Neurociência aplicada ao esporte: uso do Focuscalm® no futebol feminino

Palavras-chave: Psicologia do Esporte. Ativação cerebral. Neurociência do Esporte. FocusCalm®.

Viviane Santana Lourenço, FEF– UNICAMP

Prof(ª). Dr(ª). Paula Teixeira Fernandes (orientador(a)), FEF- UNICAMP

Introdução

O desempenho esportivo é influenciado por fatores físicos e psicológicos, sendo que, em situações de alta exigência, o aspecto psicológico pode ser decisivo na tomada de decisão, autoconfiança e autorregulação emocional (Silva Morais et al., 2022). Este estudo avaliou, em tempo real, o grau de ativação cerebral de atletas adultas de futebol feminino durante cobranças de pênalti, buscando identificar o estado mental (estresse, neutralidade ou relaxamento) no momento da execução do gesto técnico.

A Psicologia do Esporte busca compreender como fatores mentais afetam o desempenho, bem-estar e motivação dos atletas (Fernandes, 2025; Weinberg, Gould, 2017). A Neurociência do Esporte contribui com o entendimento das bases neurais do desempenho, evidenciando a atuação do córtex pré-frontal — especialmente do dorsolateral — na regulação emocional e tomada de decisão (Machado, Haerthel, 2014). A execução motora envolve também áreas pré-motoras e motoras primária e suplementar (Machado et al., 2014). A Hipótese do Marcador Somático, proposta por Damasio (1994), destaca o papel das emoções na tomada de decisão em contextos incertos.

O estresse, caracterizado por respostas fisiológicas e psicológicas a estímulos desafiadores, é influenciado por características individuais e demandas ambientais (Margis et al., 2003). Em cobranças de pênalti, a ansiedade é a emoção predominante (Jordet et al., 2012) e pode ser modulada por estratégias como respiração, visualização e apoio social. A presença de público também aumenta a ansiedade e o risco de erros, conforme observado por Zheng et al. (2023), fenômeno conhecido como *choking under pressure*.

Tecnologias como o FocusCalm®, um dispositivo EEG portátil, permitem o monitoramento em tempo real da ativação do córtex pré-frontal, classificando os estados mentais com base em algoritmos de IA que analisam 1250 pontos de dados das ondas cerebrais (FocusCalm®, 2024). Essa ferramenta oferece uma pontuação entre 0 e 100, categorizando os estados como estressado (<35), neutro (35–65) ou relaxado (>65).

Métodos

Após a aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da UNICAMP (CAAE: 83034624.4.0000.5404), atletas de futebol feminino foram convidadas a participar voluntariamente do estudo. Elas preencheram on-line os questionários da Escala de Resiliência no Esporte (ER-Esp) e da Escala de Autoestima de Rosenberg (EAR), e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. A etapa presencial foi realizada na Faculdade de Educação Física da UNICAMP, com grupos reduzidos, e incluiu orientações sobre o estudo e familiarização com o dispositivo de neurofeedback FocusCalm®, que monitora em tempo real a atividade cerebral. As cobranças de pênaltis ocorreram contra uma goleira desconhecida, com o objetivo

de simular situações de jogo com maior validade ecológica.

Na fase experimental (Figura 1), cada atleta realizou uma cobrança de pênalti em condição livre, seis sob pressão com comandos verbais negativos e três sob incentivo positivo com estímulos encorajadores. O dispositivo FocusCalm® registrou o nível de ativação cerebral no exato momento da finalização, e o desempenho foi anotado como acerto ou erro. Os dados obtidos foram cruzados com os escores das escalas de resiliência e autoestima, permitindo uma análise integrada entre a atividade neural, os aspectos psicométricos das atletas e o desempenho sob diferentes influências emocionais.

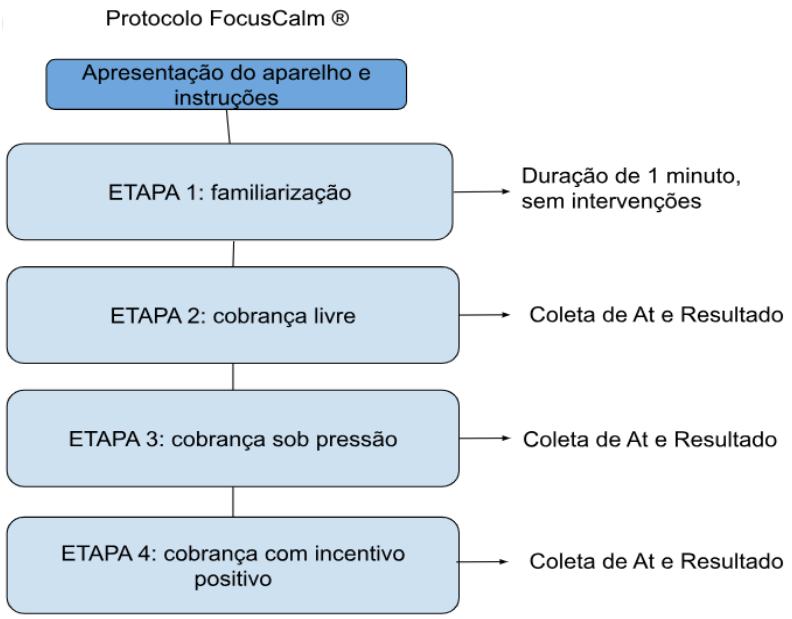

Figura 1. Fluxograma do protocolo utilizado na pesquisa

Resultados e Discussão

O estudo contou com oito atletas adultas de futebol feminino (média de 21,5 anos), todas com experiência competitiva e treinamento regular. A autoestima, avaliada pela Escala de Rosenberg, foi classificada como moderada (média: 23,62), com variações entre baixa e média. A resiliência esportiva, medida pela ER-Esp, também apresentou nível moderado (média: 48,25), com distribuição heterogênea entre as participantes, indicando margem para desenvolvimento psicológico em contextos de pressão.

Ativação Cerebral e Desempenho nas Cobranças

A análise dos dados neurofisiológicos obtidos por meio do *FocusCalm*® evidenciou diferenças entre as três condições experimentais, como mostra a Tabela 1. A condição Livre (L) apresentou a maior média de ativação cerebral (68,62), situando-se na faixa de relaxamento segundo a escala do equipamento (65-100). Já a condição Sob Pressão (SP) registrou uma média de 60,68, e a condição de Incentivo (SI), 51,62, ambas na faixa de neutralidade (35-65).

Tabela 1 - Resultados individuais das atletas nas três condições de cobrança.

LIVRE		**SOB PRESSÃO**														**SOB INCENTIVO**					
ATLETA 1																					
At	**R**	**At**	**R**	**At**	**R**	**At**	**R**	**At**	**R**	**At**	**R**	**At**	**R**	**At**	**R**	**At**	**R**	**At**	**R**	**At**	**R**
50	A	50	E	80	A	60	E	58	E	49	E	45	E	50	A	47	A	47	A
ATLETA 2																					
At	**R**	**At**	**R**	**At**	**R**	**At**	**R**	**At**	**R**	**At**	**R**	**At**	**R**	**At**	**R**	**At**	**R**	**At**	**R**

52	A	71	A	47	A	56	A	43	A	54	E	39	A	47	A	68	E	51	E
ATLETA 3																			
At	**R**	**At**	**R**	**At**	**R**	**At**	**R**	**At**	**R**	**At**	**R**	**At**	**R**	**At**	**R**	**At**	**R**	**At**	**R**
47	E	52	E	53	A	73	A	51	A	45	A	59	A	47	A	45	A	50	E
ATLETA 4																			
At	**R**	**At**	**R**	**At**	**R**	**At**	**R**	**At**	**R**	**At**	**R**	**At**	**R**	**At**	**R**	**At**	**R**	**At**	**R**
85	A	60	A	35	A	85	A	52	E	63	E	60	A	65	A	42	E	42	E
ATLETA 5																			
At	**R**	**At**	**R**	**At**	**R**	**At**	**R**	**At**	**R**	**At**	**R**	**At**	**R**	**At**	**R**	**At**	**R**	**At**	**R**
	A	61	E	72	A	65	A	81	E	78	A	67	E	36	A	51	A	48	E
ATLETA 6																			
At	**R**	**At**	**R**	**At**	**R**	**At**	**R**	**At**	**R**	**At**	**R**	**At**	**R**	**At**	**R**	**At**	**R**	**At**	**R**
88	A	72	E	49	E	65	E	63	A	70	A	71	A	51	A	73	A	29	E
ATLETA 7																			
At	**R**	**At**	**R**	**At**	**R**	**At**	**R**	**At**	**R**	**At**	**R**	**At**	**R**	**At**	**R**	**At**	**R**	**At**	**R**
79	E	63	E	81	E	37	E	66	A	33	E	62	E	59	A	51	E	57	A
ATLETA 8																			
At	**R**	**At**	**R**	**At**	**R**	**At**	**R**	**At**	**R**	**At**	**R**	**At**	**R**	**At**	**R**	**At**	**R**	**At**	**R**
91	E	83	A	52	E	83	A	96	E	64	E	39	E	65	A	79	A	39	A

Estatisticamente, esses dados indicam que a condição L promoveu maior relaxamento, enquanto o incentivo positivo, surpreendentemente, resultou na menor média de ativação cerebral (Tabela 2). Isso pode refletir o fenômeno de “desfocalização” induzida pela tentativa de motivação externa, ou mesmo aumento da atenção dirigida para a expectativa de agradar, que reduziu o engajamento neurológico direto com a tarefa. No entanto, curiosamente, essa foi a única condição em que 100% das atletas converteram o pênalti, sugerindo que, mesmo com menor ativação, o incentivo pode ter promovido um estado psicológico mais favorável ao desempenho, reforçando o papel da comunicação motivacional (Guerrini, 2021).

Tabela 2 - Estatística Descritiva a partir dos dados do *FocusCalm®*

Estatísticas descritivas

		Válidos	Ausentes	Mediana	Média	Desvio Padrão
At	Livre	8	0	68.000	68.625	18.814
At	Pressão	48	0	60.500	60.688	14.541
At	Incentivo	24	0	50.000	51.625	11.732

Legenda: análise estatística descritiva dos dados obtidos pelo protocolo *FocusCalm®*, das oito atletas.

Análise Estatística

A análise de variância (ANOVA) apontou diferenças significativas entre os tipos de cobrança ($F = 5,383$; $p = 0,006$), indicando que a condição experimental influenciou significativamente os níveis de ativação cerebral. A aplicação do teste de Tukey ($p \leq 0,05$) confirmou a diferença entre as condições, sendo que a

condição SI apresentou diferença estatística significativa em relação às condições L e SP, conforme ilustrado na Figura 2. As condições L e SP não diferiram significativamente entre si, sendo ambas classificadas com a letra “a”, enquanto SI foi classificada com a letra “b”. Esses achados sugerem que, embora o discurso de incentivo tenha reduzido os níveis de ativação cerebral, ele não comprometeu a performance motora; ao contrário, esteve associado à melhor taxa de acerto. Isso pode indicar que o incentivo positivo atuou como regulador emocional, promovendo um estado mental que favoreceu a execução automatizada do gesto técnico, com menor interferência. cognitiva

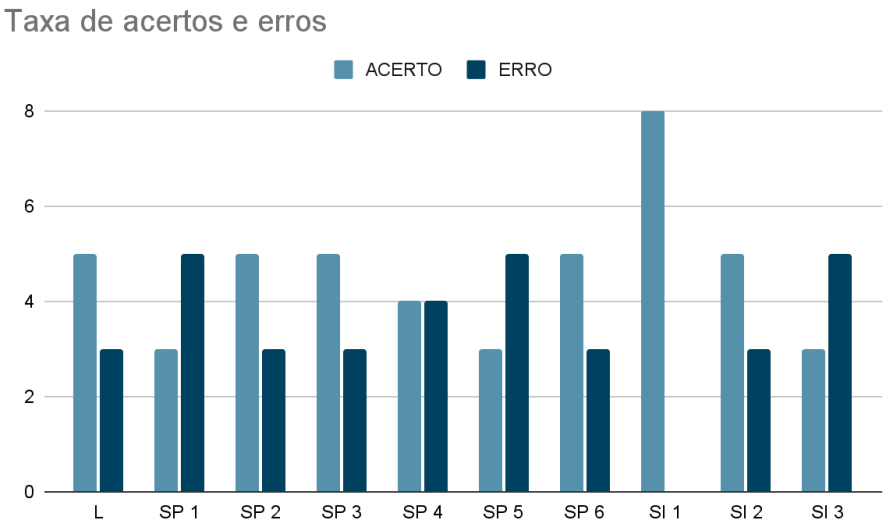

Figura 2. Taxas de acertos e erros nas cobranças.
Legenda: taxa geral de acertos e erros por situação de cobrança das oito atletas, sendo L= cobrança livre; SP= Situação Pressão e SI=Situação Incentivo

Ativação e Desempenho: acerto *vs.* erro

Ao comparar os níveis de ativação cerebral entre os grupos Erro (0) e Acerto (1), por meio do gráfico *boxplot* (Figura 3), observamos que ambos se mantiveram dentro da faixa de neutralidade, com pequenas variações. A mediana no grupo Acerto foi ligeiramente superior, e a variabilidade maior, sugerindo maior oscilação de ativação entre atletas que acertaram as cobranças. No entanto, não foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre os grupos, indicando que o nível de ativação cerebral, isoladamente, não foi determinante para o sucesso na execução da tarefa.

Essa constatação reforça a hipótese de que outros fatores psicológicos, como a resiliência e a interpretação da pressão como desafio, podem desempenhar papel mais relevante na eficácia da execução sob estresse. Estudos como o de Jordet et al. (2012) e Zheng et al. (2023) corroboram essa perspectiva, ao destacarem a influência da ansiedade antecipatória e da percepção de controle sobre o desempenho em contextos de cobrança de pênaltis.

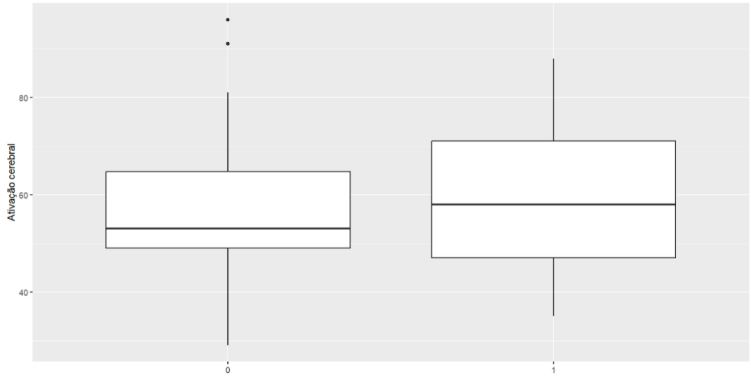

Figura 3. Relação entre acertos e erros nas cobranças. **Legenda**: relação entre os níveis de Ativação cerebral e o resultado da cobrança de pênalti por atletas em diferentes situações de estímulo, onde acerto=1 e erro=0

Conclusão:

O estudo avaliou cobranças de pênalti de atletas de futebol feminino sob diferentes condições emocionais, revelando que não houve correlação significativa entre a ativação cerebral medida pelo FocusCalm® e o sucesso nas finalizações. Em contrapartida, fatores como resiliência e percepção de controle mostraram-se mais associados ao desempenho. Um achado específico foi o acerto de 100% na primeira cobrança com incentivo positivo, indicando o efeito imediato da comunicação motivacional. Este é o primeiro estudo a aplicar o FocusCalm® em contexto real de jogo no futebol feminino, contribuindo para uma área ainda pouco explorada e apontando a necessidade de validações mais rigorosas da ferramenta.

Referências

BICALHO, V. O. Construção e evidências de validade da escala de resiliência no esporte (ER-Esp). 2020. 116 f. Dissertação (Mestrado em Psicologia) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2020. Disponível em: http://hdl.handle.net/1843/36956. Acesso em: 24 jun. 2025.

DAMASIO, A. R. El error de Descartes. 1. ed. Santiago: Andrés Bello, 1994. p. 151-191.

DINI, G. M.; QUARESMA, M. R.; FERREIRA, L. M. Adaptação cultural e validação da versão brasileira da escala de auto-estima de Rosenberg. *Revista Brasileira de Cirurgia Plástica*, São Paulo, v. 19, n. 1, p. 47-52, 2004. Disponível em: https://www.rbcp.org.br/details/322/pt-BR/adaptacao-cultural-e-validacao-da-versao-brasileira-da-escala-de-auto-estima-de-rosenberg. Acesso em: 24 jun. 2025.

FERNANDES, P. T. (org.). *Psicologia do esporte: treinamento e alto rendimento* - Vol. 1. Coleção Mente e Movimento - Explorando a Psicologia no Esporte, no Exercício Físico e na Saúde. Curitiba: Editora CRV, 2025.

FIFA. Disponível em: https://www.fifa.com/pt/home. Acesso em: 24 jun. 2025.

FOCUSCALM. Disponível em: https://focuscalm.com/. Acesso em: 24 jun. 2025.

GUERRINI, P. B. Efetividade da comunicação entre atleta e técnico em esportes coletivos e individuais. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Educação Física) – Universidade Estadual Paulista (UNESP), Rio Claro, 2021. Disponível em: https://repositorio.unesp.br. Acesso em: 24 jun. 2025.

IFAB. Disponível em: https://www.theifab.com/. Acesso em: 24 jun. 2025.

JORDET, G.; ELFERINK-GEMSER, M. T. Stress, coping, and emotions on the world stage: the experience of participating in a major soccer tournament penalty shootout. *Journal of Applied Sport Psychology*, v. 24, n. 1, p. 73-91, 2012. DOI: https://doi.org/10.1080/10413200.2011.619000.

MACHADO, Â.; HAERTHEL, L. M. *Neuroanatomia funcional*. 3. ed. São Paulo: Atheneu, 2014.

MARGIS, R.; PICON, P.; COSNER, A. F.; SILVEIRA, R. O. Relação entre estressores, estresse e ansiedade. *Revista Brasileira de Psiquiatria*, São Paulo, v. 25, n. 4, p. 65-74, 2003. DOI: https://doi.org/10.1590/S0101-81082003000400008.

SILVA MORAIS, G.; ALVES DE MORAIS, A.; DONIZETE ROSA, E.; ARANTES, F. A.; SILVA, T. S. Neurociência do exercício: uma revisão bibliográfica. *Estudos Avançados sobre Saúde e Natureza*, v. 2, 2022. DOI: https://doi.org/10.51249/easn02.2021.624.

UNGERLEIDER, L. G.; DOYON, J.; KARNI, A. Imaging brain plasticity during motor skill learning. *Neurobiology of Learning and Memory*, v. 78, n. 3, p. 553-564, 2002. DOI: https://doi.org/10.1006/nlme.2002.4091.

WEINBERG, R. S.; GOULD, D. *Fundamentos da psicologia do esporte e do exercício*. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

WOOD, G.; JORDET, G.; WILSON, M. R. On winning the "lottery": psychological preparation for football penalty shoot-outs. *Journal of Sports Sciences*, v. 33, n. 17, p. 1758-1765, 2015. DOI: http://dx.doi.org/10.1080/02640414.2015.1012103.

ZHENG, R.; VAN DER KAMP, J.; KEMPERMAN, K.; DE JONG, I.; CASO, S. An investigation into the effect of audiences on the soccer penalty kick. *Science and Medicine in Football*, 2023. DOI: https://doi.org/10.1080/24733938.2023.2285963.