamentais do ser humano. Os primeiros estudos sobre a temática já evidenciaram importantes resultados dos benefícios da prática de exercícios físicos para as funções cognitivas, para o sono, transtornos de humor entre outros aspectos comportamentais, tendo como modelo, o exercício aeróbico (Buckworth *et al.*, 2013).

Diferentes sistemas do corpo humano possuem ritmicidade circadiana com valores pré-determinados que se sucedem ao longo do dia e em diferentes horários. Os ritmos circadianos são as alterações que ocorrem nos estados físicos e mentais do ser humano de forma cíclica em períodos médios de 24 horas, tendo a função de um relógio interno de cada indivíduo. Esse ritmo diário é influenciado pelo exercício físico, causando alterações nos padrões hormonais e de sono, por exemplo (Atkinson; Reilly, 1996).

Desta forma, o exercício físico quando praticado em diferentes horários ao longo do dia gera efeito sobre a temperatura corporal e a frequência cardíaca, causando variação no ciclo circadiano (Callard *et al.*, 2001). No entanto, quando o exercício é realizado em período noturno pode influenciar em um atraso do ciclo reproduzindo consequentemente, alterações

no hormônio TSH e na melatonina, que estão relacionados de forma direta com o ciclo do sono (Buxton *et al.*, 1997; Miyazaki *et al.*, 2001).

Com fundamento nisso, compreende-se que a prática regular de exercícios físicos influencia de forma direta no sono. Há diferentes hipóteses que discorrem sobre o assunto. Entre elas, existe a que segue os princípios termorregulatório do corpo humano (Alnawwar *et al.*, 2023; Lu *et al.*, 2000), que afirma que com o aumento da temperatura corporal proporcionada pelo exercício físico facilitaria a ativação do sono através de mecanismos de dissipação de calor que são controlados pelo hipotálamo.

Outra hipótese, conhecida como compensatória (Hobson, 1968), assegura que a atividade catabólica durante a vigília reduz as reservas energéticas, aumentando desta forma a necessidade do sono, oportunizando a atividade anabólica. Assim, entende-se que o exercício físico estabelece relação direta com o sono e, consequentemente, no comportamento humano, sendo fundamental para recuperação física e mental e para uma boa qualidade de vida.

Há estudos que evidenciam também, a eficácia da prática regular de exercícios físicos na redução de comportamentos relacionados à depressão, ansiedade e estresse (Gomes *et al.*, 2019; Batista; Oliveira, 2015; Moraes *et al.*, 2007). O fundamento para que o exercício físico possa causar a redução desses sintomas agudos assim com crônicos, encontra-se no planejamento que é realizado para cada indivíduo, depositando maior atenção no tipo de exercício, na intensidade e na duração.

As mudanças de hábitos decorrentes das facilidades do progresso tecnológico influenciaram significativamente na mudança do comportamento humano. O aumento da carga horária de trabalho, os problemas posturais pela exigência ergonômica ao ficar sentado durante uma longa jornada laboral, são fatores que propiciam e agravam sintomas de ansiedade e depressão, estresse, sedentarismo, obesidade entre tantas outras enfermidades, refletindo assim, sobre a saúde do ser humano (Godoy, 2002; Oliveira *et al.*, 2022).

A ansiedade funciona como um mecanismo de defesa que é caracterizada por um estresse que provoca uma excitação emocional (Brito, 2011; Margis *et al.*, 2003). Por outro lado, a depressão é gerada pela perda de motivação, e autoestima, seguida de tristeza, vazio profundo, distúrbios do sono, perturbação e pensamentos negativos (Leal *et al.*, 2009; Fervaha

et al., 2016). Sendo assim, o exercício físico gera influência benéfica quando praticado de forma regular, sendo planejado de forma específica para cada sujeito, não limitando-se apenas ao sistema músculo-esquelético, mas também aos outros sistemas que constituem o corpo humano (Ruegsegger; Booth, 2018).

Segundo a Associação Brasileira de Psiquiatria (ABP, 2008), o tratamento realiza-se através do uso de medicamentos de médio e longo prazo e psicoterapia cognitiva comportamental, sendo os medicamentos colocados em primeiro plano. Estudos sugerem outras formas de tratamento para tais sintomas, entre elas, a prática de exercícios físicos, que evidenciam efeitos benéficos similares aos medicamentos, podendo suprir a necessidade destes, mas sobretudo o exercício pode promover um efeito mais veloz e eficaz do que os antidepressivos (Naci; Ioannidis, 2015).

A prática regular de exercícios físicos traz expressivos benefícios à saúde do ser humano influenciando da mesma forma, em seu comportamento. No que concerne em aspectos fisiológicos ocorre o aumento do transporte de oxigênio para o cérebro, a síntese e a degradação de neurotransmissores, liberação de serotonina, e diminuição da viscosidade sanguínea (Mello *et al.*, 2005). Já em relação ao comportamento verifica-se a melhora do sono, humor onde há o aumento da auto estima, felicidade, disposição e motivação do indivíduo e, aspectos cognitivos como memória e aprendizagem (Hartescu *et al.*, 2015).

A realização de exercícios físicos está relacionada também, a melhoria de diversos fatores de crescimento neuronal, como o fator neurotrófico derivado do cérebro (Brain-derived neurotrophic factor - BDNF), que faz a mediação por efeitos protetores e terapêuticos do exercício em sintomas depressivos e transtornos mentais em geral (Hamer, 2012). Além do mais, são observadas características positivas nos campos fisiológico, bioquímico, psicológico e endócrinos, onde o sistema nervoso desempenha papel fundamental para o comando de diferentes sistemas que influenciam diretamente no comportamento humano (Pascoe; Bauer, 2015; Cruz *et al.*, 2013). Sabe-se ainda, que as respostas comportamentais são regidas principalmente pelo sistema nervoso autônomo (Ziemssen; Siepmann, 2019).

Sistema nervoso autônomo e comportamento

O Sistema Nervoso Autônomo (SNA) é uma estrutura complexa que é responsável pelo controle do organismo como um todo através de atividades automáticas, involuntárias ou reflexas, como por exemplo, o ritmo cardíaco, a respiração, a digestão e a atividade dos músculos lisos. Sendo assim, desempenha funções de extrema importância nos processos psicofisiológicos do ser humano (Chu *et al.*, 2024).

O SNA se divide em dois subsistemas com características próprias, o Sistema Nervoso Parassimpático (SNP), que tem como função acalmar e restabelecer o corpo, fundamental para manutenção do equilíbrio homeostático do organismo (Goldberger; Breznitz, 2010), e em Sistema Nervoso Simpático (SNS) que age com o objetivo de preparar o corpo para situações de emergência, ação, perigo ou estresse, conhecido como o sistema de “luta ou fuga” (Chu *et al.*, 2024). O SNS é o principal regulador de respostas a situações estressoras, sendo o estresse percebido de forma diferente por cada indivíduo, além de ser entendido como qualquer distúrbio que perturbe a homeostase, desta forma podemos considerar o próprio exercício físico como um tipo de estresse (Guyton, 1985; Ziemssen; Siepmann, 2019).

Uma medida relativamente fácil de mensurar a ativação do SNA e que fornece dados acerca desse sistema é a Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC), que pode ser definida como a quantidade de flutuações no ritmo ou frequência cardíaca (FC) em comparação ao ritmo cardíaco médio, e pode ser uma ferramenta útil na avaliação do sistema nervoso autônomo simpático e parassimpático e seu balanço (McMillan; Burr, 2011). A VFC é a variação no tempo entre os batimentos cardíacos, chamados de intervalos RR, quando a VFC aumenta a FC diminui, conseqüentemente quando a FC aumenta a VFC diminui (Task Force, 1996; Selig *et al.*, 2011).

Diversos estudos sugerem que existe uma relação onde a prática de exercícios físicos regulares e a aptidão física do indivíduo alteram os índices da VFC e a regulação do SNA, além de influenciarem respostas relacionadas ao comportamento humano (Laborde *et al.*, 2018; Patil *et al.*, 2013; Speer *et al.*, 2019). Telles *et al.* (2013), em um ensaio clínico randomizado comparou um grupo de intervenção de ioga com outro de exercício físico, e foi constatado que ambos os grupos apresentaram melhoras significativas na cognição e principalmente em fatores emocionais e comportamentais, apresentando índices mais elevados de melhora

comportamental quanto a obediência, atenção e nas relações interpessoais para com os professores e demais colegas (Telles *et al.*, 2013).

Além disso, acredita-se ainda que a prática regular de atividades físicas, também promova benefícios na conduta comportamental, diminuindo comportamentos agressivos por meio de um ganho em habilidades de autocontrole e diminuição quanto a pensamentos hostis e emoções negativas (Shachar *et al.*, 2016).

Comportamentos esses, que são regulados via respostas fisiológicas, isto é, a neurofisiologia do estresse ocorre através do sistema nervoso autônomo e durante esse processo de ativação do SNA, existem alterações na frequência cardíaca (FC), sendo que essas alterações podem ser percebidas através das medidas obtidas da VFC.

O exercício físico e o sistema nervoso autônomo

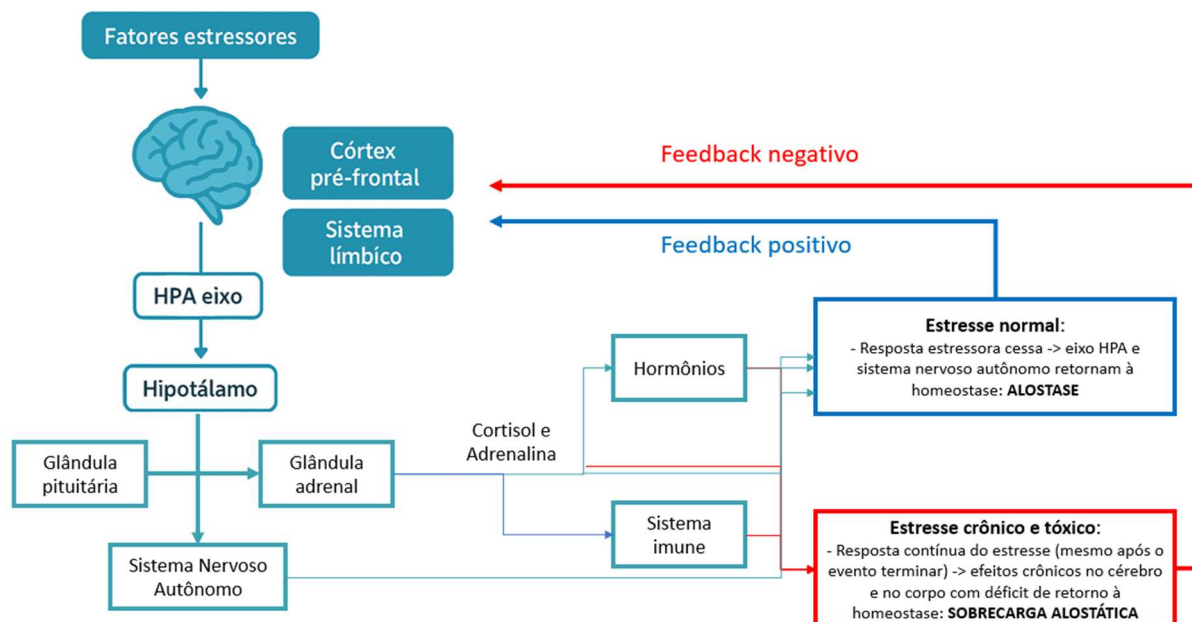
Como podemos perceber, o SNA é um regulador das alterações fisiológicas em nosso sistema neural mediante a eventos estressores. O estresse, por sua vez, é tido como qualquer estímulo que altera as funções homeostáticas, sendo o próprio EF um estímulo estressor desse mecanismo. Portanto, parece-nos interessante a compreensão de como o EF pode modular nosso SNA a enfrentar eventos estressores.

Postula-se então que o EF aeróbio promova hipertrofia cardiovascular fisiológica, isto é, em indivíduos com maior aptidão física o músculo cardíaco necessita de um menor número contrações (sístole) para enviar sangue oxigenado para os músculos e tecidos do corpo, o que consecutivamente por reduzir o número de batimentos por minutos (bpm) em uma determinada demanda estressora (no caso o EF), irá ter um aumento reduzido na FC, em comparação com indivíduos poucos ativos ou sedentários (Fernandes *et al.*, 2015). Este menor aumento da FC culmina em uma menor ativação do SNS e maior dominância do SNP, ou seja, a homeostase é pouco afetada quanto maior é o controle cardíaco em função da aptidão cardiorrespiratória.

Esta boa aptidão física que, ocasiona um aumento atenuado na FC e, consequentemente, pouco alterando a VFC (mantendo por mais tempo uma VFC alta), de acordo com a literatura parece servir como um estímulo fisiológico regulador dos mecanismos de estresse (Oliveira *et al.*, 2017).

Dito isso, frente a uma situação estressora ocorre uma resposta fisiológica aumentada no SNS, o que incide em uma ativação no sistema simpático - adrenomedular (SAM), o qual é responsável pela ação dos primeiros hormônios do estresse, estimulando a medula adrenal a produzir catecolaminas, principalmente a adrenalina, disparando a cadeia primária de respostas do estresse (feedback positivo) diante da percepção de um estressor, e o eixo hipotálamo - glândula pituitária - glândula adrenal (HPA), uma vez que o hipotálamo, um dos principais moderadores de reatividade ao estresse, após a ação das catecolaminas, secreta o hormônio corticotrofina (CRH) para a glândula pituitária que então sinaliza o hormônio adrenocorticotrófico (ACTH) para a glândula adrenal que então libera adrenalina e cortisol (principal responsável pelo feedback negativo) na circulação sanguínea, resultando em alterações preparatórias para o corpo enfrentar uma ação estressora realmente. Logo, ocorre um aumento cascata na frequência cardíaca (diminuição da VFC), na taxa respiratória, na sudorese, na liberação de energia armazenada no fígado (glicose), na força de contração muscular, na ativação mental, na dilatação das pupilas, entre outras alterações (Guyton; Hall, 1998; Gunnar; Quevedo, 2007; McEwen; McEwen, 2017; Ziemssen; Siepmann, 2019) (Figura 1).

Figura 1 - Processos de estresse normais e tóxicos e efeitos no cérebro e no corpo.

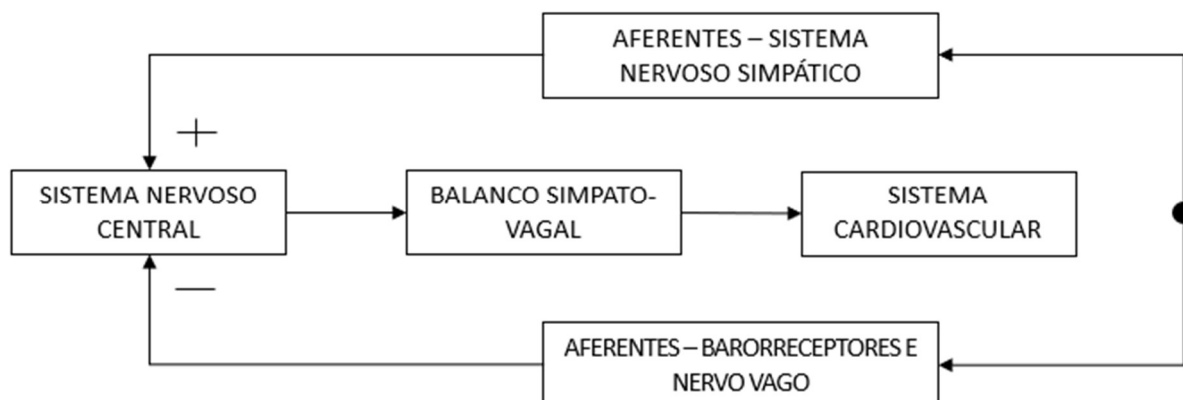


Fonte: adaptado de McEwen e McEwen (2017).

Nosso sistema psicofisiológico, portanto, ativa os mesmos mecanismos ao receber um estímulo estressor, seja ele fisiológico (pelo EF) ou psicológico (por um estresse psicológico). Uma vez que este sistema é ativado tanto em demandas fisiológicas quanto psicológicas, ao “treinarmos” o mecanismo a enfrentar o estresse de forma recorrente pelo EF (em níveis recomendados para cada indivíduo), quando houver um estímulo estressor de ordem psicológica, como um evento estressor de ansiedade, por exemplo, o sistema além de ativar o mecanismo do SNS de forma não demasiada, também tenderá a ter um retorno homeostático. Esse retorno a homeostase denomina-se alostase, que é a capacidade do ser humano experienciar situações adversas e ainda assim manter suas condições internas em estados saudáveis, a capacidade de alterar o sistema em decorrência de um estímulo estressor, por exemplo, e mesmo assim conseguir retornar ao estado basal, porém esse retorno através da alostase ocorrerá de formas distintas a depender das experiências pessoais prévias do indivíduo e sua herança genética (McEwen, 2000; McEwen; McEwen, 2017).

O retorno alostático ocorre com maior velocidade devido ao funcionamento dos barorreceptores cardíacos (via nervo vago, principal modulador do SNP), havendo o feedback negativo, fazendo com que o hipotálamo (quem desencadeia o eixo HPA e SAM de ativação do SNS), perceba que o estímulo estressor cessou e reconheça o acúmulo de cortisol no sistema, algo que culminará em um estímulo redutor do SNS, aumentando o controle SNP e retorno ao estado basal de homeostase (Malliani *et al.*, 1991; McEwen; McEwen, 2017). É justamente neste ponto que encontra-se a modulação do sistema, visto que ao adaptarmos o sistema a eventos estressores decorrentes de uma boa aptidão física, este recupera-se e retorna ao controle do SNP basal com maior rapidez, não afetando drasticamente em períodos demasiados longos o sistema, pois a atividade física aeróbia melhora o equilíbrio simpatovagal, ou seja, o balanço entre SNS e SNP fica melhor bem controlado com maior domínio parassimpático (Malliani *et al.*, 1991; Speer *et al.*, 2019) (Figura 2).

Figura 2 – Representação esquemática de mecanismos opostos de feedback simpático e parassimpático.



Fonte: Adaptado de Malliani *et al.* (1991).

A VFC sendo uma medida não invasiva de avaliar o SNA, então, pode ser percebida com menor alteração em mecanismos adaptados ao estímulo de estresse, permanecendo alta. Sabe-se inclusive que a VFC baixa é um preditor de comportamentos agressivos (Donato *et al.*, 2021; Shaffer; Ginsberg, 2017).

Dessa forma, adaptando o nosso mecanismo neurofisiológico através do EF que, sabidamente regula a VFC, aumentando-a através da hipertrofia cardíaca (Fernandes *et al.*, 2015), poderemos reduzir comportamentos agressivos e aumentar comportamentos pró-sociais como a interação saudável com pares, justamente pela VFC ser uma medida direta do SNA que, por sua vez, controla o comportamento estressor, acarretando um maior controle autônomo de impulsos agressivos (Oliveira *et al.*, 2017; Sharma *et al.*, 2017; Tornberg *et al.*, 2019).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como podemos perceber, o EF para além dos benefícios físicos conhecidos amplamente, também atua no controle comportamental de maneira social e fisiológica. Através de mecanismos fisiológicos regidos principalmente pelo SNA, parece haver uma regulação comportamental pró-social, bem como redução em diversos transtornos mentais e neuropatologias em geral.

O SNA, por sua vez, é quem ativa-se, através do sistema nervoso simpático (SNS) durante uma situação estressora, gerando comportamentos de luta ou fuga em situações que possam colocar em risco a integridade física, social ou mental do indivíduo. Nosso

comportamento é primordialmente decidido com base nessas reações psicofisiológicas que ocorrem por valências *bottom-up* (via aferente) que temos ao perceber o evento estressor e dessa maneira desencadeiam-se as reações *top-down* (vias eferentes), a qual preparam o sistema para enfrentar da melhor maneira o evento, na busca de salvaguardar nosso bem-estar completo.

Acerca disso, o EF ao alterar os mecanismos fisiológicos e, conseqüentemente, os psicofisiológicos (pois o EF por si só já é um evento estressor à medida que afasta o sistema da homeostase basal) promove alterações no SNA. Frente a isso, a VFC é uma forma de mensurar a atividade do SNA que pode ser afetada pelo EF. Desse modo, a prática regular de EF parece gerar uma espécie de fenótipo de resiliência a estressores fisiológicos (aumentando a VFC basal, inclusive em situações de estresse) e psicológicos do sistema, pois o mecanismo mediante o EF regular acaba tornando-se bem adaptado a estímulos fisiológicos que afetam a homeostase (usam o mesmo mecanismo), de maneira que além de pouco afetar, o retorno ao estado basal sistêmico parece ocorrer de maneira mais rápida.

Portanto, criar o hábito de praticar EF regularmente além de propiciar melhoras fisiológicas e hormonais que irão beneficiar o sujeito quanto à saúde física, também proporcionará ganhos na saúde mental, que por sua vez, afetarão o comportamento pró-social, reduzindo comportamentos arriscados e maléficos tanto para o próprio sujeito quanto para a sociedade, promovendo melhores relacionamentos interpessoais com pares.

CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES

Conceituação – Ideias: Martinez, V. M. L., Martins, M.S. e Guerine, R. P. e Wearick-Silva, L. E.
Aquisição de financiamento: Martinez, V. M. L. **Investigação:** Martinez, V. M. L., Martins, M.S. e Guerine, R. P. **Administração do projeto:** Martinez, V. M. L. **Supervisão:** Wearick-Silva, L. E.
Validação: Freire, C. G. **Visualização:** Martinez, V. M. L., Martins, M.S. e Guerine, R. P. **Escrita (rascunho original):** Martinez, V. M. L., Martins, M.S. e Guerine, R. P. **Escrita (revisão e edição):** Martinez, V. M. L., Martins, M.S. e Guerine, R. P. e Wearick-Silva, L. E.

CONFLITO DE INTERESSE

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos ao Grupo de Pesquisa em Exercício Físico, Comportamento e Cognição da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul pelo apoio teórico e incentivo acadêmico.

APOIO FINANCEIRO

Este estudo foi financiado, em parte, pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior—Brasil (CAPES)—Código Financeiro 001.

DECLARAÇÃO DE IA GENERATIVA NA ESCRITA CIENTÍFICA

Os autores declaram que não utilizaram ferramentas de inteligência Artificial generativa na redação, análise ou revisão do presente Manuscrito.

REFERÊNCIAS

ALNAWWAR, M. A. *et al.* The effect of physical activity on sleep quality and sleep disorder: A systematic review. **Cureus**, v. 15, n. 8, 16 ago. 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PSIQUIATRIA. Transtornos de Ansiedade: Diagnóstico e Tratamento. **Associação Médica Brasileira e Conselho Federal de Medicina**, 1-15, 2008.

ATKINSON, G.; REILLY, T. Circadian Variation in Sports Performance. **Sports Medicine**, v. 21, n. 4, p. 292–312, abr. 1996.

BATISTA, J. I.; OLIVEIRA, A. efeitos psicofisiológicos do exercício físico em pacientes com transtornos de ansiedade e depressão. **Corpoconsciência**, v. 19, n. 3, p. 1–10, 2015.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção Primária à Saúde. Departamento de Promoção da Saúde. **Guia de Atividade Física para a População Brasileira** [recurso eletrônico] / Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção Primária à Saúde, Departamento de Promoção da Saúde. – Brasília: Ministério da Saúde, 54 p.: il, 2021.

BRITO, I. Ansiedade e depressão na adolescência. **Revista Portuguesa de Clínica Geral**, v. 27, n. 2, p. 208–214, 1 mar. 2011.

BRONFENBRENNER, U.; MORRIS, P. A. **The Bioecological Model of Human Development**. In R. M. Lerner & W. Damon (Eds.), *Handbook of child psychology: Theoretical models of human development* (p. 793–828). John Wiley & Sons Inc., 2006.

BUCKWORTH, J. *et al.* **Exercise Psychology**. [s.l.] Human Kinetics, 2013.

BUXTON, O. M. *et al.* Roles of intensity and duration of nocturnal exercise in causing phase delays of human circadian rhythms. **The American Journal of Physiology**, v. 273, n. 3, p. E536-542, 1 set. 1997.

CALLARD, D. *et al.* Nycthemeral Variations in Core Temperature and Heart Rate: Continuous Cycling Exercise versus Continuous Rest. **International Journal of Sports Medicine**, v. 22, n. 8, p. 553–557, nov. 2001.

CHU, B.; MARWAHA, K.; SANVICTORES, T.; AWOSIKA, A. O.; AYERS, D. **Physiology, Stress Reaction**. In StatPearls. StatPearls Publishing, 2024.

CRUZ, J. R.; FILHO, P. C. A.; HAKAMADA, E. M. Benefícios da endorfina através da atividade física no combate a depressão e ansiedade. **Efdeportes**, v. 18, n. 179, 2013.

DONATO, A. N. *et al.* Association between cardiorespiratory fitness and depressive symptoms in children and adolescents: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Affective Disorders*, v. 282, p. 1234–1240, mar. 2021.

FERNANDES, T. *et al.* Aerobic exercise training promotes physiological cardiac remodeling involving a set of microRNAs. **American Journal of Physiology - Heart and Circulatory Physiology**, v. 309, n. 4, p. H543–H552, 15 ago. 2015.

FERVAHA, G. *et al.* Motivational deficits in major depressive disorder: Cross-sectional and longitudinal relationships with functional impairment and subjective well-being. **Comprehensive Psychiatry**, v. 66, p. 31–38, abr. 2016.

GODOY, R. F. Benefícios do exercício físico sobre a área emocional. **Movimento (ESEFID/UFRGS)**, v. 8, n. 2, p. 7–15, 5 set. 2002.

GOLDBERGER, L.; BREZNITZ, S. **Handbook of stress**. Simon and Schuster, 2010.

GOMES, A. *et al.* A efetividade do exercício físico no tratamento da depressão. **Revista Portuguesa de Enfermagem de Saúde Mental**, n. 22, dez. 2019.

GUNNAR, M.; QUEVEDO, K. The Neurobiology of Stress and Development. **Annual Review of Psychology**, v. 58, n. 1, p. 145–173, jan. 2007.

GUTHOLD, R. *et al.* Worldwide trends in insufficient physical activity from 2001 to 2016: a pooled analysis of 358 population-based surveys with 1·9 million participants. **The Lancet Global Health**, v. 6, n. 10, p. e1077–e1086, 4 out. 2018.

GUYTON, A. C.; HALL, J. E. **Fisiologia humana e mecanismos das doenças**. 6ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1998.

HAMER, M. Psychosocial Stress and Cardiovascular Disease Risk. **Psychosomatic Medicine**, v. 74, n. 9, p. 896–903, 2012.

HARTESCU, I.; MORGAN, K.; STEVINSON, C. D. Increased physical activity improves sleep and mood outcomes in inactive people with insomnia: a randomized controlled trial. **Journal of Sleep Research**, v. 24, n. 5, p. 526–534, 21 abr. 2015.

MALIK, M., JOHN CAMM, A., THOMAS BIGGER, J., BREITHARDT, G., CERUTTI, S., COHEN, R. J., COUMEL, P., FALLEN, E. L., KENNEDY, H. L., KLEIGER, R. E., LOMBARDI, F., MALLIANI, A., MOSS, A. J., ROTTMAN, J. N., SCHMIDT, G., SCHWARTZ, P. J., & SINGER, D. H. Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. **Circulation**, v. 93, n. 5, p. 1043–1065, 1 mar. 1996.

HOBSON, J. A. Sleep after Exercise. **Science**, v. 162, n. 3861, p. 1503–1505, 27 dez. 1968.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua (PNAD)**, 2020. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/>

KAHNEMAN, D. **Objective happiness**. In D. Kahneman, E. Diener, & N. Schwarz (Eds.), *Well-being: The foundations of hedonic psychology* (pp. 3–25). Russell Sage Foundation, 1999.

LABORDE, S.; MOSLEY, E.; THAYER, J. F. Heart Rate Variability and Cardiac Vagal Tone in Psychophysiological Research – Recommendations for Experiment Planning, Data Analysis, and Data Reporting. **Frontiers in Psychology**, v. 08, n. 213, 20 fev. 2017.

LABORDE, S.; MOSLEY, E.; UEBERHOLZ, L. Enhancing cardiac vagal activity: Factors of interest for sport psychology. **Progress in Brain Research**, p. 71–92, 1 jan. 2018.

LEAL, I. P.; ANTUNES, R.; PASSOS, T.; PAIS-RIBEIRO, J.; MAROCO, J. Estudo da escala de depressão, ansiedade e estresse para crianças (EADS- C). **Psicologia, Saúde e Doenças**, v. 10, n. 2, p. 277–284, 2009.

LU, J. *et al.* Effect of Lesions of the Ventrolateral Preoptic Nucleus on NREM and REM Sleep. **The Journal of Neuroscience**, v. 20, n. 10, p. 3830, 15 maio 2000.

LUPIEN, S. J. *et al.* Effects of stress throughout the lifespan on the brain, behaviour and cognition. **Nature Reviews Neuroscience**, v. 10, n. 6, p. 434–445, 29 abr. 2009.

MALLIANI, A. *et al.* Cardiovascular neural regulation explored in the frequency domain. **Circulation**, v. 84, n. 2, p. 482–492, ago. 1991.

MARGIS, R. *et al.* Relação entre estressores, estresse e ansiedade. **Revista de Psiquiatria do Rio Grande do Sul**, v. 25, p. 65–74, 2003.

MARTINEZ, V. M. L. The importance of workplace exercise. **Revista Brasileira de Medicina do Trabalho**, v. 19, n. 4, p. 523–528, 2021.

MCMILLAN, D. E.; BURR, R. L. Heart rate variability. **Cardiac Nursing: Sixth Edition**, v; 93, n, 5, p. 388–399, 2011.

MCEWEN, B. Allostasis and Allostatic Load Implications for Neuropsychopharmacology. **Neuropsychopharmacology**, v. 22, n. 2, p. 108–124, fev. 2000.

MCEWEN, C. A.; MCEWEN, B. S. Social Structure, Adversity, Toxic Stress, and Intergenerational Poverty: An Early Childhood Model. **Annual Review of Sociology**, v. 43, n. 1, p. 445–472, 31 jul. 2017.

MELLO, M. T. DE *et al.* O exercício físico e os aspectos psicobiológicos. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 11, n. 3, p. 203–207, jun. 2005.

MIKKELSEN, K. *et al.* Exercise and Mental Health. **Maturitas**, v. 106, n. 106, p. 48–56, dez. 2017.

MIYAZAKI, T. *et al.* Phase-advance shifts of human circadian pacemaker are accelerated by daytime physical exercise. **American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology**, v. 281, n. 1, p. R197–R205, 1 jul. 2001.

MORAES, H. *et al.* O exercício físico no tratamento da depressão em idosos: revisão sistemática. **Revista de Psiquiatria do Rio Grande do Sul**, v. 29, n. 1, p. 70–79, abr. 2007.

NACI, H.; IOANNIDIS, J. P. A. Comparative effectiveness of exercise and drug interventions on mortality outcomes: metaepidemiological study. **British Journal of Sports Medicine**, v. 49, n. 21, p. 1414–1422, 16 out. 2015.

OLIVEIRA, C. *et al.* The Role of Mental Health on Workplace Productivity: A Critical Review of the Literature. **Applied Health Economics and Health Policy**, v. 21, n. 2, 15 nov. 2022.

OLIVEIRA, R. S. *et al.* Is cardiac autonomic function associated with cardiorespiratory fitness and physical activity in children and adolescents? A systematic review of cross-sectional studies. **International Journal of Cardiology**, v. 236, p. 113–122, jun. 2017.

PASCOE, M. C.; BAUER, I. E. A systematic review of randomised control trials on the effects of yoga on stress measures and mood. **Journal of Psychiatric Research**, v. 68, p. 270–282, set. 2015.

PATIL, S. G.; MULLUR, L. M.; KHODNAPUR, J. P.; DHANAKSHIRUR, G. B.; AITHALA, M. R. Effect of yoga on short-term heart rate variability measure as a stress index in subjunior cyclists: a pilot study. **Indian journal of physiology and pharmacology**, v. 57, n. 2, p. 153–158, 2013.

RIBEIRO, S. N. P. Atividade física e sua intervenção junto a depressão. **Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde**, v. 3, n. 2, p. 73–79, 1998.

RUEGSEGGER, G. N.; BOOTH, F. W. Health Benefits of Exercise. **Cold Spring Harbor Perspectives in Medicine**, v. 8, n. 7, 2018.

SEINO, S. *et al.* Exercise Arrangement Is Associated with Physical and Mental Health in Older Adults. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 51, n. 6, p. 1146–1153, jun. 2019.

- SELIG, F. A. *et al.* Variabilidade da frequência cardíaca em neonatos prematuros e de termo. **Arquivos Brasileiros De Cardiologia**, v. 96, n. 6, p. 443–449, 13 maio 2011.
- SHACHAR, K. *et al.* Reducing child aggression through sports intervention: The role of self-control skills and emotions. **Children and Youth Services Review**, v. 71, p. 241–249, dez. 2016.
- SHAFFER, F.; GINSBERG, J. P. An Overview of Heart Rate Variability Metrics and Norms. **Frontiers in Public Health**, v. 5, n. 258, 28 set. 2017.
- SHARMA, V. K. *et al.* Comparison of structured and unstructured physical activity training on predicted VO2max and heart rate variability in adolescents – a randomized control trial. **Journal of Basic and Clinical Physiology and Pharmacology**, v. 28, n. 3, 1 jan. 2017.
- SPEER, K. E. *et al.* Lifestyle Modification for Enhancing Autonomic Cardiac Regulation in Children: The Role of Exercise. **Children**, v. 6, n. 11, p. 127, 16 nov. 2019.
- STRAIN, T. *et al.* National, regional, and global trends in insufficient physical activity among adults from 2000 to 2022: a pooled analysis of 507 population-based surveys with 5·7 million participants. **The Lancet. Global health**, v. 12, n. 8, p. e1232-e1243, 2024.
- TELLES, S. *et al.* Effect of yoga or physical exercise on physical, cognitive and emotional measures in children: a randomized controlled trial. **Child and Adolescent Psychiatry and Mental Health**, v. 7, n. 1, p. 37, 2013.
- TORNBERG, J. *et al.* Physical activity is associated with cardiac autonomic function in adolescent men. **PLOS ONE**, v. 14, n. 9, p. e0222121, 6 set. 2019.
- TRAJKOVIĆ, N. *et al.* Reducing Aggression and Improving Physical Fitness in Adolescents Through an After-School Volleyball Program. **Frontiers in Psychology**, v. 11, 12 ago. 2020.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Guidelines on physical activity and sedentary behaviour: at a glance**. 2020. Available from: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/337001>
- ZIEMSEN, T.; SIEPMANN, T. The Investigation of the Cardiovascular and Sudomotor Autonomic Nervous System—A Review. **Frontiers in Neurology**, v. 10, 12 fev. 2019.