



**Politécnico
Castelo Branco**
Escola Superior de Saúde
Dr. Lopes Dias

MONOGRAFIA

Potenciais Somatossensitivos em Atletas Federados

Catarina Filipa Guerreiro Eugénio

Data

Junho 2025

Potenciais Somatossensitivos em Atletas Federados

Catarina Filipa Guerreiro Eugénio

Junho 2026





**Politécnico
Castelo Branco**

Escola Superior de Saúde
Dr. Lopes Dias

Potenciais Somatossensitivos em Atletas Federados

Catarina Filipa Guerreiro Eugénio

Orientadores

Mestre Cláudia Andreia Almeida dos Santos

Monografia apresentada à Escola Superior de Saúde Dr. Lopes Dias do Instituto Politécnico de Castelo Branco, para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de licenciado em Fisiologia Clínica, realizada sob a orientação científica do Professor Adjunto Convidado Mestre Cláudia Andreia Almeida dos Santos, do Instituto Politécnico de Castelo Branco.

Junho de 2026

Composição do júri

Presidente do júri

Doutora, Patrícia Margarida dos Santos Carvalheiro Coelho
Professora Adjunta do Instituto Politécnico de Castelo Branco

Vogais

Doutora, Joana Rita Espírito Santo Ramos Pires
Professora Adjunta do Instituto Politécnico de Castelo Branco

Mestre, Cláudia Andreia Almeida Santos

Adjunta Convidada no Instituto Politécnico de Castelo Branco e Técnica Superior de Diagnóstico e Terapêutica de Neurofisiologia na Unidade Local de Saúde da Cova da Beira

Dedicatória

Quero dedicar este trabalho a toda a minha família em especial atenção à minha mãe e ao meu pai que sempre acreditaram em mim e me apoiaram incondicionalmente.

Agradecimentos

Quero agradecer a todas as pessoas que fizeram parte do meu percurso académico e que me auxiliaram nesta conquista. Este caminho só foi possível com o apoio e ajuda de todos.

Gostaria de agradecer especialmente à minha mãe e ao meu pai por todos os sacrifícios realizados, assim como o suporte incondicional que demonstraram ao longo de todo este percurso, apesar das dificuldades encontradas no caminho.

À minha família, que de uma forma ou de outra me apoiaram ao longo deste percurso que nunca me deixaram desistir perante as adversidades.

Resumo

Introdução: Os potenciais evocados somatossensitivos (PESS) constituem uma ferramenta essencial na avaliação de patologias do sistema nervoso central e periférico, permitindo analisar a integridade e eficiência da via somatossensitiva de forma não invasiva. Estes potenciais resultam da aplicação de um estímulo elétrico num nervo periférico e do registo da resposta gerada ao longo de toda a via somatossensitiva. Considerando que atletas federados de futebol estão sujeitos a elevados níveis de exigência física, proprioceptiva e neuromuscular, é plausível que apresentem adaptações neurofisiológicas que se traduzam numa condução somatossensitiva mais eficiente.

Objetivo: Verificar a influência da prática desportiva em atletas federados de futebol, através da comparação com indivíduos do grupo de controlo, nos potenciais evocados somatossensitivos dos membros inferiores.

Materiais e métodos: Realizou-se um estudo observacional, transversal e comparativo, com uma amostra de 73 participantes, distribuídos em dois grupos: atletas federados (n=32) e grupo de controlo (n=41). Antes da realização do exame, foi entregue aos participantes o consentimento informado e esclarecido, tendo sido prestados todos os esclarecimentos necessários. Posteriormente, foi aplicado o questionário desenvolvido para a presente investigação, com o objetivo de caracterizar a amostra e verificar os critérios de elegibilidade. De seguida, procedeu-se à colocação dos elétrodos de acordo com as montagens previamente definidas, sendo posteriormente registados os potenciais evocados somatossensitivos (PESS) dos membros inferiores.

Resultados: Verificaram-se diferenças estatisticamente significativas entre os grupos em diversos parâmetros dos PESS. Os atletas federados apresentaram latências corticais e periféricas superiores e amplitudes corticais inferiores, enquanto ao nível lombar evidenciaram latências significativamente inferiores. No entanto, não se observou um padrão consistente de alteração ao longo das vias somatossensitivas. A altura revelou associação significativa com várias latências, sugerindo influência de fatores antropométricos.

Conclusão: Embora tenham sido identificadas diferenças entre atletas e do grupo de controlo, os resultados não permitem estabelecer de forma estatisticamente significativa a existência de adaptações neurofisiológicas associadas à prática de futebol federado. As diferenças observadas parecem ser influenciadas, em grande parte, por variáveis antropométricas, particularmente a altura, bem como por limitações metodológicas do estudo.

Palavras chave

Potenciais Somatossensoriais Evocados [D005073]; Atletas [D056352];

Abstract

Introduction: Somatosensory evoked potentials (SSEPs) constitute an essential tool in the evaluation of pathologies of the central and peripheral nervous system, allowing the analysis of the integrity and efficiency of the somatosensory pathway in a non-invasive manner. These potentials result from the application of an electrical stimulus to a peripheral nerve and the recording of the response generated along the entire somatosensory pathway. Considering that federated football athletes are subjected to high levels of physical, proprioceptive, and neuromuscular demands, it is plausible that they present neurophysiological adaptations that translate into more efficient somatosensory conduction.

Objective: To investigate the influence of regular sports participation in federated football athletes, through comparison with non-athlete individuals, on somatosensory evoked potentials of the lower limbs.

Materials and Methods: An observational, cross-sectional, and comparative study was conducted, with a sample of 73 participants, distributed into two groups: federated athletes (n=32) and control group (n=41). Before the examination, informed consent was provided to the participants, and all necessary clarifications were given. Subsequently, the questionnaire developed for the present investigation was applied, with the aim of characterizing the sample and verifying eligibility criteria. Then, electrodes were placed according to predefined montages, and somatosensory evoked potentials (SSEPs) of the lower limbs were recorded.

Results: Statistically significant differences were observed between the groups in several SSEP parameters. Federated athletes presented higher cortical and peripheral latencies and lower cortical amplitudes, while at the lumbar level they showed significantly lower latencies. However, no consistent pattern of alteration was observed along the somatosensory pathways. Height showed a significant association with several latencies, suggesting the influence of anthropometric factors.

Conclusion: Although differences between athletes and non-athletes were identified, the results do not provide statistically significant evidence of neurophysiological adaptations associated with the practice of federated football. The observed differences appear to be largely influenced by anthropometric variables, particularly height, as well as by methodological limitations of the study.

Keywords

Evoked Potentials, Somatosensory [D005073]; Athletes [D056352];

Índice geral

Composição do júri.....	II
Agradecimentos	IV
Resumo	V
Abstract	VI
Índice geral.....	VII
Índice de símbolos	IX
Índice de tabelas	X
Índice de gráficos	XI
Lista de abreviaturas, siglas e acrónimos	XII
1. Introdução	1
2. Enquadramento Teórico	3
2.1 Potenciais Evocados	3
2.1.1 Definição e Importância Clínica.....	3
2.1.2 Potenciais Evocados Somatossensitivos (PESS)	3
2.1.3 Metodologia e Aspetos Técnicos dos PESS	4
2.1.4 Parâmetros de Análise dos PESS.....	5
2.1.5 Aplicações Clínicas dos PESS.....	5
2.2 Potenciais Evocados e Exercício Físico	5
2.2.1 Neuroplasticidade e Exercício Físico	5
2.2.2 Adaptações Neurofisiológicas em Atletas	6
2.3 Futebol como Modelo de Estudo	6
2.4 Síntese e Relevância do Estudo.....	7
Contributo da Investigação.....	9
3. Objetivos	9
4. Materiais e Métodos	9
4.1 Desenho e Amostra do Estudo	9
4.2 Protocolo de Estudo	10
4.3 Análise Estatística	11
4.4 Questões Éticas.....	11
5. Resultados	13
Discussão.....	21
Conclusão	26

Referências Bibliográficas	27
Anexos	29
Anexo A – Parecer da Comissão de Ética	29
Anexo B – Autorização Institucional	31
Apêndices	32
Apêndice A – Questionário	32
Apêndice B – Consentimento Informado	33

Índice de símbolos

% - Percentagem

± - Mais ou Menos

> - Maior

< - Menor

Índice de tabelas

Tabela 1 : Caracterização descritiva das variáveis relacionadas com a prática desportiva no grupo de atletas federados.	14
Tabela 2 : Comparação das variáveis antropométricas entre grupos através do teste U de Mann–Whitney.	14
Tabela 3 : Máximo, mínimo e média com desvio padrão dos parâmetros dos PESS, entre atletas federados e grupo de controlo.	15
Tabela 4 : Comparação dos parâmetros dos PESS com média com Desvio Padrão entre atletas federados e grupo de controlo através do teste U de Mann–Whitney.	16
Tabela 5 : Relação de ambos os grupos entre altura e parâmetros dos PESS com média com desvio padrão avaliada através do coeficiente de correlação de Spearman.	17
Tabela 6 : Relação entre idade e parâmetros dos PESS avaliada através do coeficiente de correlação de Spearman.	18
Tabela 7 : Comparação da média com desvio padrão do tempo de condução central direita e esquerda de ambos os grupos, através do teste U de Mann–Whitney.	18
Tabela 8 : Relação entre perna dominante e parâmetros dos PESS avaliada através do coeficiente de Spearman.	19
Tabela 9 : Relação com Horas de Treino, Anos de Prática e Treinos Semanais e parâmetros dos PESS no grupo de estudo através do coeficiente de Spearman.	20

Índice de gráficos

Gráfico 1: Percentagem de Perna Dominante em Atletas Federados.....	13
--	----

Lista de abreviaturas, siglas e acrónimos

cm - Centímetros

Hz - Hertz

k Ω - Kilohms

μ V - Microvolt

n - Número de indivíduos

kg - Quilogramas

ms - Milissegundos

PE - Potenciais Evocados

PESS - Potenciais Evocados Somatossensitivos

SPSS - Software Statistical Package for the Social Sciences

SSEPs - Somatosensory evoked potentials

1. Introdução

As vias somatossensitivas desempenham um papel fundamental na percepção e integração de estímulos provenientes do corpo, contribuindo para o controlo motor, equilíbrio, propriocepção e execução de movimentos complexos (1). A correta integração desta informação sensitiva é essencial para a execução de movimentos complexos e para a adaptação do comportamento motor às exigências do meio envolvente (2,3).

A avaliação da integridade e funcionalidade destas vias pode ser realizada através dos potenciais evocados somatossensitivos (PESS), uma técnica neurofisiológica não invasiva que regista a atividade elétrica gerada no sistema nervoso em resposta à estimulação de nervos periféricos (1,4). Os potenciais permitem analisar a condução neuronal desde a periferia até ao córtex somatossensitivo, constituindo uma ferramenta sensível para detetar alterações funcionais e fenómenos de neuroplasticidade associados a treino, lesão ou intervenção terapêutica (1,5,6).

Para além da sua aplicação clínica, os PESS têm sido amplamente utilizados no estudo da neuroplasticidade, permitindo avaliar modificações na atividade neuronal em resposta a estímulos repetidos ou treino motor (7,8). A neuroplasticidade corresponde à capacidade do sistema nervoso central de reorganizar a sua estrutura e função, sendo um processo fundamental na aprendizagem e adaptação funcional (7).

A literatura tem demonstrado que o exercício físico regular, sobretudo quando realizado em contextos de elevada exigência, pode induzir adaptações neurofisiológicas ao nível das vias sensoriais e motoras (9). Estas adaptações resultam da repetição sistemática de estímulos proprioceptivos, táteis e motores, promovendo reorganização cortical e modulação da atividade neuronal (10,11). Em particular, estudos realizados com atletas de diferentes modalidades sugerem que o treino prolongado pode influenciar parâmetros dos PESS, refletindo alterações na amplitude e latência de componentes específicos, associadas a processos de plasticidade cortical induzidos pelo exercício (12–14).

No entanto, os resultados existentes não são totalmente consensuais, uma vez que alguns estudos não identificam diferenças significativas entre indivíduos treinados e não treinados (15). Esta variabilidade poderá estar relacionada com fatores como o tipo de modalidade, intensidade e duração do treino, bem como características individuais dos participantes (9,15).

No contexto específico do futebol, a prática federada caracteriza-se por um ambiente competitivo altamente dinâmico e imprevisível, exigindo dos atletas uma adaptação contínua às exigências motoras, cognitivas e perceptivas do jogo (16,17). A modalidade envolve sucessivas mudanças de direção, acelerações, desacelerações, contactos físicos e ações técnico-táticas executadas sob constrangimentos temporais e espaciais (17). Adicionalmente, fatores contextuais como o resultado momentâneo, o tempo efetivo de jogo, o comportamento dos

adversários e as estratégias coletivas influenciam constantemente as exigências impostas aos jogadores (17). Estas características requerem uma integração eficiente da informação somatossensitiva e proprioceptiva, permitindo ajustes motores rápidos e precisos durante a competição (14,16–18). Este padrão de esforço repetitivo e complexo pode atuar como estímulo para adaptações neurofisiológicas, tornando os atletas federados um grupo particularmente relevante para a investigação das alterações nos PESS (9,14).

Deste modo, torna-se pertinente investigar se a prática regular e estruturada de futebol federado está associada a modificações mensuráveis nos PESS. A identificação de diferenças entre atletas e indivíduos não treinados poderá contribuir para uma melhor compreensão dos efeitos do exercício sobre o sistema nervoso, bem como para o desenvolvimento de estratégias de avaliação funcional aplicáveis ao contexto desportivo e clínico(9,10,14,15).

2. Enquadramento Teórico

2.1 Potenciais Evocados

2.1.1 Definição e Importância Clínica

Os potenciais evocados (PE) correspondem a respostas elétricas geradas pelo sistema nervoso em resposta a estímulos sensoriais específicos, podendo ser classificados em auditivos, visuais, somatossensitivos, entre outros (1,19,20). Estes sinais refletem a atividade elétrica associada à transmissão de informação ao longo das vias sensitivas, sendo registados através de elétrodos colocados no couro cabeludo ou ao longo do trajeto nervoso (6,21).

De acordo com Cruccu e colaboradores (5), os PE constituem uma ferramenta não invasiva, segura e amplamente utilizada tanto na prática clínica como na investigação, permitindo a avaliação objetiva da integridade funcional do sistema nervoso. Estes também apresentam elevada sensibilidade na deteção de alterações subclínicas, sendo particularmente úteis no diagnóstico precoce de disfunções neurológicas (1,22).

Apesar das suas vantagens, esta técnica apresenta algumas limitações, nomeadamente a baixa resolução espacial e a suscetibilidade a artefactos, fatores que devem ser considerados na interpretação dos resultados (19,20).

2.1.2 Potenciais Evocados Somatossensitivos (PESS)

Os potenciais evocados somatossensitivos (PESS) constituem um subtipo específico de potenciais evocados que permite avaliar a integridade e a condução das vias somatossensitivas, em particular do sistema coluna dorsal–lemnisco medial (1,4). Este sistema é responsável pela transmissão de informação sensitiva de alta precisão, nomeadamente tato discriminativo, vibração e proprioceção, através de vias ascendentes que se iniciam nos recetores periféricos e projetam para o córtex somatossensitivo primário (2,3). Para além do seu papel na percepção sensorial, esta informação é fundamental para a integração sensório-motora, contribuindo de forma indireta para o controlo motor e coordenação dos movimentos, através da interação com vias descendentes e circuitos cortico-subcorticais(2,3,6). Desta forma, os PESS constituem uma ferramenta relevante na avaliação funcional destas vias, permitindo identificar alterações na condução nervosa ao longo de diferentes níveis do sistema nervoso central e periférico(1,4,6)

Segundo Yamada e colaboradores (23), a via lemniscal caracteriza-se por uma elevada precisão espacial e temporal, permitindo uma discriminação sensitiva fina. Em contraste, o sistema espinotalâmico está associado à condução de estímulos relacionados com dor e temperatura, não sendo diretamente avaliado pelos PESS (23–25).

Desta forma, os PESS constituem uma ferramenta particularmente relevante na avaliação da integridade funcional das vias somatossensitivas, embora a sua capacidade de avaliação se limite predominantemente às fibras mielinizadas de grande calibre (1,24).

2.1.3 Metodologia e Aspetos Técnicos dos PESS

A obtenção dos potenciais evocados somatossensitivos (PESS) baseia-se na estimulação elétrica de nervos periféricos, sendo preferencialmente utilizados nervos mistos. A utilização deste tipo de nervos permite não só a ativação das fibras sensitivas, mas também a obtenção de uma resposta motora visível, o que constitui um critério objetivo de confirmação da correta estimulação do nervo. Em contraste, na estimulação de nervos exclusivamente sensitivos, a confirmação depende frequentemente da perceção subjetiva do estímulo por parte do indivíduo, o que pode não ser fiável ou viável em todos os contextos. Assim, na prática clínica e experimental, são frequentemente utilizados nervos como o nervo tibial nos membros inferiores e o nervo mediano nos membros superiores (3,4,6). A estimulação elétrica apresenta elevada reprodutibilidade e permite um controlo rigoroso dos parâmetros de estimulação, sendo por isso frequentemente preferida em contexto clínico e experimental (23).

De acordo com Aminoff e colaboradores (19), a intensidade do estímulo é geralmente ajustada para um nível ligeiramente superior ao limiar motor, garantindo a ativação eficaz das fibras aferentes sem recrutamento significativo de fibras nociceptivas. A estimulação é feita colocando o estimulador entre o maléolo interno e o tendão de Aquiles com o cátodo proximal, sendo os estímulos tipicamente impulsos de curta duração (0,1–0,2 ms), aplicados com frequências entre 3 e 5 Hz (3,23).

Após a estimulação, o impulso nervoso é conduzido através de fibras aferentes de grande calibre, ascendendo pelas colunas dorsais da medula espinal, nomeadamente pelos fascículos grácil e cuneiforme. O fascículo grácil é responsável pela condução da informação proveniente dos segmentos mais inferiores e distais do corpo, enquanto o fascículo cuneiforme transporta informação dos segmentos torácicos superiores e dos membros superiores (2,3,6). Estas vias integram o sistema coluna dorsal–lemnisco medial, prosseguindo até aos núcleos grácil e cuneiforme no bulbo, onde ocorre a primeira sinapse, seguindo posteriormente pelo lemnisco medial até ao tálamo e, finalmente, ao córtex somatossensitivo primário (1,4,7). Ao longo deste percurso, podem ser registados diferentes componentes dos potenciais evocados somatossensitivos (PESS), correspondentes a distintos níveis anatómicos da via somatossensitiva (1,4,6).

No caso da estimulação do nervo tibial, podem ser identificados vários componentes característicos dos PESS que refletem diferentes níveis da via. Ao nível periférico, o potencial N8, registado na fossa poplítea, corresponde à condução ao longo do nervo periférico (26–28). Ao nível lombar, o potencial N20 reflete a atividade segmentar da medula espinal, estando associado à condução nas raízes nervosas e nos cordões posteriores (26–28). Por fim, os potenciais corticais, como o P40, N50 e P60, traduzem a chegada e o processamento do estímulo ao nível do córtex somatossensitivo primário (1,4,26–28). A análise integrada destes componentes permite avaliar a integridade funcional da via

somatossensitiva ao longo de todo o seu trajeto, desde o sistema nervoso periférico até ao córtex cerebral(1,4,6,26–28).

2.1.4 Parâmetros de Análise dos PESS

A análise dos PESS baseia-se essencialmente em três parâmetros principais: latência absoluta, amplitude e latência interpicos (4,6).

A latência absoluta corresponde ao intervalo temporal entre o estímulo e a resposta registada, sendo um indicador direto do tempo de condução nervosa (2). A amplitude reflete a magnitude da resposta elétrica, estando associada ao número de neurónios recrutados e à sincronização da atividade neuronal (3). Por sua vez, a latência interpicos permite avaliar o tempo de condução entre diferentes níveis da via somatossensitiva, sendo particularmente útil na análise da condução central (1,28).

Importa salientar que estes parâmetros podem ser influenciados por diversos fatores, como a idade, altura e temperatura corporal (2,6,23). De acordo com Miura e colaboradores (27), indivíduos com maior estatura tendem a apresentar latências superiores, devido ao maior comprimento das vias nervosas.

A qualidade dos registos depende ainda de condições técnicas rigorosas, incluindo a manutenção de baixas impedâncias e a minimização de artefactos, bem como a utilização de técnicas adequadas de filtragem (22,29).

2.1.5 Aplicações Clínicas dos PESS

Os PESS são amplamente utilizados na avaliação de patologias neurológicas que afetam as vias somatossensitivas, como a esclerose múltipla, lesões medulares e neuropatias periféricas (1,2,21). Importa ainda referir que estes desempenham um papel relevante na monitorização intraoperatória, permitindo a deteção precoce de alterações na condução nervosa e contribuindo para a prevenção de lesões neurológicas (3,30).

Segundo Walsh e colaboradores (21), esta técnica constitui um complemento importante ao exame neurológico, fornecendo informação objetiva sobre a integridade funcional das vias sensitivas.

2.2 Potenciais Evocados e Exercício Físico

2.2.1 Neuroplasticidade e Exercício Físico

A neuroplasticidade refere-se à capacidade do sistema nervoso central de reorganizar a sua estrutura e função em resposta a estímulos, experiências ou lesões (7,8). Este fenómeno envolve alterações na excitabilidade neuronal, eficiência sináptica e organização cortical, sendo fundamental para a aprendizagem motora e adaptação funcional (7).

De acordo com Passmore e colaboradores (7), os PESS podem ser utilizados como uma ferramenta indireta para avaliar processos de neuroplasticidade, através da análise de alterações nos seus parâmetros. Estudos indicam que a prática

repetida de tarefas motoras pode induzir modificações nos PESS, refletindo adaptações ao nível do sistema nervoso (31).

No contexto do exercício físico, Maudrich e colaboradores (9) demonstraram que atletas podem apresentar alterações nos PESS, sugerindo adaptações neurofisiológicas associadas ao treino. Estas adaptações incluem, frequentemente, latências mais curtas e alterações na amplitude, indicando uma maior eficiência no processamento sensitivo (10–15).

No entanto, os resultados não são consensuais, alguns estudos não identificaram diferenças significativas entre indivíduos treinados e não treinados (15), sugerindo que fatores como tipo de modalidade, intensidade e duração do treino podem influenciar os resultados.

Embora os PESS não constituam uma medida direta dos mecanismos subjacentes à neuroplasticidade, representam um indicador funcional amplamente utilizado para inferir alterações na transmissão e processamento da informação somatossensitiva (7). Assim, modificações observadas nos parâmetros de latência e amplitude podem refletir adaptações neurofisiológicas associadas ao treino, desde que interpretadas em conjunto com o contexto experimental e outras variáveis potencialmente influenciadoras (7,9).

2.2.2 Adaptações Neurofisiológicas em Atletas

Dado que a prática desportiva envolve estímulos repetitivos e exigentes, os mecanismos de neuroplasticidade descritos anteriormente tornam-se particularmente relevantes na compreensão das adaptações observadas em atletas.

A prática desportiva de alto rendimento está associada a adaptações ao nível do sistema nervoso central, particularmente nas áreas relacionadas com o processamento sensitivo e controlo motor (10,18). Atletas expostos a estímulos sensório-motores repetidos tendem a desenvolver maior eficiência na integração da informação sensitiva, o que pode refletir-se em alterações nos PESS (10,14).

Murakami e colaboradores (14) verificaram que atletas apresentam diferenças nos parâmetros dos PESS, nomeadamente ao nível das oscilações de alta frequência, enquanto Iwadata e colaboradores (10) observaram alterações associadas ao exercício de longa duração.

Por outro lado, Bieru e colaboradores (12,13) demonstraram que estas alterações podem variar consoante a modalidade desportiva, sugerindo que as adaptações são específicas ao tipo de treino realizado.

2.3 Futebol como Modelo de Estudo

O futebol é uma modalidade caracterizada por elevada exigência física, cognitiva e técnica, envolvendo ações intermitentes de alta intensidade, mudanças rápidas de direção e tomada de decisão em ambientes dinâmicos e imprevisíveis (16,17).

De acordo com Tojo e colaboradores (17), o tempo de jogo efetivo influencia significativamente as exigências físicas e técnico-táticas, promovendo maior envolvimento em ações de alta intensidade. Estas características implicam uma elevada capacidade de processamento sensitiva e integração proprioceptiva.

Importa considerar que, Hirano e colaboradores (18) demonstraram que a prática prolongada de futebol pode induzir alterações ao nível do córtex motor, sugerindo a ocorrência de processos de neuroplasticidade associados ao treino, neste contexto, a exposição contínua a estímulos proprioceptivos e a necessidade de resposta rápida podem favorecer adaptações ao nível do sistema somatossensitivo, tornando os atletas de futebol um modelo relevante para o estudo dos PESS.

Apesar da evidência existente sobre adaptações neurofisiológicas em atletas, os estudos focados especificamente em modalidades coletivas, como o futebol, ainda são limitados. Considerando as exigências específicas desta modalidade, que combinam componentes físicos, cognitivos e sensoriais, torna-se pertinente investigar o seu impacto no sistema somatossensitivo, nomeadamente através da análise dos PESS. No entanto, a evidência específica que relaciona diretamente o futebol com alterações nos parâmetros dos PESS ainda é escassa, reforçando a necessidade de investigação nesta área.

2.4 Síntese e Relevância do Estudo

A literatura demonstra que, apesar da ampla utilização dos PESS na avaliação da condução das vias somatossensitivas, a evidência relativa ao impacto do exercício físico intensivo sobre estes parâmetros permanece limitada e, por vezes, inconsistente (9,15).

Importa salientar que a maioria dos estudos disponíveis foi realizada em modalidades desportivas distintas do futebol, incluindo modalidades de resistência, desportos de combate e atividades que requerem elevada precisão motora e controlo postural (10–15). Embora estes trabalhos tenham demonstrado a existência de possíveis adaptações neurofisiológicas associadas ao treino sistemático, os resultados obtidos não podem ser generalizados diretamente à população de atletas de futebol, devido às diferenças nas exigências cognitivas e sensório-motoras inerentes a cada modalidade.

Consequentemente, permanece uma lacuna na literatura relativamente ao impacto específico da prática de futebol federado sobre os parâmetros dos PESS, justificando a realização de estudos direcionados para esta população.

Alguns estudos descrevem melhorias na condução neuronal e maior eficiência no processamento sensitiva em atletas, refletidas por latências mais curtas ou alterações na amplitude dos potenciais(12,13). No entanto, outros trabalhos não identificam diferenças significativas entre indivíduos treinados e não treinados, sugerindo que estes efeitos não são universais (15).

Esta heterogeneidade de resultados pode estar associada a múltiplos fatores metodológicos, incluindo diferenças no tipo de modalidade desportiva, intensidade e duração do treino, bem como características da amostra, como idade, nível de experiência e variáveis antropométricas (12,13,15) Estas variáveis influenciam diretamente os parâmetros dos PESS e dificultam a comparação entre estudos, contribuindo para a ausência de consenso.

Neste enquadramento, a análise de parâmetros como a latência e a amplitude dos PESS constitui uma abordagem relevante para explorar possíveis adaptações na condução neuronal e na eficiência do processamento sensitiva decorrentes do treino sistemático. A identificação de diferenças entre indivíduos treinados e não treinados poderá fornecer informação adicional sobre as adaptações neurofisiológicas associadas à prática desportiva regular.

Dada a elevada complexidade física, cognitiva e sensorial inerente ao futebol, torna-se particularmente relevante investigar de que forma esta modalidade influencia o funcionamento das vias somatossensitivas. Assim, o estudo dos PESS em atletas federados de futebol poderá contribuir para clarificar a existência de adaptações funcionais nas vias somatossensitivas, reforçando a relevância científica e clínica desta linha de investigação.

Contributo da Investigação

3. Objetivos

O objetivo principal deste estudo consiste na avaliação da influência da prática desportiva nos potenciais evocados somatossensitivos (PESS) dos membros inferiores, através da comparação entre atletas federados de futebol e indivíduos do grupo de controlo de atividade desportiva.

Como objetivos secundários, pretende-se comparar as latências dos PESS entre atletas federados e indivíduos do grupo de controlo de qualquer desporto, bem como analisar possíveis alterações na amplitude destes potenciais entre ambos os grupos. De forma igual, procura-se investigar a influência do tempo de prática de exercício físico e de variáveis fisiológicas nos PESS.

4. Materiais e Métodos

4.1 Desenho e Amostra do Estudo

O presente estudo apresenta um desenho observacional, analítico e comparativo, com dois grupos independentes: atletas federados de futebol e grupo de controlo. Trata-se de um estudo de natureza transversal, com recolha prospetiva de dados no grupo de atletas e utilização de dados secundários no grupo de controlo, permitindo a comparação entre indivíduos praticantes e do grupo de controlo.

A amostra foi constituída por um total de 73 participantes, dos quais 32 pertencentes ao grupo de atletas federados e 41 ao grupo de controlo. A seleção da amostra foi realizada através de um método de amostragem não probabilística por conveniência. Os critérios de inclusão definidos, para o grupo dos atletas federados, foram idade igual ou superior a 18 anos, prática de futebol federado há mais de um ano e assinatura do consentimento informado e esclarecido. Como critérios de exclusão consideraram-se a frequência de treino inferior a duas vezes por semana, a presença de patologias que afetem a condução nervosa, a existência de lesões recentes incapacitantes e a participação prévia na validação do questionário, após a realização do questionário nenhum dos indivíduos ao qual este foi submetido cumpriu qualquer critério de exclusão.

O grupo de controlo é constituído por indivíduos de ambos os sexos, 16 são do sexo masculino e 25 são do sexo feminino, estes pertencem a uma base de dados já adquirida anteriormente. Uma limitação metodológica relevante deve-se à utilização de dados secundários no grupo de controlo, uma vez que não existia informação disponível relativamente aos níveis habituais de atividade física destes participantes. Consequentemente, não foi possível garantir que todos os indivíduos do grupo de controlo fossem efetivamente sedentários ou não praticantes de exercício físico regular, constituindo um potencial fator limitante na interpretação dos resultados.

Foram recolhidas variáveis demográficas e antropométricas, nomeadamente idade, sexo, altura e peso, bem como variáveis relacionadas com a prática

desportiva, incluindo perna dominante, anos de prática, número de treinos semanais e número de horas de treino, com o objetivo de caracterizar a amostra e permitir a análise da influência destas variáveis nos parâmetros dos potenciais evocados somatossensitivos.

4.2 Protocolo de Estudo

A realização dos exames decorreu na Escola Superior de Saúde Doutor Lopes Dias, no laboratório de Potenciais Evocados previamente reservado para o efeito, mediante autorização institucional. O estudo foi previamente submetido e aprovado pela Comissão de Ética do Instituto Politécnico de Castelo Branco, garantindo o cumprimento das normas éticas e legais em vigor.

Antes da realização do exame, os participantes, recrutados através do clube ao qual pertencem, foram informados sobre os objetivos e procedimentos do estudo, sendo esclarecidas todas as dúvidas. Posteriormente, foi solicitado o preenchimento de um questionário para caracterização da amostra e verificação dos critérios de elegibilidade. Os participantes foram ainda informados de que poderiam desistir do estudo em qualquer momento, sem qualquer prejuízo, tendo assinado o consentimento informado.

Os participantes foram instruídos a comparecer com vestuário confortável, de forma a facilitar o acesso às regiões anatómicas de interesse. Após a chegada, foram inicialmente posicionados sentados para preparação das áreas de colocação dos elétrodos. As zonas cutâneas foram limpas com compressas embebidas em solução alcoólica e submetidas a ligeira esfoliação com gel redutor de impedância, com o objetivo de melhorar a condução elétrica e garantir a qualidade do sinal.

Foram utilizados materiais adequados à realização de exames neurofisiológicos, incluindo o equipamento Dantec® com o software Keypoint.NET 2.32 EMG/ NCS/ EP para a aquisição de potenciais evocados acoplado ao estimulador elétrico para registo e análise de sinais, elétrodos de superfície banhados a ouro, pasta condutora, gel abrasivo, compressas, solução alcoólica, lápis dermatográfico para marcação dos pontos anatómicos, maca com proteção descartável, bem como questionários e folhas de registo de dados. Todos os materiais utilizados cumpriram os requisitos necessários para garantir condições adequadas de higiene, segurança e qualidade do sinal.

Os elétrodos foram colocados de acordo com o sistema internacional 10-20, com elétrodo ativo em Cz e referência em Fz, a nível cortical. Ao nível lombar, foram posicionados em L4 como elétrodo ativo e L2 como referência. Ao nível periférico, foi colocado um elétrodo ativo na fossa poplíteia do membro inferior em estudo, com referência no joelho ipsilateral.

O exame foi realizado com o participante em decúbito dorsal, de modo a promover o relaxamento muscular. A estimulação elétrica foi aplicada ao nível do tornozelo com estimulação do nervo tibial, colocando o estimulador entre o maléolo interno e o tendão de aquiles com o cátodo proximal, utilizando impulsos

monopolares com duração de 0,2 ms, frequência de repetição de 3 Hz e intensidade ajustada progressivamente até à obtenção de resposta motora visível, nomeadamente a flexão do dedo do pé.

Para cada membro inferior foram adquiridos, no mínimo, dois registos reproduzíveis, sendo cada registo constituído por 400 estímulos. Sempre que necessário, foram realizados registos adicionais até garantir a reprodutibilidade dos sinais. Após a avaliação de um membro inferior, o procedimento foi repetido no membro contralateral.

Os registos foram obtidos com impedâncias inferiores a 5 k Ω com um filtro de sinal de 3 a 2000 Hz. Foi aplicada rejeição automática de artefactos com amplitudes superiores a ± 100 μ V, seguida de inspeção visual para remoção de artefactos residuais. As latências e amplitudes foram determinadas a partir das médias dos registos reproduzíveis, sendo a marcação dos picos realizada por um avaliador cego relativamente ao grupo de pertença dos participantes.

Após a conclusão do exame, os elétrodos foram removidos e a pele dos participantes foi devidamente limpa, sendo garantidas condições adequadas de higiene para exames subsequentes. Os dados obtidos foram registados de forma codificada e armazenados em suporte informático para posterior análise.

4.3 Análise Estatística

Os dados recolhidos foram inseridos e analisados com recurso ao software SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*) versão 27®.

Foi realizada uma estatística descritiva, incluindo média, desvio padrão, valores mínimos e máximos. A normalidade da distribuição dos dados foi testada através do teste de Kolmogorov-Smirnov, tendo em consideração a dimensão da amostra. Para a comparação entre os grupos foram utilizados testes não paramétricos, como o teste de Mann-Whitney. A análise de relação entre variáveis foi realizada através dos coeficientes de Spearman.

4.4 Questões Éticas

O estudo foi aprovado pela Comissão de Ética do Instituto Politécnico de Castelo Branco, garantindo o cumprimento de todos os princípios éticos aplicáveis à investigação em seres humanos.

Esta investigação decorreu com a realização de um exame, PESS, trata-se de um exame não invasivo, de baixo risco, não estando associados efeitos adversos relevantes descritos na literatura para com os indivíduos que o possam realizar.

Todos os participantes assinaram um consentimento informado e esclarecido, no qual foram devidamente informados sobre os objetivos do estudo, os procedimentos a realizar e o direito de desistir em qualquer momento, sem qualquer prejuízo.

Segundo a Declaração de Helsínquia nesta investigação foram respeitados todos os direitos do indivíduo nunca colocando em causa o seu bem estar ou a sua

vontade, foi garantida a confidencialidade e anonimização dos dados recolhidos relativamente ao mesmo, tendo sempre em conta tudo o que se encontra presente na declaração. A participação foi voluntária, sendo os direitos, segurança e bem-estar dos participantes considerados prioritários ao longo de todo o processo de investigação (32).

5. Resultados

A amostra é caracterizada por dois grupos, um grupo de controlo, com 41 indivíduos, e um grupo de atletas federados, com 32 indivíduos, totalizando 73 participantes.

No grupo dos atletas federados, todos os participantes são do sexo masculino. A idade apresenta uma média de 21,56 anos, mediana de 21,50 e desvio padrão de 2,29, com valores mínimos de 18 e máximos de 25 anos. Relativamente à altura, observa-se uma média de 181 cm, mediana de 180 cm e desvio padrão de 7,10, com um valor mínimo de 170 cm e máximo de 201 cm. Quanto ao peso, a média é de 75,57 kg, a mediana de 73 kg e o desvio padrão de 7,05, com valor mínimo de 65 kg e máximo de 91 kg. Quanto à perna dominante, os dados recolhidos mostram que 21,9% dos atletas apresentam dominância esquerda e 78,1% dominância direita, com um desvio padrão de 0,42.

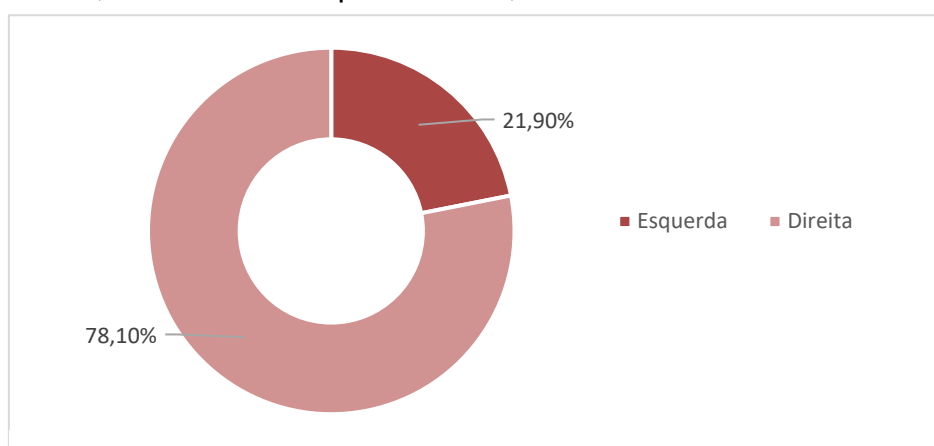


Gráfico 1: Percentagem de Perna Dominante em Atletas Federados

Legenda: % - Percentagem

De forma a apresentar a análise descritiva exposta, procedeu-se à comparação estatística entre o grupo de atletas federados e o grupo de controlo através de testes adequados à distribuição dos dados, nomeadamente testes não paramétricos, o teste de Mann-Whitney.

Relativamente ao número de treinos semanais apresenta uma média de 6,97, mediana de 6 e desvio padrão de 1,87, com valores mínimos de 5 e máximos de 10 treinos por semana. No que diz respeito ao número de horas de treino semanais, verifica-se uma média de 10,88 horas, mediana de 10 horas e desvio padrão de 3,54, com valores mínimos de 7 e máximos de 20 horas. O número de anos de treino apresenta uma média de 15,85 anos, mediana de 15 e desvio padrão de 3,40, com um mínimo de 6 anos e um máximo de 22 anos (Tabela 1).

Tabela 1 : Caracterização descritiva das variáveis relacionadas com a prática desportiva no grupo de atletas federados.

	Número De Treinos Semanais	Número De Horas De Treino Semanais	Número De Anos De Treino
Mínimo	5	7	6
Máximo	10	20	22
Média ± Desvio Padrão	6,97 ± 1,87	10,88 ± 3,54	15,85 ± 3,40

Legenda: ± - mais ou menos

No grupo de controlo, a distribuição por sexo corresponde a 39% do sexo masculino e 61% do sexo feminino. A idade apresenta uma média de 20,09 anos, mediana de 19 e desvio padrão de 2,05, com valores mínimos de 18 e máximos de 25 anos. Quanto à altura, observa-se uma média de 168,63 cm, mediana de 170 cm e desvio padrão de 9,80, com valores mínimos de 150 cm e máximos de 192 cm. Relativamente ao peso, a média é de 61,70 kg, a mediana de 58 kg e o desvio padrão de 10,59, com valores mínimos de 45 kg e máximos de 85 kg.

Encontra-se representado na tabela 2 a comparação destes resultados, idade, altura e peso, entre os dois grupos de estudo

Tabela 2 : Comparação das variáveis antropométricas entre grupos através do teste U de Mann–Whitney.

	Atletas Federados			Grupo de Controlo		
	Máximo	Mínimo	Média com Desvio Padrão	Máximo	Mínimo	Média com Desvio Padrão
Idade	25	18	21,56 ± 2,29	25	18	20,09 ± 2,05
Peso	91kg	65 kg	75,57kg ± 7,05	85 kg	45 kg	61,70 kg ± 10,59
Altura	201 cm	170 cm	181 cm ± 7,10	192 cm	150 cm	168,63 cm ± 9,80

Legenda: ± - mais ou menos; cm – centímetros; kg – quilogramas;

No que diz respeito aos parâmetros dos PESS, a Tabela 3 apresenta os valores mínimos, máximos e médias com desvio padrão em cada parâmetro, para a totalidade da amostra. Verifica-se que as latências apresentam uma menor variabilidade dos valores, evidenciando maior consistência entre os indivíduos, enquanto as amplitudes demonstram maior dispersão, refletindo uma maior heterogeneidade neste parâmetro.

Tabela 3 : Máximo, mínimo e média com desvio padrão dos parâmetros dos PESS, entre atletas federados e grupo de controlo.

	Máximo	Mínimo	Média com Desvio Padrão
Latência Cortical Direita P40	49,400 ms	32,500 ms	38,75 ± 3,346
Latência Cortical Direita N50	59,100 ms	42,700 ms	48,07 ± 3,467
Latência Cortical Direita P60	75,000 ms	51,600 ms	57,53 ± 4,086
Latência Cortical Esquerda P40	48,100 ms	34,600 ms	39,43 ± 2,944
Latência Cortical Esquerda N50	57,000 ms	42,700 ms	48,41 ± 3,231
Latência Cortical Esquerda P60	66,300 ms	47,600 ms	57,67 ± 3,707
Amplitude Cortical Direita P40	4,400 µV	0,100 µV	1,67 ± 1,072
Amplitude Cortical Direita N50	7,200 µV	0,031 µV	1,71 ± 1,306
Amplitude Cortical Direita P60	5,900 µV	0,003 µV	1,26 ± 1,101
Amplitude Cortical Esquerda P40	5,400 µV	0,030 µV	1,67 ± 1,230
Amplitude Cortical Esquerda N50	6,700 µV	0,016 µV	1,65 ± 1,392
Amplitude Cortical Esquerda P60	5,700 µV	0,014 µV	1,01 ± 0,980
Latência Lombar Direita N20	23,400 ms	13,400 ms	18,11 ± 1,767
Latência Lombar Esquerda N20	22,700 ms	14,100 ms	18,32 ± 1,681
Amplitude Lombar Direita N20	3,800 µV	0,0001 µV	0,64 ± 0,676
Amplitude Lombar Esquerda N20	4,500 µV	0,0001 µV	0,54 ± 0,793
Latência Fossa Poplíteia Direita N8	12,000 ms	4,800 ms	8,45 ± 1,084
Latência Fossa Poplíteia Esquerda N8	12,200 ms	5,400 ms	8,57 ± 1,201
Amplitude Fossa Poplíteia Direita N8	10,400 µV	0,013 µV	2,20 ± 2,271
Amplitude Fossa Poplíteia Esquerda N8	12,300 µV	0,023 µV	3,71 ± 2,929

Legenda: ± - mais ou menos; ms – milissegundos; µV – microvolts;

A comparação entre o grupo de atletas federados e o grupo de controlo encontra-se representada na Tabela 4. Nesta verificaram-se diferenças estatisticamente significativas em vários parâmetros dos PESS. Ao nível das latências corticais, os atletas federados apresentaram valores significativamente superiores para o componente P40, tanto à direita ($p = 0,010$) como à esquerda ($p = 0,001$). Nos restantes componentes corticais (N50 e P60), não se observaram diferenças estatisticamente significativas entre os grupos. Relativamente às amplitudes corticais, o grupo de controlo apresentou valores significativamente superiores em todos os componentes analisados, tanto à direita como à esquerda ($p < 0,01$), evidenciando diferenças consistentes entre os grupos neste parâmetro. Ao nível lombar, os atletas federados apresentaram latências significativamente inferiores para o componente N20, tanto à direita ($p = 0,018$) como à esquerda ($p = 0,041$). No que se refere às amplitudes lombares, apenas se verificou diferença estatisticamente significativa à direita ($p = 0,006$), sendo os valores superiores no grupo de atletas, não se observando diferenças significativas à esquerda ($p = 0,360$). Relativamente aos parâmetros da fossa poplíteia, N8, observaram-se latências significativamente superiores nos atletas federados, tanto à direita ($p = 0,002$) como à esquerda ($p = 0,001$). No que diz respeito às amplitudes, apenas o

lado direito apresentou diferenças estatisticamente significativas ($p = 0,041$), sendo superiores no grupo de controlo, não se verificando diferenças significativas à esquerda ($p = 0,077$).

Tabela 4 : Comparação dos parâmetros dos PESS com média com Desvio Padrão entre atletas federados e grupo de controlo através do teste U de Mann–Whitney.

	Atletas federados: número de indivíduos =32	Grupo de controlo : número de indivíduos =41	<i>p value</i>
Latência Cortical Direita P40	39,99± 3,639 ms	37,77 ± 2,768 ms	0,010
Latência Cortical Direita N50	49,01 ± 3,903 ms	47,33 ± 2,925 ms	0,099
Latência Cortical Direita P60	57,39 ± 3,981 ms	57,63 ± 4,213 ms	0,781
Latência Cortical Esquerda P40	40,99 ± 2,804 ms	38,21 ± 2,458 ms	0,0001
Latência Cortical Esquerda N50	49,05 ± 3,648 ms	47,91 ± 2,810 ms	0,133
Latência Cortical Esquerda P60	57,37 ± 4,519 ms	57,90 ± 2,964 ms	0,383
Amplitude Cortical Direita P40	1,00 ± 0,802 µV	2,19 ± 0,961 µV	0,0001
Amplitude Cortical Direita N50	0,95 ± 0,749 µV	2,31 ± 1,342 µV	0,0001
Amplitude Cortical Direita P60	0,85 ± 0,745 µV	1,57 ± 1,231 µV	0,003
Amplitude Cortical Esquerda P40	0,90 ± 0,935 µV	2,27 ± 1,095 µV	0,0001
Amplitude Cortical Esquerda N50	0,94 ± 0,859 µV	2,19 ± 1,485 µV	0,0001
Amplitude Cortical Esquerda P60	0,60 ± 0,497 µV	1,32 ± 1,141 µV	0,001
Latência Lombar Direita N20	17,58 ± 1,454 ms	18,49 ± 1,890 ms	0,018
Latência Lombar Esquerda N20	17,79 ± 1,718 ms	18,72 ± 1,556 ms	0,041
Amplitude Lombar Direita N20	0,92 ± 0,887 µV	0,43 ± 0,342 µV	0,006
Amplitude Lombar Esquerda N20	0,78 ± 1,112 µV	0,36 ± 0,318 µV	0,360
Latência Fossa Poplítea Direita N8	8,78 ± 0,771 ms	8,18 ± 1,223 ms	0,002
Latência Fossa Poplítea Esquerda N8	9,11 ± 1,215 ms	8,12 ± 0,997 ms	0,0001
Amplitude Fossa Poplítea Direita N8	1,67 ± 1,843 µV	2,62 ± 2,499 µV	0,041
Amplitude Fossa Poplítea Esquerda N8	3,02 ± 2,667 µV	4,29 ± 3,047 µV	0,077

Legenda: ± - mais ou menos; ms – milissegundos; µV – microvolts;

Relativamente à influência da altura, a Tabela 5 demonstra a existência de correlações positivas estatisticamente significativas entre esta variável e várias latências dos PESS em ambos os grupos, tanto no grupo de atletas federados como no grupo de controlo ($p < 0,05$), indicando que indivíduos com maior estatura tendem a apresentar maiores latências. No que diz respeito às amplitudes, não se observam correlações consistentes, sendo a maioria dos resultados não estatisticamente significativos, com exceção da amplitude cortical direita P40 ($p=0,036$), da amplitude cortical direita P60 ($p=0,004$) e amplitude cortical esquerda P60 ($p=0,050$), todas no grupo dos atletas federados.

Tabela 5 : Relação de ambos os grupos entre altura e parâmetros dos PESS com média com desvio padrão avaliada através do coeficiente de correlação de Spearman.

	Atletas federados: número de indivíduos =32		Grupo de controle: número de indivíduos =41	
	Relação com Altura	<i>p value</i>	Relação com Altura	<i>p value</i>
Latência Cortical Direita P40	0,667	0,0001	0,773	0,0001
Latência Cortical Direita N50	0,682	0,0001	0,784	0,0001
Latência Cortical Direita P60	0,651	0,0001	0,495	0,001
Latência Cortical Esquerda P40	0,685	0,0001	0,586	0,0001
Latência Cortical Esquerda N50	0,453	0,009	0,509	0,001
Latência Cortical Esquerda P60	0,434	0,013	0,504	0,001
Amplitude Cortical Direita P40	-0,372	0,036	0,033	0,837
Amplitude Cortical Direita N50	-,0139	0,449	-0,097	0,545
Amplitude Cortical Direita P60	-0,494	0,004	0,120	0,453
Amplitude Cortical Esquerda P40	-0,320	0,074	-0,020	0,900
Amplitude Cortical Esquerda N50	-0,243	0,181	-0,016	0,921
Amplitude Cortical Esquerda P60	-0,349	0,050	-0,008	0,962
Latência Lombar Direita N20	0,118	0,536	0,578	0,0001
Latência Lombar Esquerda N20	0,215	0,245	0,607	0,0001
Amplitude Lombar Direita N20	-0,254	0,168	0,174	0,276
Amplitude Lombar Esquerda N20	-0,239	0,196	0,182	0,260
Latência Fossa Poplítea Direita N8	0,281	0,120	0,560	0,0001
Latência Fossa Poplítea Esquerda N8	0,521	0,002	0,603	0,0001
Amplitude Fossa Poplítea Direita N8	0,005	0,979	-0,060	0,708
Amplitude Fossa Poplítea Esquerda N8	-0,341	0,056	-0,075	0,654

No que se refere à idade, a Tabela 6 evidencia que, de um modo geral, não se verificam relações estatisticamente significativas ($p > 0,05$), na maioria dos parâmetros analisados, tanto no grupo de atletas como no grupo de controle. Estes resultados mostram que, a idade não exerce uma influência relevante sobre as latências e amplitudes dos PESS.

Tabela 6 : Relação entre idade e parâmetros dos PESS avaliada através do coeficiente de correlação de Spearman.

	Atletas federados: número de indivíduos =32		Grupo de controlo: número de indivíduos =41	
	Relação com Idade	<i>p value</i>	Relação com Idade	<i>p value</i>
Latência Cortical Direita P40	-0,170	0,353	0,048	0,766
Latência Cortical Direita N50	-0,257	0,156	0,039	0,808
Latência Cortical Direita P60	-0,333	0,062	0,242	0,128
Latência Cortical Esquerda P40	-0,138	0,451	0,026	0,870
Latência Cortical Esquerda N50	-0,117	0,523	-0,060	0,710
Latência Cortical Esquerda P60	0,057	0,755	0,182	0,256
Amplitude Cortical Direita P40	0,099	0,588	0,018	0,913
Amplitude Cortical Direita N50	-0,081	0,661	-0,052	0,749
Amplitude Cortical Direita P60	0,102	0,580	-0,031	0,848
Amplitude Cortical Esquerda P40	0,337	0,059	0,119	0,458
Amplitude Cortical Esquerda N50	-0,032	0,862	-0,006	0,972
Amplitude Cortical Esquerda P60	0,164	0,370	0,098	0,543
Latência Lombar Direita N20	0,019	0,923	0,119	0,459
Latência Lombar Esquerda N20	-0,136	0,465	0,138	0,395
Amplitude Lombar Direita N20	0,302	0,099	-0,017	0,917
Amplitude Lombar Esquerda N20	0,040	0,830	0,055	0,735
Latência Fossa Poplíteia Direita N8	0,422	0,016	0,247	0,120
Latência Fossa Poplíteia Esquerda N8	0,174	0,341	0,090	0,591
Amplitude Fossa Poplíteia Direita N8	0,185	0,311	-0,019	0,905
Amplitude Fossa Poplíteia Esquerda N8	0,029	0,876	0,068	0,687

Relativamente à condução central, a Tabela 7 apresenta os valores médios e o respetivo desvio padrão para ambos os grupos. Verifica-se que os atletas federados apresentam valores médios superiores de tempo de condução central, tanto à direita como à esquerda, quando comparados com o grupo de controlo. Estas diferenças são estatisticamente significativas ($p = 0,0001$).

Tabela 7 : Comparação da média com desvio padrão do tempo de condução central direita e esquerda de ambos os grupos, através do teste U de Mann–Whitney.

Atletas federados: número de indivíduos =32				Grupo de controlo: número de indivíduos =41			
Tempo de Condução Central Direita	<i>p value</i>	Tempo de Condução Central Esquerda	<i>p value</i>	Tempo de Condução Central Direita	<i>p value</i>	Tempo de Condução Central Esquerda	<i>p value</i>
22,12 ± 3,664 ms	0,0001	23,27 ± 3,102 ms	0,0001	19,27 ± 2,217 ms	0,0001	19,46 ± 1,354 ms	0,0001

Legenda: ± - mais ou menos; ms- milissegundos

No que concerne à dominância lateral, a Tabela 8 apresenta a relação entre os parâmetros dos PESS e a perna dominante no grupo de atletas federados. De forma geral, não se verificaram associações estatisticamente significativas entre a

dominância lateral e a maioria dos parâmetros dos PESS. Contudo, observou-se uma associação estatisticamente significativa para a amplitude cortical direita N50 ($p = 0,028$).

Tabela 8 : Relação entre perna dominante e parâmetros dos PESS avaliada através do coeficiente de Spearman.

	Atletas federados: número de indivíduos =32	
	Relação com Perna Dominante	<i>p value</i>
Latência Cortical Direita P40	0,049	0,789
Latência Cortical Direita N50	0,147	0,421
Latência Cortical Direita P60	0,274	0,129
Latência Cortical Esquerda P40	0,123	0,503
Latência Cortical Esquerda N50	0,225	0,215
Latência Cortical Esquerda P60	0,242	0,183
Amplitude Cortical Direita P40	0,209	0,252
Amplitude Cortical Direita N50	0,389	0,028
Amplitude Cortical Direita P60	0,246	0,175
Amplitude Cortical Esquerda P40	0,033	0,859
Amplitude Cortical Esquerda N50	0,225	0,215
Amplitude Cortical Esquerda P60	0,045	0,807
Latência Lombar Direita N20	-0,005	0,981
Latência Lombar Esquerda N20	-0,030	0,872
Amplitude Lombar Direita N20	0,237	0,199
Amplitude Lombar Esquerda N20	0,112	0,548
Latência Fossa Poplíteia Direita N8	-0,045	0,806
Latência Fossa Poplíteia Esquerda N8	0,168	0,358
Amplitude Fossa Poplíteia Direita N8	0,237	0,191
Amplitude Fossa Poplíteia Esquerda N8	0,246	0,175

Em última análise, a Tabela 9 apresenta a relação entre os parâmetros dos PESS e variáveis relacionadas com a prática desportiva, nomeadamente horas de treino semanal, anos de prática e número de treinos semanais. De forma global, não se observam relações estatisticamente significativas na maioria dos parâmetros ($p > 0,05$), indicando que estas variáveis não parecem exercer uma influência determinante nos resultados. No entanto, verifica-se uma relação estatisticamente significativa entre o número de treinos semanais e a amplitude lombar direita N20 ($p = 0,045$).

Tabela 9 : Relação com Horas de Treino, Anos de Prática e Treinos Semanais e parâmetros dos PESS no grupo de estudo através do coeficiente de Spearman.

	Atletas federados: número de indivíduos =32					
	Relação com Horas de Treino	<i>p value</i>	Relação com Anos de Prática	<i>p value</i>	Relação com Treinos Semanais	<i>p value</i>
Latência Cortical Direita P40	0,050	0,785	-0,200	0,273	0,078	0,671
Latência Cortical Direita N50	-0,030	0,872	-0,316	0,078	-0,004	0,982
Latência Cortical Direita P60	-0,034	0,851	-0,344	0,054	0,029	0,877
Latência Cortical Esquerda P40	-0,206	0,259	-0,194	0,287	-0,075	0,682
Latência Cortical Esquerda N50	-0,137	0,456	-0,201	0,271	-0,043	0,816
Latência Cortical Esquerda P60	-0,083	0,652	-0,182	0,318	-0,048	0,793
Amplitude Cortical Direita P40	-0,168	0,358	0,068	0,712	-0,177	0,333
Amplitude Cortical Direita N50	-0,050	0,787	-0,090	0,624	-0,031	0,867
Amplitude Cortical Direita P60	-0,091	0,622	0,103	0,576	-0,167	0,362
Amplitude Cortical Esquerda P40	-0,049	0,791	0,0001	1,000	-0,161	0,380
Amplitude Cortical Esquerda N50	-0,111	0,544	-0,061	0,741	-0,025	0,893
Amplitude Cortical Esquerda P60	0,158	0,388	0,020	0,913	-0,019	0,916
Latência Lombar Direita N20	0,0001	0,998	-0,107	0,575	0,001	0,998
Latência Lombar Esquerda N20	-0,163	0,382	-0,215	0,245	-0,062	0,741
Amplitude Lombar Direita N20	-0,321	0,079	0,343	0,059	-0,363	0,045
Amplitude Lombar Esquerda N20	0,078	0,677	0,047	0,801	0,146	0,433
Latência Fossa Poplítea Direita N8	-0,126	0,492	0,300	0,095	-0,162	0,376
Latência Fossa Poplítea Esquerda N8	-0,024	0,895	0,088	0,631	-0,095	0,605
Amplitude Fossa Poplítea Direita N8	-0,062	0,735	0,196	0,281	-0,174	0,341
Amplitude Fossa Poplítea Esquerda N8	0,069	0,709	0,178	0,331	-0,023	0,903

Discussão

Os resultados do presente estudo evidenciam diferenças estatisticamente significativas entre atletas federados de futebol e indivíduos do grupo de controlo em diversos parâmetros dos potenciais evocados somatossensitivos, nomeadamente ao nível das latências corticais, lombares e periféricas, bem como das amplitudes corticais. Contudo, a análise global dos dados não revelou um padrão uniforme de alteração ao longo das vias somatossensitivas, observando-se uma distribuição heterogénea dos resultados entre os diferentes níveis de registo. Esta heterogeneidade vai ao encontro da revisão sistemática de Maudrich e colaboradores (9), na qual os autores descrevem resultados inconsistentes relativamente às alterações dos PESS em atletas submetidos a treino físico regular.

Ao nível cortical, os atletas federados apresentaram latências significativamente superiores no componente P40, bilateralmente, quando comparados com o grupo de controlo. Estes resultados diferem dos achados descritos por Iwadata e colaboradores (10), Yamashiro e colaboradores (11) e Murakami e colaboradores (14), que sugerem que indivíduos submetidos a treino físico regular podem apresentar alterações neurofisiológicas associadas a maior eficiência no processamento sensorial e reorganização cortical induzida pelo treino. De igual forma, Maudrich e colaboradores (9) referem que os PESS podem constituir marcadores de neuroplasticidade funcional em atletas. Contudo, os resultados obtidos no presente estudo não permitem confirmar de forma clara a existência dessas adaptações neurofisiológicas ao nível cortical. Importa referir que os estudos previamente publicados foram desenvolvidos em modalidades com características distintas das observadas no futebol, o que limita a comparabilidade direta dos resultados e poderá justificar parte das divergências encontradas.

Uma possível explicação para as latências corticais superiores observadas nos atletas poderá estar relacionada com fatores antropométricos, particularmente a altura. Calma e colaboradores (2), Aminoff e colaboradores (6), Yamada e colaboradores (23) e Miura e colaboradores (27) descrevem que indivíduos com maior estatura tendem a apresentar maiores tempos de condução nervosa devido ao maior comprimento das vias somatossensitivas. Esta hipótese é reforçada pelos resultados obtidos no presente estudo, nos quais foram identificadas correlações positivas estatisticamente significativas entre a altura e várias latências dos PESS em ambos os grupos. Considerando que os atletas apresentavam, em média, maior altura relativamente ao grupo de controlo, é provável que esta variável tenha contribuído para parte das diferenças observadas.

Relativamente às amplitudes corticais, os atletas apresentaram valores significativamente inferiores em todos os componentes analisados. Passmore e colaboradores (7) e Maudrich e colaboradores (9) referem que a prática desportiva regular pode promover fenómenos de neuroplasticidade e maior eficiência neural, conduzindo a padrões de ativação cortical mais seletivos. Adicionalmente, Murakami e colaboradores (14) descreveram alterações nos PESS associadas à prática desportiva em atletas. Neste contexto, amplitudes inferiores poderão refletir mecanismos de modulação sensitiva ou maior eficiência no recrutamento neuronal. No entanto, a interpretação deste parâmetro deve ser realizada com cuidado.

Cruccu e colaboradores (5), Aminoff e colaboradores (6), Lee e colaboradores (22) e Bothe e colaboradores (29) descrevem a amplitude dos PESS como um parâmetro particularmente variável, influenciado por múltiplos fatores técnicos e fisiológicos, incluindo impedância cutânea, posicionamento dos elétrodos, variabilidade interindividual e estado de ativação cortical. Assim, a diminuição das amplitudes observada nos atletas não permite inferir diretamente maior ou menor eficiência funcional.

Ao nível lombar, os atletas federados apresentaram latências significativamente inferiores no componente N20, bilateralmente. Este resultado poderá sugerir uma possível adaptação ao nível segmentar ou periférico associada à exposição repetida a estímulos sensório-motores inerentes à prática desportiva. Iwadate e colaboradores (10) e Yamashiro e colaboradores (11) descrevem alterações neurofisiológicas relacionadas com treino motor prolongado, sugerindo que a repetição sistemática de estímulos motores e sensoriais pode induzir adaptações funcionais no sistema nervoso.

No entanto, esta interpretação deve ser considerada com prudência, uma vez que os restantes níveis da via somatossensitiva não demonstraram um padrão semelhante. De facto, ao nível periférico distal, correspondente à fossa poplíteia, os atletas apresentaram latências significativamente superiores no componente N8, bilateralmente. Estes achados não são consistentes com a hipótese de uma melhoria uniforme da velocidade de condução nervosa associada ao treino desportivo. A coexistência de latências lombares inferiores e latências periféricas e corticais superiores evidencia a ausência de um padrão neurofisiológico homogêneo, sugerindo a possível influência de fatores anatómicos, metodológicos ou fisiológicos individuais.

Relativamente ao tempo de condução central, os atletas apresentaram valores significativamente superiores em comparação com o grupo de controlo. Teoricamente, seria expectável que indivíduos treinados apresentassem tempos de condução central inferiores, refletindo maior eficiência na transmissão do impulso nervoso. Contudo, os resultados obtidos demonstraram o contrário. Este aumento do tempo de condução central poderá resultar da combinação de latências corticais mais elevadas e latências lombares mais reduzidas observadas nos atletas, não refletindo necessariamente uma alteração isolada da condução central. Além disso, Calma e colaboradores (2), Aminoff e colaboradores (6) e Yamada e colaboradores (23) referem que fatores antropométricos, particularmente a altura, exercem influência significativa sobre os parâmetros de latência dos PESS, podendo igualmente ter contribuído para este resultado. Em estudos futuros, será importante assegurar uma maior homogeneidade antropométrica entre grupos, particularmente ao nível da altura, de forma a minimizar potenciais fatores de confundimento e permitir uma avaliação mais precisa da influência da prática desportiva nos parâmetros dos PESS (2,6,23)

Importa salientar que, apesar da identificação de múltiplas diferenças estatisticamente significativas entre os grupos, a consistência interna dos resultados é limitada. Não se observaram diferenças significativas em alguns

componentes, nomeadamente N50 e P60, e verificou-se elevada variabilidade em determinados parâmetros. Estes resultados sugerem que os efeitos identificados poderão não corresponder a um fenómeno neurofisiológico robusto e uniforme ao longo de toda a via somatossensitiva.

Relativamente às variáveis de caracterização da amostra, observaram-se diferenças estatisticamente significativas entre os grupos para a altura e o peso corporal. Estes resultados eram expectáveis, considerando que o grupo de atletas federados era constituído exclusivamente por indivíduos do sexo masculino, enquanto o grupo de controlo apresentava uma distribuição mista de participantes. Embora o sexo não seja considerado um fator determinante dos parâmetros dos potenciais evocados somatossensitivos, as diferenças antropométricas associadas à distribuição por sexo, particularmente ao nível da estatura, poderão influenciar os tempos de condução nervosa observados nos PESS (2,6,23).

Além disso, as variáveis relacionadas com a prática desportiva, incluindo o número de horas de treino semanal, os anos de prática e o número de treinos por semana, não apresentaram associações consistentes com os parâmetros dos PESS. Apenas algumas correlações pontuais apresentaram significado estatístico, sem demonstrarem um padrão coerente. Estes resultados aproximam-se dos achados descritos por Bulut e colaboradores (15), que também não identificaram alterações consistentes dos PESS associadas ao exercício físico, contrastando com os resultados apresentados por Iwadata e colaboradores (10), Yamashiro e colaboradores (11) e Murakami e colaboradores (14), que sugerem alterações neurofisiológicas associadas ao treino sistemático.

Do ponto de vista metodológico, importa considerar algumas limitações relevantes do presente estudo. A heterogeneidade entre os grupos, particularmente ao nível do sexo e das características antropométricas, constitui um importante fator de confusão, dificultando a atribuição direta dos achados à prática desportiva. O grupo de atletas foi constituído exclusivamente por indivíduos do sexo masculino, enquanto o grupo de controlo integrou participantes de ambos os sexos, podendo esta diferença influenciar os parâmetros neurofisiológicos avaliados. Adicionalmente, o tamanho amostral relativamente reduzido e a utilização de uma amostra por conveniência limitam a generalização dos resultados.

Apesar das diferenças observadas na distribuição por sexo entre os grupos, a literatura não descreve consistentemente o sexo como um determinante direto dos parâmetros dos PESS. Contudo, existem diferenças antropométricas reconhecidas entre homens e mulheres, particularmente ao nível da altura, que podem influenciar os tempos de condução nervosa e, consequentemente, alguns parâmetros dos potenciais evocados somatossensitivos (2,6,23). Deste modo, o possível efeito do sexo nos resultados observados poderá estar relacionado sobretudo com diferenças antropométricas e não com diferenças neurofisiológicas inerentes ao sexo biológico.

Outro aspeto importante relaciona-se com a natureza transversal do estudo, que impossibilita estabelecer relações de causalidade entre a prática desportiva e as alterações observadas nos PESS. Assim, não é possível determinar se as

diferenças identificadas resultam efetivamente de adaptações induzidas pelo treino ou se refletem características individuais pré-existentes dos participantes.

Apesar destas limitações, o presente estudo contribui para o aprofundamento do conhecimento sobre a relação entre prática desportiva e função somatossensitiva, particularmente no contexto do futebol federado, área ainda pouco explorada na literatura. Tal como referido por Passmore e colaboradores (7) e Maudrich e colaboradores (9), os PESS constituem uma ferramenta relevante para a investigação de fenómenos de neuroplasticidade e adaptação funcional associados ao treino motor.

Em conjunto, os resultados obtidos reforçam a complexidade da relação entre exercício físico e função somatossensitiva, sugerindo que eventuais adaptações neurofisiológicas dependem de múltiplos fatores individuais, estruturais e funcionais, não se manifestando de forma uniforme ao longo das vias analisadas. Deste modo, embora tenham sido identificadas diferenças estatisticamente significativas entre atletas federados e indivíduos do grupo de controlo em vários parâmetros dos PESS, os dados obtidos não permitem estabelecer de forma conclusiva a existência de adaptações neurofisiológicas consistentes associadas à prática de futebol federado.

A inconsistência dos resultados observados na literatura poderá estar relacionada com diferenças metodológicas entre os estudos, incluindo o tipo de modalidade desportiva, intensidade e duração do treino, bem como características da amostra, como idade, nível de treino e variáveis antropométricas (9,15). Estas variáveis podem influenciar significativamente os parâmetros dos PESS, dificultando a comparação direta entre estudos.

Para investigações futuras, será importante recorrer a amostras maiores e mais homogêneas, controlar rigorosamente variáveis antropométricas, bem como incluir diferentes modalidades desportivas e níveis de treino. Estudos longitudinais poderão igualmente contribuir para clarificar a influência do exercício físico na modulação das vias somatossensitivas e na eventual ocorrência de adaptações neurofisiológicas associadas à prática desportiva.

A reduzida disponibilidade de estudos especificamente realizados em atletas federados de futebol reforça a relevância científica do presente trabalho. Neste contexto, os resultados obtidos contribuem para colmatar uma lacuna existente na literatura relativamente à influência desta modalidade desportiva nos parâmetros dos potenciais evocados somatossensitivos, fornecendo informação preliminar para futuras investigações nesta área (10–15).

O presente estudo apresenta algumas limitações que devem ser consideradas na interpretação dos resultados. Em primeiro lugar, verificaram-se diferenças significativas entre os grupos relativamente à altura, peso e distribuição por sexo, variáveis reconhecidamente associadas aos parâmetros dos PESS. Em segundo lugar, não existia informação disponível acerca dos níveis habituais de atividade física dos participantes do grupo de controlo, impossibilitando a confirmação de que estes fossem efetivamente sedentários ou não praticantes de exercício físico

regular. Por fim, a dimensão amostral relativamente reduzida poderá ter limitado a detecção de diferenças mais subtis entre grupos.

Em conjunto, os resultados do presente estudo demonstram a existência de diferenças entre atletas federados de futebol e indivíduos do grupo de controlo em diversos parâmetros dos PESS. Contudo, a ausência de um padrão uniforme de alterações e a influência potencial de variáveis antropométricas, particularmente a altura, impedem a atribuição inequívoca destas diferenças à prática desportiva. Assim, os resultados devem ser interpretados como indicativos da existência de diferenças neurofisiológicas entre grupos, mas não como prova definitiva de adaptações específicas induzidas pelo treino de futebol.

Conclusão

O presente estudo teve como principal objetivo avaliar possíveis diferenças nos potenciais evocados somatossensitivos dos membros inferiores entre atletas federados de futebol e indivíduos do grupo de controlo de atividade desportiva, bem como analisar a influência de variáveis antropométricas e relacionadas com o treino nestes parâmetros neurofisiológicos.

Os resultados obtidos evidenciaram diferenças estatisticamente significativas entre os grupos em diversos parâmetros dos PESS, nomeadamente ao nível das latências corticais, lombares e periféricas, assim como das amplitudes corticais. No entanto, estas diferenças não se traduziram num padrão uniforme de alteração ao longo das vias somatossensitivas. Pelo contrário, verificou-se uma distribuição heterogénea dos resultados entre os diferentes níveis de registo, dificultando a identificação de uma adaptação neurofisiológica consistente associada à prática de futebol federado.

Apesar destas limitações, este trabalho contribui para o conhecimento da relação entre prática desportiva e função somatossensitiva, numa área ainda pouco explorada, particularmente no contexto do futebol federado. Esta abordagem poderá contribuir para uma melhor compreensão da influência do treino desportivo na modulação das vias somatossensitivas e dos mecanismos de neuroplasticidade associados à prática regular de exercício físico.

Referências Bibliográficas

1. Fustes OJH, Kay CSK, Lorenzoni PJ, Ducci RDP, Werneck LC, Scola RH. Somatosensory evoked potentials in clinical practice: a review. *Arquivos de Neuro-Psiquiatria*. 2021;79(9):824–831. doi:10.1590/0004-282X-ANP-2020-0427
2. Calma AD, Triplett J, Vucic S, Yiannikas C. Somatosensory evoked potentials: technique, interpretation and clinical applications. *Practical Neurology*. 2025;25(4):337–344. doi:10.1136/pn-2024-004179
3. MacDonald DB, Dong C, Quatralle R, et al. Recommendations of the International Society of Intraoperative Neurophysiology for intraoperative somatosensory evoked potentials. *Clinical Neurophysiology*. 2019;130(1):161–179. doi:10.1016/j.clinph.2018.10.008
4. Muzyka IM, Estephan B. Somatosensory evoked potentials. In: *Handbook of Clinical Neurology*. 2019;160:523–540. doi:10.1016/B978-0-444-64032-1.00035-7
5. Cruccu G, Aminoff MJ, Curio G, et al. Recommendations for the clinical use of somatosensory-evoked potentials. *Clinical Neurophysiology*. 2008;119(8):1705–1719. doi:10.1016/j.clinph.2008.03.016
6. Aminoff MJ. Evoked potentials: the use of somatosensory evoked potentials in the evaluation of the central nervous system. *Neurologic Clinics*. 1988;6(4):809–823.
7. Passmore SR, Murphy B, Lee TD. The origin and application of somatosensory evoked potentials as a neurophysiological technique to investigate neuroplasticity. *Journal of the Canadian Chiropractic Association*. 2014;58(2):170–183.
8. Macerollo A, Brown MJN, Kilner JM, Chen R. Neurophysiological changes measured using somatosensory evoked potentials. *Trends in Neurosciences*. 2018;41(5):294–310. doi:10.1016/j.tins.2018.02.007
9. Maudrich T, Hähner S, Kenville R, Ragert P. Somatosensory evoked potentials as a marker of functional neuroplasticity in athletes: a systematic review. *Frontiers in Physiology*. 2022;12:821605. doi:10.3389/fphys.2021.821605
10. Iwadata M, Mori A, Ashizuka T, Takayose M, Ozawa T. Long-term physical exercise and somatosensory event-related potentials. *Experimental Brain Research*. 2005;160(4):528–532. doi:10.1007/s00221-004-2125-5
11. Yamashiro K, Sato D, Onishi H, et al. Skill-specific changes in somatosensory-evoked potentials and reaction times in baseball players. *Experimental Brain Research*. 2013;225(2):197–203. doi:10.1007/s00221-012-3361-8
12. Bieru DE, Cosma G, Kese A, Neamțu O, Neamțu MC. Differences of somatosensory evoked potential parameters in athletes. *Journal of Sport and Kinetic Movement*. 2016.
13. Bieru DE, Cosma G, Dragomir M, et al. Characteristics of somatosensory evoked potentials in athletes. *Journal of Sport and Kinetic Movement*. 2016.
14. Murakami T, Sakuma K, Nakashima K. Somatosensory evoked potentials and high-frequency oscillations in athletes. *Clinical Neurophysiology*. 2008;119(12):2862–2869. doi:10.1016/j.clinph.2008.09.002
15. Bulut S, Özmerdivenli R, Bayer H. Effects of exercise on somatosensory evoked potentials. *International Journal of Neuroscience*. 2003;113(3):315–322. doi:10.1080/00207450390162119
16. Tarakci S, Pinar S. Investigation of the effect of concurrent strength and endurance training on physical, physiological and psychological parameters in young football players. *Pakistan Journal of Medical and Health Sciences*. 2021;15(10):2945–2950. doi:10.53350/pjmhs2115102945

17. Tojo Ó, Spyrou K, Teixeira J, Pereira P, Brito J. Effective playing time affects technical-tactical and physical parameters in football. *Frontiers in Sports and Active Living*. 2023;5:1229595. doi:10.3389/fspor.2023.1229595
18. Hirano M, Kubota S, Morishita T, et al. Long-term practice induced plasticity in the primary motor cortex innervating the ankle flexor in football juggling experts. *Motor Control*. 2014;18(3):310–321. doi:10.1123/mc.2013-0059
19. Aminoff MJ. Somatosensory evoked potentials. In: Aminoff's Electrodiagnosis in Clinical Neurology. 6.^a ed. 2012:581–601. doi:10.1016/B978-1-4557-0308-1.00026-1
20. Sloan TB. Evoked potential monitoring. *International Anesthesiology Clinics*. 1996;34(3):109–136.
21. Walsh P, Kane N, Butler S. The clinical role of evoked potentials. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*. 2005;76(Suppl 2):ii16–ii22. doi:10.1136/jnnp.2005.068130
22. Lee EM, Seok HY, Park KD, Seo DW. Evoked potential: basic requirements and guidelines for writing reports. *Annals of Clinical Neurophysiology*. 2018;20(1):18. doi:10.14253/acn.2018.20.1.18
23. Yamada T, Yeh M, Kimura J. Fundamental principles of somatosensory evoked potentials. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America*. 2004;15:19–42. doi:10.1016/S1047-9651(03)00100-1
24. Becker A, Amlong C, Rusy DA. Somatosensory-evoked potentials. In: Koht A, Sloan T, Toleikis J, eds. *Monitoring the Nervous System for Anesthesiologists and Other Health Care Professionals*. Springer; 2017:3–18. doi:10.1007/978-3-319-46542-5_1
25. Aminoff MJ, Eisen AA. Somatosensory evoked potentials. *Muscle & Nerve*. 1998;21(3):277–290.
26. Dive D, Giffroy X. Intérêt des potentiels évoqués somesthésiques dans l'exploration des neuropathies périphériques. 2004.
27. Miura T, Sonoo M, Shimizu T. Establishment of standard values for tibial nerve somatosensory evoked potentials. *Clinical Neurophysiology*. 2003;114(7):1367–1378. doi:10.1016/S1388-2457(03)00094-4
28. Nuwer MR. Fundamentals of evoked potentials and common clinical applications today. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*. 1998;106(2):142–148. doi:10.1016/S0013-4694(97)00117-X
29. Bothe C, Winterling C, Berndt K, et al. Reduction of the acquisition time needed to obtain somatosensory evoked potentials by estimation of the required averaging sweep count by an algorithm. *Journal of Clinical Monitoring and Computing*. 2025;39(2):263–270. doi:10.1007/s10877-024-01217-3
30. Schwartz SL, Kale EB, Husain AM. Lower extremity somatosensory evoked potential P37 waveform optimization. *Neurodiagnostic Journal*. 2018;58(3):174–181. doi:10.1080/21646821.2018.1499304
31. Akaiwa M, Iwata K, Saito H, Sasaki T, Sugawara K. Altered somatosensory evoked potentials associated with improved reaction time following repetitive practice. *Brain and Behavior*. 2020;10(8):e01624. doi:10.1002/brb3.1624
32. World Medical Association. Declaração de Helsínquia: princípios éticos para a investigação médica em seres humanos. 2013.

Anexos

Anexo A – Parecer da Comissão de Ética



PARECER N.º 206/CE-IPCB/2025

PARECER

Título do projeto:	POTENCIAIS EVOCADOS SOMATOSSENSITIVOS EM ATLETAS FEDERADOS
Área científica:	Fisiologia Clínica
Investigador principal	Catarina Filipa Guerreiro Eugénio
Equipe de investigação	-
Orientador	Cláudia Andreia Almeida dos Santos
Local do estudo	Escola Superior de Saúde Dr. Lopes Dias
Tipo de estudo	Clínico sem intervenção
Submissão completa	31/05/2025
Reunião e/ou reuniões de avaliação	N.º 3, 12/03/2025 N.º 4, 09/04/2025 N.º 5, 14/05/2025
Relatores	– Marta Filipa Gerales Falcão – Maria João da Silva Guardado Moreira

RELATÓRIO

Elaborado nos termos do nº 7 do artigo 11º do [Reg.IPCB.CE.01.02 – Regulamento da Comissão de Ética do IPCB](#).

No decorrer da avaliação deste projeto, foram solicitados esclarecimentos à investigadora responsável, de modo a garantir a conformidade com os requisitos éticos exigidos. As respostas foram fornecidas atempadamente e de forma completa, o que contribuiu para uma análise mais detalhada e precisa do estudo. Dessa forma, consideramos que todos os aspetos relevantes foram devidamente esclarecidos, permitindo a emissão de um parecer positivo.

DELIBERAÇÃO

Parecer: Positivo*

* Assim que o projeto esteja concluído, o investigador deverá enviar o estudo final para arquivo na pasta do projeto existente nesta Comissão.



PARECER N.º 206/CE-IPCB/2025

Data de deliberação em reunião n.º 5: Castelo Branco, 14 de maio de 2025

Membros presentes: Alexandre José Marques Pereira, António Júlio Apóstolo Pereira Coutinho (online), Arnandina Maria Abrantes de Loureiro, Carlos Costa Gomes, Eduardo Sabina dos Santos Valente, Isabel Maria de Sousa Lourenço, Maria João da Silva Guardado Moreira, Maria Luísa Faria de Sousa Cerqueira Correia Castilho, Maria Teresa Pita Pegado Gonçalves Rodrigues Coelho, Sara Margarida Araújo Ferreira (online).

Relator

Assinado por: **Maria João da Silva
Guardado Moreira**
Num. de Identificação: 04449369

Relator

Assinado por: **Marta Filipa Geraides Falcão**
Num. de Identificação: 12176788
Data: 2025.05.26 16:35:10+01'00'

Presidente da Comissão de Ética

Assinado por: **ISABEL MARIA DE SOUSA
LOURENÇO**
Num. de Identificação: 04242187
Data: 2025.06.04 17:08:26+01'00'



Anexo B – Autorização Institucional



Assinado por: RUTE SOFIA DOS SANTOS CRISÓSTOMO
Num. de Identificação: 11260747
Data: 2025.06.17 16:00:49+01'00'
Certificado por: Diário da República
Atributos certificados: Diretora - Escola Superior de Saúde Dr. Lopes Dias - Instituto Politécnico de Castelo Branco

PEDIDO DE AUTORIZAÇÃO INSTITUCIONAL

Utilize os modelos que forem aplicáveis ao Estudo de Investigação em causa, acrescentando a informação que considerar pertinente.

PROJETO OU ESTUDO DE INVESTIGAÇÃO

Título:

Potenciais Evocados Somatossensitivos em Atletas Federados

Exma. Senhora Diretora da Escola Superior de Saúde Dr. Lopes Dias, Professora Doutora Rute Crisóstomo.

Catarina Filipa Guerreiro Eugénio, na qualidade de investigador, vem por este meio solicitar a autorização para realizar na Escola Superior de Saúde Dr. Lopes Dias o Estudo de Investigação acima mencionado, de acordo com o programa de trabalhos e os meios apresentados.

Assinatura

Assinado por: Catarina Filipa Guerreiro Eugénio
Num. de Identificação: B130777281
Data: 16-06-2025 18:10:34 +01:00



Data

10/_01_/_25_

Mod.IPCB.CE.02.01

Apêndices

Apêndice A – Questionário

PESS

QUESTIONÁRIO

Este questionário é relativamente ao projeto de investigação “**Potenciais Evocados Somatossensitivos em Atletas Federados**” para poder realizar o exame PESS dos membros inferiores e fazer parte do estudo, após assinar o Consentimento Informado e Esclarecido.

01 Dados do Exame

Sexo Biológico: Feminino ☐ Masculino ☐

Idade: _____

Limiares Sensitivos: _____

Altura (cm): _____

Limiares de Estimulação: _____

Peso (Kg): _____

02 Dados do Projeto

Nº de treinos semanais: _____ Duração do Treino (H): _____

Nº de anos de prática: _____

Tem mais alguma atividade física para além de futebol: _____ Se sim qual? _____

Qual é a sua perna dominante? Esquerda ☐ Direita ☐

03 Dados de Saúde

Toma medicação: Sim ☐ Não ☐ Se sim qual? _____

Teve alguma lesão: Sim ☐ Não ☐ Se sim há quanto tempo? _____

Teve algum traumatismo craniano: Sim ☐ Não ☐ Se sim há quanto tempo? _____

Tem alguma doença Neurológica/Metabólica? Sim ☐ Não ☐ Se sim qual? _____

Apêndice B – Consentimento Informado



CONSENTIMENTO INFORMADO ESCLARECIDO E LIVRE PARA INVESTIGAÇÃO CIENTÍFICA

Este documento, designado Consentimento Informado Esclarecido e Livre, dado por escrito, contém informação importante em relação ao estudo para o qual foi abordado/a, bem como o que expectável acontecer, se decidir participar no mesmo. Leia atentamente toda a informação aqui contida. Deve sentir-se inteiramente livre para colocar qualquer questão, assim como para discutir com terceiros (amigos, familiares) a decisão da sua participação neste estudo.

“Potenciais Evocados Somatossensitivos em Atletas Federados”

Jovem Investigadora: Catarina Filipa Guerreiro Eugénio, catarinafge@gmail.com

Orientadora: Cláudia Andreia Almeida dos Santos, clasantos@ipcb.pt

Local do estudo: Laboratório de Potenciais Evocados da Escola Superior de Saúde Dr. Lopes Dias, situada em Castelo Branco, do Instituto Politécnico de Castelo Branco.

O projeto de investigação tem como objetivo averiguar se a prática de exercício físico melhora a condução das vias nervosas somatossensitivas em atletas federados de futebol.

O estudo será realizado através da aplicação de um questionário e da realização de um exame denominado “potenciais evocados somatossensitivos dos membros inferiores”.

O exame é um procedimento não invasivo e considerado de baixo risco.

Foram selecionados atletas de futebol devido à elevada exigência do desporto, especialmente dos membros inferiores, e esperamos encontrar possíveis adaptações destas vias nos atletas federados. O objetivo principal desta investigação é avaliar a influência do desporto em atletas federados, comparativamente a indivíduos não desportivos, nos potenciais evocados somatossensitivos dos membros inferiores.

A sua participação neste estudo envolverá o preenchimento de um questionário e a realização de um exame, com uma duração total estimada de aproximadamente 40 minutos. O estudo não se encontra abrangido por nenhum seguro.

Caso concorde em participar, ser-lhe-á solicitado o preenchimento do questionário, com informações sobre a sua atividade desportiva e dados relevantes para o estudo. De seguida, será realizado o exame de potenciais evocados somatossensitivos dos membros inferiores, este exame consiste na colocação de elétrodos na sua pele, em locais específicos (escalpe, região lombar e pernas). Após a preparação da pele com álcool e gel condutor para garantir uma boa qualidade de sinal, será aplicado um estímulo elétrico no nervo tibial, localizado próximo ao tornozelo. Este estímulo é de baixa intensidade e de duração curta. Serão realizados pelo menos dois testes para garantir a viabilidade dos resultados. Durante o exame, ser-lhe-á pedido para relaxar, deitado numa marquesa. Os sinais elétricos gerados pela resposta do seu sistema nervoso ao estímulo serão registados pelos elétrodos e analisados.

A sua participação neste estudo é totalmente voluntária e não implicará nenhum custo para si. Não haverá qualquer tipo de compensação financeira ou pagamento pela sua participação. Sendo a sua participação inteiramente voluntária, tem o direito de recusar participar ou de desistir a qualquer momento do estudo, sem que isso lhe traga qualquer tipo de consequência negativa. Caso decida abandonar o estudo, a sua relação com o Instituto Politécnico de Castelo Branco não será afetada.

A sua participação neste estudo poderá contribuir para um melhor conhecimento das adaptações neurofisiológicas em atletas federados de futebol, especificamente nas vias somatossensitivas dos membros inferiores. Os resultados desta investigação poderão fornecer dados relevantes para a comunidade científica e, eventualmente, contribuir para a melhoria do desempenho desportivo e da saúde dos atletas.

Em caso de ocorrência de algum evento negativo diretamente relacionado com os

Mod.IPCB.CE.05.02



procedimentos do estudo a equipa de investigação assumirá a responsabilidade, conforme os princípios éticos da investigação.

Todas as informações e dados recolhidos durante a sua participação neste estudo serão tratados com máxima confidencialidade. Os seus dados serão utilizados exclusivamente para os fins desta investigação. Os dados serão armazenados de forma segura e somente a equipa de investigação terá acesso aos mesmos.

Após a recolha e análise, os dados serão utilizados para a elaboração de uma disseminação científica, que posteriormente poderá consultar. Os dados irão ser armazenados conforme as normas do Instituto Politécnico de Castelo Branco.

Em caso de necessidade, ou se tiver alguma questão ou preocupação relacionada com a sua participação neste estudo ou com o exame realizado, poderá contactar a investigadora Catarina Filipa Guerreiro Eugénio ou a orientadora Mestre Cláudia Andreia Almeida dos Santos, através dos contactos que lhe são facultados acima.

ASSINATURA DO CONSENTIMENTO INFORMADO ESCLARECIDO E LIVRE PARA INVESTIGAÇÃO CIENTÍFICA

Li (ou alguém leu para mim) o consentimento informado esclarecido e livre para investigação científica e estou consciente do que esperar quanto à minha participação no projeto "Potenciais Evocados Somatossensitivos Em Atletas Federados". Tive a oportunidade de colocar todas as questões e as respostas esclareceram todas as minhas dúvidas. Assim, aceito voluntariamente participar neste estudo. Foi-me dada uma cópia deste documento.

Nome do participante

Assinatura do participante

____/____/____
Data

Investigador/Equipa de Investigação

Os aspetos mais importantes deste estudo foram explicados ao participante ou ao seu representante, antes de solicitar a sua assinatura. Uma cópia deste documento ser-lhe-á fornecida.

Cláudia Santos, clasantos@ipcb.pt
Catarina Eugénio, catarinafge@gmail.com

Nome e contacto da pessoa que obtém
o consentimento

Assinatura da pessoa que obtém
o consentimento

____/____/____
Data