

## RELAÇÃO DA ASSIMETRIA CORTICAL FRONTAL COM AS RESPOSTAS PSICOFISIOLÓGICAS AO ESFORÇO FÍSICO

Douglas Silva Alves<sup>1</sup>; Ricardo Yukio Asano<sup>2</sup>

1. Estudante do curso de Educação Física; e-mail: dssilva182@gmail.com

2. Professor da Universidade de Mogi das Cruzes; e-mail: ricardoasano1@gmail.com

Área de conhecimento: **Ciências da Saúde**

**Palavras-chaves:** Exercício; assimetria do córtex pré-frontal; inteligência artificial e respostas psicológicas.

### INTRODUÇÃO

Atualmente não restam dúvidas acerca dos benefícios da prática de exercícios físicos para a promoção e manutenção da qualidade de vida, entretanto, recentes estudos apontaram que a maioria da população mundial não realiza uma quantidade mínima da proposta por órgãos que realizam pesquisas sobre o exercício físico (HASKELL et al., 2007). Com base nestes dados foram propostos inúmeros estudos, buscando compreender motivos estimulantes ou desestimulantes para a realização de tarefas de esforço físico, surgindo assim estudos destacando a importância de se analisar respostas afetivas mediadas pela realização das mesmas (EKKEKAKIS; PARFITT; PETRUZZELLO, 2011), apontando que, quanto maior o afeto vivenciado pelos indivíduos, maiores as probabilidades de uma repetição futura destas tarefas. Outro fator que tem recebido bastante destaque tem sido a assimetria do Córtex pré-frontal (CPF), sendo este um marcador neurofisiológico, inúmeros estudos tem observado que indivíduos que possuem um padrão de ativação predominante do córtex pré-frontal esquerdo (CPFE) possuem melhores respostas psicofisiológicas diante de tarefas de esforço físico (PETRUZZELLO; HALL; EKKEKAKIS, 2001), entretanto, apesar de consistentes e aceitos na literatura, estes resultados não apresentam uma relação forte entre a assimetria do CPF e respostas afetivas, o que levanta dúvidas sobre qual o papel deste fator na aderência à prática de exercícios físicos e se este atua de forma generalizada ou em conjunto com outros fatores, dúvidas estas que permeiam-se devido a complexidade de se analisar respostas psicológicas, tornando-as quase impossíveis de se explicar por meio de métodos estatísticos convencionais, assim como, destaca-se a ausência de estudos que analisem marcadores neurofisiológicos e respostas afetivas por meio de inteligência artificial (IA). Como citado anteriormente, um fator que tem ganhado destaque em estudos na área da saúde tem sido a IA, inclusive, já existem estudos que a utilizaram para analisar padrões do CPF (ASTRAND et al., 2014), entretanto ainda há uma escassez de estudos que analisem marcadores neurofisiológicos juntamente de respostas afetivas de forma integrada por meio da mesma.

### OBJETIVOS

Analisar a influência da assimetria do CPF nas respostas psicofisiológicas ao esforço físico, verificar como se caracterizam indivíduos com assimetria predominante do CPFE e do CPF, assim como, se diferem-se entre si, caracterizar grupos por meio de IA, comparando entre os mesmos os parâmetros de composição corporal, aptidão física e PCRE e comparar durante a realização de um TIM as respostas psicofisiológicas entre diferentes grupos divididos por meio de IA.

### METODOLOGIA

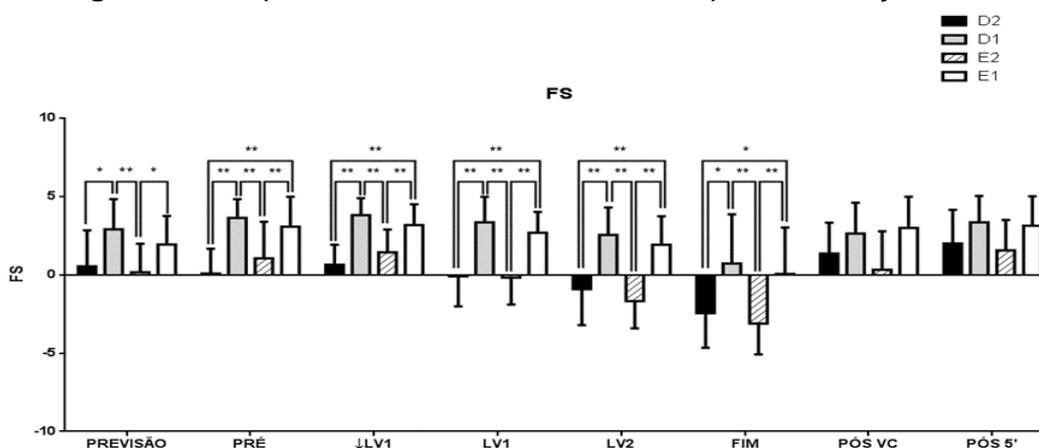
O estudo teve como amostra um total de 76 indivíduos, cujos participantes realizaram uma única visita ao Centro esportivo da Universidade de Mogi das Cruzes (UMC) ou USP-EACH. A visita consistiu nas seguintes etapas: 1) Assinaram o TCLE e tiveram conhecimento dos objetivos e procedimentos do estudo; 2) Foram coletados os valores de composição corporal; 3) Reportaram o nível de atividade física em que se auto classificavam (sedentário, moderadamente ativo ou muito ativo) e responderam os questionários Inventário de Preferência Lateral e Global (IPLAG), juntamente dos questionários utilizados para caracterizar o PCRE; 4) Foi coletada a assimetria do CPF e a frequência cardíaca em repouso (FCr); 5) Foi realizada a ancoragem das escalas de motivação, afeto, Percepção subjetiva de esforço (PSE) e ativação; 6) Assistiram um vídeo com o TIM que o mesmo realizaria, contendo os momentos pelo qual seria submetido. Os participantes foram orientados a assistir o vídeo como se fossem eles próprios que estivessem realizando o TIM e tentassem de alguma maneira sentir o que o sujeito do vídeo estava sentindo. Imediatamente após assistir o vídeo, foram coletadas as previsões de motivação, afeto, PSE e ativação que os mesmos acreditavam que sentiriam predominantemente durante o teste; 7) Os participantes eram orientados em relação aos procedimentos de segurança para a realização do TIM. Após as orientações, os mesmos realizaram uma familiarização de 2 minutos com velocidade auto selecionada, sendo orientados a, em algum momento alcançarem a velocidade inicial do teste propriamente dito. O TIM era realizado imediatamente após a familiarização. Após a exaustão dos participantes, os mesmos realizaram uma volta a calma (VC) de 5 minutos, e depois se sentaram confortavelmente em uma cadeira onde passaram mais 5 minutos em repouso. As escalas de motivação, afeto, PSE e ativação eram coletadas nos momentos antes da familiarização, a cada troca de estágio da esteira durante o TIM, no momento da exaustão, no final da VC e após os 5 minutos de repouso. Para a realização do TIM, os indivíduos foram submetidos a um protocolo Balke modificado, que consistiu de aumentos gradativos na inclinação e velocidade da esteira a cada minuto do teste, até que os indivíduos alcançassem a exaustão, teste este que foi conduzido em uma esteira (Sper ATL, Inbrasport®, Porto Alegre, Brasil). Para a análise do padrão neurofisiológico dos indivíduos, foi utilizada uma análise de eletroencefalografia (EEG), seguindo um protocolo de análises convencional. A composição corporal dos indivíduos foi caracterizada por meio das análises de circunferência da cintura, do quadril, da relação cintura-quadril, pela estatura, massa, assim como pelo índice de massa corporal (IMC) e percentual de gordura dos mesmos. A aptidão física foi caracterizada por meio da FCr e pelo valor de VO<sub>2</sub>PICO alcançado por estes durante o TIM. Para análise do PCRE, foram utilizados questionários validados com base no Modelo Transteórico, sendo este composto por um questionamento aberto, para compreender se os indivíduos realizam ou não níveis de atividade física diário considerados suficientes, um questionário dedicado à classificar os indivíduos em diferentes estágios comportamentais, seguido do questionário denominado Processo de mudança para reduzir o tempo sentado, utilizado para avaliar a motivação dos sujeitos para avançar de estágio comportamental, assim como pelo questionário de Autoeficácia, para avaliação da crença dos indivíduos em sua capacidade de manterem-se engajados na prática de atividades físicas em diversas situações, assim como por um questionário dedicado a analisar a ambivalência decisional dos indivíduos, para analisar se fatores negativos tem um impacto superior à fatores positivos na hora da decisão da realização ou não de tarefas que demandam esforço físico. Já para a análise das respostas psicológicas de estado, foi-se utilizado um questionário denominado PRETIE-Q, para avaliar as preferências e tolerâncias em relação à intensidade do exercício, o questionário POMS, para caracterizar o estado de humor dos sujeitos, assim como foram utilizadas também as escalas Feeling Scale (FS) para caracterizar o afeto dos indivíduos, Felt arousal Scale (FAS) para caracterizar a ativação percebida, assim como as escalas de percepção subjetiva de esforço e de motivação. Após a coleta dos dados, estes foram submetidos à uma análise estatística, que consistiu de análises correlacionais entre e assimetria do CPF e as variáveis coletadas no estudo, após isso, os dados foram submetidos à um processo de conversão dos dados categóricos em dados quantitativos, seguido do processo de escalonamento, para garantir que todos os dados tivessem o mesmo padrão, após este procedimento, os dados

foram submetidos a um algoritmo K-means, sendo este um algoritmo de agrupamento por métricas de distância, este teve como entrada 70 variáveis (sendo estas, todas as coletadas durante o estudo) objetivando assim 4 grupos como saída, sendo assim, 2 grupos com indivíduos de assimetria predominante do CPFE, assim como dois grupos com assimetria predominante do CPF D. Após tal procedimento, as respostas psicofisiológicas antes, durante e após o TIM destes foram comparadas por meio de um Modelo linear General (GLM) de medidas repetidas, e por fim foram utilizados algoritmos de IA com o objetivo de observar a possibilidade de se prever a qual grupo um novo registro pertenceria.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por meio da análise correlacional foi-se possível observar que indivíduos com assimetria predominante do CPFE possuem uma tendência a apresentar melhores respostas psicofisiológicas, sendo assim, foi-se utilizado um algoritmo de IA objetivando assim compreender o que caracteriza a heterogeneidade entre estes grupos, sendo possível encontrar 4 grupos distintos, denominados E1, E2, D1 e D2, sendo as letras “E” e “D” utilizadas para caracterizar a assimetria predominante destes grupos, portanto, se é possível observar na Figura 1 as respostas de afeto apresentadas pelos grupos, sendo possível observar que, apesar da existência de diferenças significantes entre os grupos D2 e E2 em relação aos grupos E1 e D1 em diversos momentos, os grupos E1 e D1 apresentam respostas similares nos momentos avaliados, apesar do padrão neurofisiológico distinto apresentado pelos mesmos.

**Figura 1** – Respostas de afeto antes, durante e após a realização do TIM:



**Figura 1** - A figura apresenta as respostas de afeto dos 4 grupos no decorrer dos 8 momentos através das respectivas médias e desvios padrões, sendo que, \*\* =  $p < 0.01$  e \* =  $p < 0.05$ .

Já no Quadro 1, se é possível observar qualitativamente como se caracterizam os 4 grupos para os parâmetros de composição corporal, aptidão física, PCRE, assim como as respostas psicofisiológicas apresentadas antes, durante e após a realização do TIM, sendo possível observar que a assimetria do CPF predominante dos indivíduos não foi o único fator influenciador nas respostas apresentadas por estes, sendo possível observar que o grupo D2 apresenta padrões totalmente distintos dos demais, levantando questionamentos acerca dos fatores que podem tê-los influenciado.

**Quadro 1 – Interpretação dos resultados:**

	D2	D1	E2	E1
<b>Composição Corporal</b>	Apresenta a pior composição corporal quando comparado aos demais.	Apresenta a melhor composição corporal quando comparado ao grupo E1 e D2, porém não se difere do grupo E2.	Apresenta a melhor composição corporal quando comparado ao grupo E1 e D2, porém não se difere do grupo D1.	Apresenta a pior composição corporal quando comparado aos grupos E2 e D1, porém a melhor quando comparado ao D2.
<b>Aptidão Física</b>	Apresenta pior aptidão física quando comparado aos demais.	Apresenta pior aptidão física que o Grupo E1, melhor aptidão física que o grupo D2 e não se difere do grupo E2.	Apresenta pior aptidão física que o Grupo E1, melhor aptidão física que o grupo D2 e não se difere do grupo D1.	Apresenta melhor aptidão física quando comparado aos demais grupos.
<b>Perfil Comportamental</b>	Apresenta maior tolerância a exercícios de baixas intensidades, tem uma maior tendência ao sedentarismo, assim como uma maior dificuldade de se manter aderente a uma rotina de exercícios.	Prefere exercícios intensos quando comparado aos demais grupos, apresenta uma forte AutoEficácia para praticar exercícios, assim como uma forte tendência a manter-se aderente à uma rotina de exercícios físicos comparado aos grupos E2 e D2, não diferindo-se nestes parâmetros do grupo E1.	Prefere exercícios intensos, apresenta uma tendência a manter-se aderente uma rotina de exercícios físicos considerada baixa comparado aos Grupos E1 e D1, porém apresenta parâmetros comportamentais considerados melhores do que os do grupo D2.	Prefere exercícios intensos quando comparado aos demais grupos, apresenta uma forte AutoEficácia para praticar exercícios, assim como uma forte tendência a manter-se aderente à uma rotina de exercícios físicos comparado aos grupos E2 e D2, não diferindo-se nestes parâmetros do grupo D1.
<b>Respostas Psicofisiológicas Mediante ao Esforço Físico</b>	Apresenta piores respostas motivacionais, afetivas e maior PSE, antes e durante um TIM, quando comparado aos grupos E1 e D1, não apresentando diferença em relação ao grupo E2.	Apresenta melhores respostas motivacionais, afetivas e menor PSE, antes e durante um TIM, quando comparado aos grupos E2 e D2, não diferindo-se do grupo E1.	Apresenta piores respostas motivacionais, afetivas e maior PSE, antes e durante um TIM, quando comparado aos grupos E1 e D1, não apresentando diferença em relação ao grupo D2.	Apresenta melhores respostas motivacionais, afetivas e menor PSE, antes e durante um TIM, quando comparado aos grupos E2 e D2, não diferindo-se do grupo D1.

A tabela apresenta uma representação qualitativa das características dos 4 grupos, sendo que, as características classificadas como melhores estão representadas na cor "verde", as classificadas como intermediárias estão representadas na cor "amarela" e as classificadas como piores estão representadas na cor "vermelha".

## CONCLUSÃO

Pode-se concluir que a assimetria do CPF possui uma influência nas respostas psicofisiológicas mediadas pelo esforço físico, sendo que, indivíduos com uma assimetria predominante do CPFD possuem uma tendência a apresentar piores respostas, contudo, através de métodos estatísticos inferenciais não é possível identificar a real relação entre a assimetria do CPF e estas respostas, apresentando somente correlações consideradas fracas, mesmo que significantes. Entretanto, através de IA foi possível verificar o quanto que indivíduos com assimetria predominante do CPF e do CPFD se diferem entre si, apresentando assim dois subgrupos cada, em que, através dos mesmos foi possível identificar um grupo que apresentou-se extremamente aversivo ao esforço físico, sendo um grupo que distanciou-se bastante dos demais padrões, contudo, recomenda-se para estudos futuros que identifiquem as diferenças em estruturas subcorticais apresentadas por indivíduos como os caracterizados nos grupos D1 e D2.

## REFERÊNCIAS

ASTRAND, E. et al. Comparison of classifiers for decoding sensory and cognitive information from prefrontal neuronal populations. PLoS ONE, v. 9, n. 1, 2014.

EKKEKAKIS, P.; PARFITT, G.; PETRUZZELLO, S. J. The Pleasure and Displeasure People Feel When they Exercise at Different Intensities. Sports Medicine, v. 41, n. 8, p. 641–671, 2011.

HASKELL, W. L. et al. Physical activity and public health: Updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v. 39, n. 8, p. 1423–1434, 2007.

PETRUZZELLO, S. J.; HALL, E. E.; EKKEKAKIS, P. Regional brain activation as a biological marker of affective responsivity to acute exercise: Influence of fitness. *Psychophysiology*, v. 38, n. 1, p. 99–106, 2001.