

GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO  
SECRETARIA DE ESTADO DE DEFESA CIVIL  
CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO  
ACADEMIA DE BOMBEIRO MILITAR DOM PEDRO II

## CURSO DE FORMAÇÃO DE OFICIAIS

**Licard Toledo Cardinot**– Cad BM QAL/20  
**Roberto Andrade Azevedo** – Cad BM QAL/20

Orientador: **Thiago de Barros** Ramos - Maj BM QOC/07



### ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DE CALÇADOS TECNOLÓGICOS NO DESEMPENHO NO TESTE DE 2400 METROS

Rio de Janeiro  
2023

**Licard Toledo Cardinot** – Cad BM QAL/20  
**Roberto Andrade Azevedo** – Cad BM QAL/20

**ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DE CALÇADOS TECNOLÓGICOS NO DESEMPENHO  
NO TESTE DE 2400 METROS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como exigência da disciplina de Metodologia da Pesquisa do Curso de Formação de Oficiais da Academia de Bombeiro Militar Dom Pedro II.

Rio de Janeiro  
2023  
**GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO**  
**SECRETARIA DE ESTADO DE DEFESA CIVIL**  
**CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO**  
**ACADEMIA DE BOMBEIRO MILITAR DOM PEDRO II**

**Licard Toledo Cardinot**– Cad BM QAL/20  
**Roberto Andrade Azevedo** – Cad BM QAL/20

**ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DE CALÇADOS TECNOLÓGICOS NO DESEMPENHO NO TESTE DE**  
**2400 METROS**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

Aprovado em \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2023

---

BANCA AVALIADORA

---

BANCA AVALIADORA

---

BANCA AVALIADORA

## **RESUMO**

Nos últimos anos, houve um aumento significativo no uso da tecnologia de placa de carbono em calçados esportivos, com alegações de que ela pode melhorar o desempenho da corrida reduzindo a energia necessária para manter um determinado ritmo. Isso levou à adoção generalizada desses calçados por atletas de todos os níveis, desde corredores de elite até corredores recreativos. O objetivo deste estudo foi analisar o impacto do calçado de placa de carbono no desempenho da corrida em uma prova curta de 2400 m. Para conseguir isso, conduzimos uma revisão abrangente da literatura relevante sobre o assunto, analisamos os dados coletados de uma amostra de corredores que concluíram os testes usando calçados com placa de carbono e sem placa de carbono e examinamos fatores como frequência cardíaca, tempo de prova, estabilidade e conforto. Os resultados deste estudo forneceram informações valiosas sobre o impacto da tecnologia da placa de carbono no desempenho da corrida, pois os atletas obtiveram melhor performance com o tênis de placa de carbono, isso pode ajudar os atletas a tomarem melhores decisões ao selecionar tênis de corrida.

Palavras-chave: calçado com placa de fibra de carbono, tênis tecnológico força de reação do solo, rigidez;

## **ABSTRACT**

In recent years there has been a significant increase in the use of carbon plate technology in sports shoes, with claims that it can improve running performance by reducing the energy required to maintain a given pace. This has led to the widespread adoption of these shoes by athletes of all levels, from elite runners to recreational runners. The aim of this study was to analyze the impact of carbon plate footwear on running performance in a 2400 m short race. To achieve this, we conducted a comprehensive review of the relevant literature on the subject, analyzed data collected from a sample of runners who completed the tests wearing carbon plate and non-carbon plate shoes, and examined factors such as heart rate, race time, stability and comfort. The results of this study provided valuable information about the impact of carbon plate technology on running performance, as athletes achieved better performance in carbon plate shoes, this can help athletes make better decisions when selecting running shoes.

Keywords: footwear with carbon fiber plate, technological sneakers ground reaction force, stiffness;

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	7
2 MÉTODOS.....	8
3 RESULTADO.....	10
4 DISCUSSÃO.....	14
5 CONCLUSÃO.....	17
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	19
APÊNDICE A.....	20

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ABMDPII	Academia de Bombeiro Militar Dom Pedro II
CBMERJ	Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Rio de Janeiro
GBM	Grupamento de Bombeiro Militar
RJ	Rio de Janeiro.
ST	Sem tenis
CT	Com tenis

# 1 INTRODUÇÃO

No contexto esportivo atual, a busca por melhorias no desempenho tem levado ao desenvolvimento de tecnologias inovadoras em calçados. Um dos avanços notáveis é a implantação de placas de carbono nos calçados de corrida, o que tem despertado grande interesse e controvérsia na comunidade esportiva.

O desempenho desportivo é determinado por uma série de fatores, incluindo a técnica do atleta, o condicionamento físico, o ambiente competitivo e, claro, o equipamento utilizado, segundo De Brum, R. D. A. (2022). Nos últimos anos, a utilização de tênis de corrida como placas de fibra de carbono e espumas resilientes têm chamado a atenção pela sua possível influência na performance atlética.

Acredita-se que essas tecnologias possam proporcionar vantagens biomecânicas e aumentar a eficiência energética durante a corrida diz OKAZAKI, (2012). Nos últimos anos, temos testemunhado um crescente interesse no meio militar em buscar formas inovadoras de otimizar o desempenho físico, especialmente quando se trata de testes de corrida. Como um dos pilares da vida de um militar é o condicionamento físico, surge uma tendência intrigante: a adoção de tênis tecnológicos como aliados na busca por melhores resultados.

Tradicionalmente, o treinamento físico militar no CBMERJ, mais precisamente na ABMDPII, conta com três TAFs anuais que além de medirem a resistência, força e agilidade, com um foco considerável na preparação para corridas que avaliam a aptidão dos cadetes são utilizados como nota pra suas classificações que estabelecem sua antiguidade. Por isso, os avanços na tecnologia de calçados esportivos abriram portas para a integração de recursos inovadores, como amortecimento de última geração, designs ergonômicos e solas com propriedades de impulso possibilitando melhor desempenho e melhores notas.

O trabalho de Hoogkamer et al., (2019) que menciona em sua pesquisa que placas de fibra de carbono melhoram a economia de corrida na maioria dos corredores de 2% a até 10%, porém não faz menção se esse aumento de performance ocorre em corridas de curta distância. Também foi utilizado os trabalhos do Doutor em fisioterapia Mateus KLEIN, PT DPT OCS FAAOMPT, especialista clínico ortopédico certificado pelo Board, Brown, D., Wertsch, J., Harris, G., Klein, J., Janisse, D. (2004) em seu trabalho do Efeito de solas balancins sobre a pressão plantar, a fim de observar se há alguma consequência negativa com

o uso da placa de carbono em calçados, Hoogkamer, W., Kipp, S. & Kram, R. (2019), na sua publicação “A biomecânica de corredores masculinos competitivos em três tênis de maratona: um estudo cruzado randomizado” na revista Medicina do Esporte e outros que serão mencionados em outro momento

No entanto, essas literaturas científicas ainda carecem de estudos específicos que analisem os efeitos desses tênis de alto desempenho em provas de curta distância, como a corrida de 2400 metros. Essa lacuna de conhecimento é importante devido à necessidade de compreender como esses calçados podem afetar o desempenho dos atletas em distâncias curtas, que requerem um equilíbrio entre velocidade e resistência.

O interesse sobre o tema tem origem em no desejo de melhorar a performance dos treinamentos físicos militares (TAF's) realizados na ABMDP II. Toda essa história motivou os autores a verificar e compreender se a medida de uso dessa tecnologia é eficiente.

O objetivo principal da pesquisa é investigar se o uso da placa de carbono em corridas curtas de 2400 metros terá ou não influencia no desempenho dos cadetes.

Espera-se que os resultados obtidos contribuam para o avanço do conhecimento científico nessa área e forneçam subsídios para a tomada de decisões relacionadas ao uso desses tênis em provas de curta distância. Além disso, a pesquisa pode oferecer insights valiosos para atletas e treinadores, auxiliando-os na compreensão dos benefícios e possíveis limitações desses avanços tecnológicos em provas que exigem tanto velocidade quanto resistência.

## **2 MÉTODOS**

Foi elaborado um estudo de corte, de natureza aplicada, e abordagem quantitativa com característica exploratória, foi adotado um designer experimental em que os atletas realizaram duas corridas separadas, sendo uma com calçados esportivos tradicionais e outra com calçados contendo placas de carbono. Antes da coleta de dados, todos os participantes serão informados sobre os objetivos e os procedimentos do estudo, além de assinarem um termo de consentimento. A pesquisa será conduzida com os cadetes da Academia de Bombeiro Militar Dom Pedro II, localizada no Rio de Janeiro.

Na primeira etapa, 20 voluntários realizaram a prova em um percurso delimitado de 2400 metros utilizando tênis tradicionais. Vale ressaltar que será utilizado a escala de Borg (BORG, 1982) para medir o grau subjetivo de desempenho e esforço percebido durante o



teste. Essa etapa tem como objetivo estabelecer uma referência de desempenho inicial. Após 2 (dois) dias de intervalo para recuperação, os cadetes foram separados em duas baterias, cada uma com 10 indivíduos. Todos realizaram a segunda corrida em condições similares de pista, horário da realização da prova, alimentação do dia anterior e condições climáticas, tendo como diferença o uso do calçado com placa. Essa abordagem permitirá comparar o desempenho dos grupos em relação ao tipo de calçado utilizado.

A realização das provas, em um intervalo curto de 2 (dois) dias para todos os grupos, minimiza a influência de fatores externos, como variações climáticas ou condições de pista que poderiam afetar os resultados. Dessa forma, será possível avaliar os efeitos desses tênis no desempenho dos cadetes durante a corrida de 2400 metros, proporcionando informações relevantes para a compreensão do impacto dessa tecnologia no teste.

Durante as corridas, serão registrados dados relevantes para a análise do desempenho como: tempo por volta no percurso, tempo total de prova e será avaliado a escala de Borg modificada para medir o grau de esforço dos atletas. Além disso, os participantes responderam a um questionário elaborado pelos autores (apêndice A) para melhor entendimento sobre a percepção subjetiva de conforto, estabilidade e eficiência durante a corrida.

É importante mencionar que o percurso utilizado para realização da Prova de 2400 metros foi previamente medido e selecionado de forma que os voluntários dessem 6 (seis) voltas nesse trajeto e seus tempos por volta fossem coletados com o cronometro Vollo VL-510. Com esse delineamento, cada grupo terá a oportunidade de experimentar tanto o calçado esportivo tradicional quanto os com placa de carbono, permitindo uma análise comparativa.

Os cadetes foram orientados a se esforçarem ao máximo durante os testes, visando obter dados precisos e realistas. Importante ressaltar que a participação na pesquisa não terá impacto em sua formação acadêmica ou carreira militar.

Os dados serão analisados utilizando técnicas estatísticas adequadas. Primeiro, faremos análises descritivas para descrever informações sobre os cadetes. Os resultados obtidos foram analisados quanto a aderência à normalidade (Shapiro Wilk). Os dados paramétricos e não paramétricos foram testados quanto à variância pelo teste "T", pareado ao teste de Wilcoxon, respectivamente, entre os momentos 1 e 2. E através dos teste "T" para amostras dependentes e Mann-Whitney na comparação entre os grupos. O nível de significância foi de 95% ( $P < 0,05$ ). Os dados obtidos por meio do Google Forms foram

exportados para o software JASP, versão 0,17.1 (JASP Team, Amsterdam, Netherlands, 2023).

Todos os procedimentos do estudo seguirão as diretrizes éticas estabelecidas pelo Comitê de Ética em Pesquisa. Foi obtida a autorização prévia da ABMDP II e do CEFID para o recrutamento de cadetes e a utilização do trajeto da corrida, respectivamente, foi assegurada a confidencialidade e a privacidade dos dados coletados.

Os participantes tiveram o direito de retirar seu consentimento a qualquer momento, sem prejuízo. Esses procedimentos de coleta permitiram uma comparação direta entre o desempenho dos atletas, proporcionando dados objetivos para análise estatística e interpretação dos resultados. A comparação entre as duas condições de calçados auxiliou o entendimento da influência dessas tecnologias no desempenho durante a corrida de 2400 metros.

### 3 RESULTADO

Inicialmente destacamos que nosso grupo amostral é composto por 20 indivíduos do sexo masculino, com uma média de idade entre 26 e 27 anos, com estatura média de um metro e setenta e oito centímetros (1,78) e massa corporal total entre setenta e oito (78) e setenta e nove (79) quilogramas (Tabela 1).

TABELA 1 – CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA.

	AMOSTRA(N=20)		
	Idade	Peso (kg)	Altura (m)
Média	26.250	78.675	1.779
Desvio Padrão	+/-3.076	+/-6.849	+/-0.038
Mínimo	22.000	67.000	1.710
Máximo	34.000	93.000	1.860

A partir dos testes, chegamos a um apontamento que a melhor análise seria através de dois grupos pareados, pois a mesma unidade amostral, no caso o corredor, foi avaliado duas vezes. Na primeira análise sem o tênis (ST) tecnológico e na segunda com o tênis (CT) tecnológico, ou seja, com um instrumento de intervenção na segunda amostra.

Após identificarmos o método mais adequado para a análise dos dados, utilizamos o programa Jasp para realizar a coleta de dados estatísticos através do teste T de amostras dependente.

Foi possível apurar analisando comparativamente volta por volta no programa Jasp através do teste de student's que algumas voltas teriam relevância estatística significativa enquanto outras não (Tabela 2).

TABELA 2 – TESTE T DE AMOSTRAS DEPENDENTES VOLTA POR VOLTA

<b>Medida 1</b>	<b>Medida 2</b>	<b>t</b>	<b>df</b>	<b>p</b>	<b>Tamanho do efeito</b>
Volta 1 ST	- Volta 1 CT	4.716	19	<.001	1.054
Volta 2 ST	- Volta 2 CT	4.716	19	<.001	1.054
Volta 3 ST	- Volta 3 CT	3.847	19	0.001	0.860
Volta 4 ST	- Volta 4 CT	3.491	19	0.002	0.781
Volta 5 ST	- Volta 5 CT	1.624	19	0.121	0.363
Volta 6 ST	- Volta 6 CT	0.788	19	0.440	0.176

Devido a isso, optamos por analisar as medidas de volta mais rápida ST e CT, tempo Total ST e CT de forma a sintetizar e possibilitar resultados mais consistentes para nosso estudo (Tabela 3). Portanto, resolvemos avaliar separadamente esses dados estabelecidos de cada atleta e também os resultados da escala de Borg modificada, sem contudo, descartarmos os resultados comparados por volta.

TABELA 3 - TESTE T DE AMOSTRAS DEPENDENTES .

<b>Medida 1</b>	<b>Medida 2</b>	<b>t</b>	<b>df</b>	<b>p</b>	<b>Tamanho do Efeito</b>
Volta mais rápida ST	- Volta mais rápida CT	4.288	19	<.001	0.959
Tempo total ST	- Tempo total CT	4.751	19	<.001	0.926
Borg ST	- Borg CT	1.453	19	0.163	0.500

Constata-se inicialmente, na tabela 3, que as medidas de Volta mais rápida (ST e CT) e Tempo total (ST e CT) apresentam valores de  $p < 0.05$ , ou seja, dado estatisticamente relevante. E o parâmetro de “tamanho de efeito” apresenta valores maiores que 0.8, o que significa um tamanho de efeito grande. Também mostra que a medida Borg (ST e CT) não é estatisticamente relevante devido seu  $p > 0.05$ .

Para descobrir se os dados teriam ou não distribuição normal realizamos o teste de normalidade no software (Tabela 4), pareando as variáveis estabelecidas: o tempo total de prova com e sem o tênis, as voltas mais rápidas com e sem o tênis e a escala de Borg modificada .

TABELA 4 - TESTE DE NORMALIDADE (SHAPIRO-WILK) .

<b>Medida 1</b>	<b>Medida 2</b>	<b>W</b>	<b>p</b>
Volta mais rápida ST	- Volta mais rápida CT	0.984	0.976
Tempo total ST	- Tempo total CT	0.902	0.046
Borg ST	- Borg CT	0.771	<.001

Verificamos que as voltas mais rápidas ST e CT apresentava distribuição normal, devido ao valor de  $p > 0.05$ , sendo assim, foi realizado o teste de Student, que é um teste paramétrico para variáveis quantitativas com distribuição normal (Tabela 5). Já o tempo total de prova e a escala de borg modificada apresentavam distribuição não paramétrica, pois  $p < 0.05$ , que significa que não há distribuição normal, logo foi realizado o método de Wilcoxon (Tabela 6).

TABELA 5 - ESTATÍSTICA DESCRITIVA PELO DE MÉTODO STUDENT'S

	<b>Volta mais rápida ST</b>	<b>Volta mais rápida CT</b>
Média	87.750	84.850
Desvio Padrão	7.461	6.998
Mínimo	76.000	72.000
Máximo	100.000	97.000

O que nos levou a apresentar a descrição dos dados por meio da média e do desvio padrão, que é a análise descritiva usada quando se faz comparações paramétricas (Tabela 5), observando os dados é possível perceber uma diminuição da media CT.

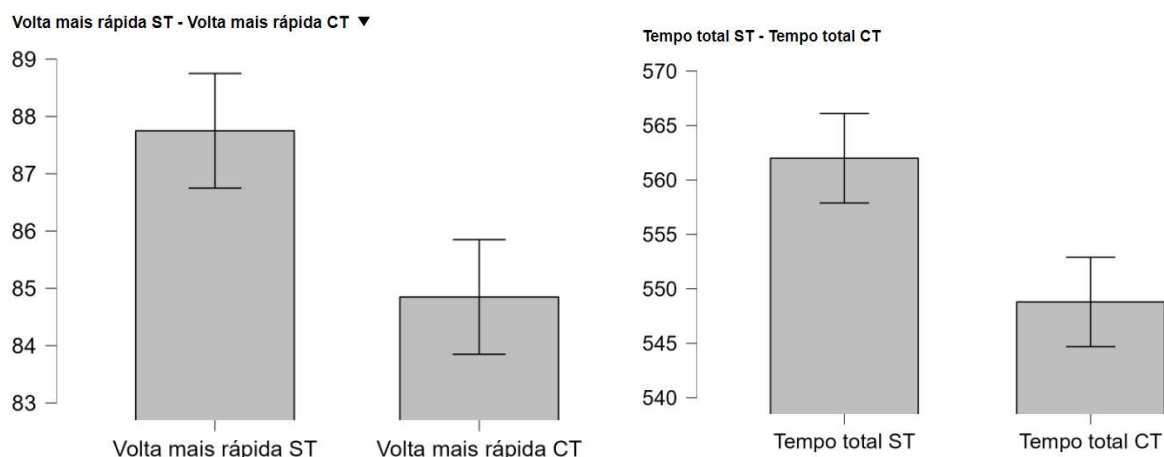
TABELA 6 – ESTATÍSTICA DESCRITIVA PELO DE MÉTODO WILCOXON

	<b>Tempo total ST</b>	<b>Tempo total CT</b>
Válidos	20	20
Mediana	552.000	547.500
Mínimo	497.000	492.000
Máximo	630.000	612.000
25th percentile	540.250	522.250
50th percentile	552.000	547.500
75th percentile	594.000	576.750

No teste de wilcoxon a estatística descritiva é voltada para a análise dos dados por meio da mediana (intervalo interquartilico), primeiro e terceiro quartis, que é análise descritiva que se usa quando se faz comparações não paramétricas (Tabela 6). observando os dados é possível perceber uma diminuição da mediana CT.

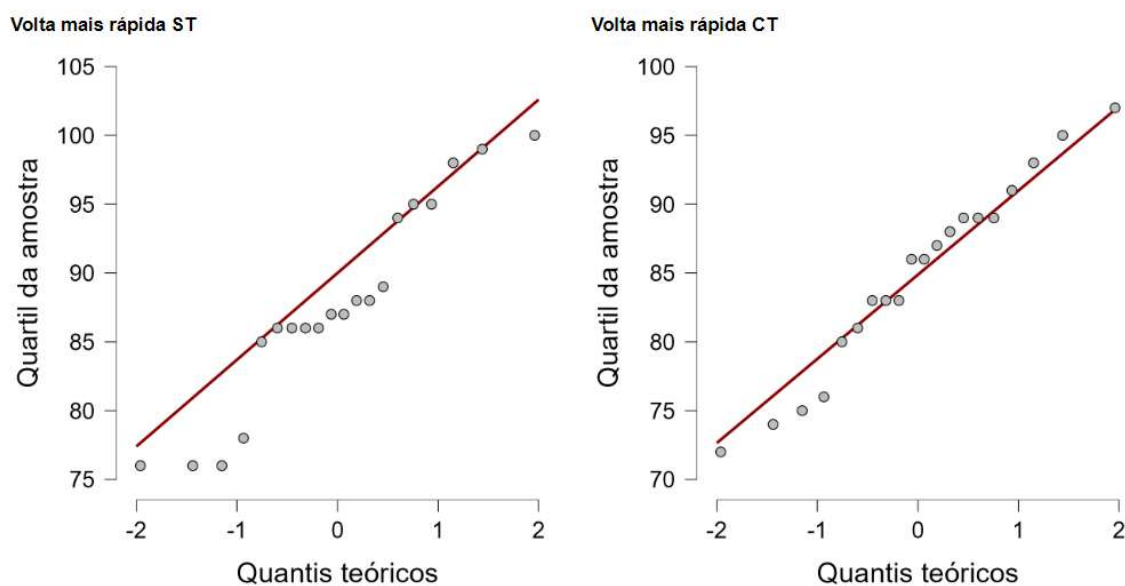
Utilizamos também alguns gráficos de Bar Plots com intervalo de confiança de 95% para melhor visualização. No gráfico abaixo colocamos para exemplificar os tempos comparados da volta mais rápida ST e CT e também os tempos totais ST e CT (Gráfico 1) em seus respectivos métodos.

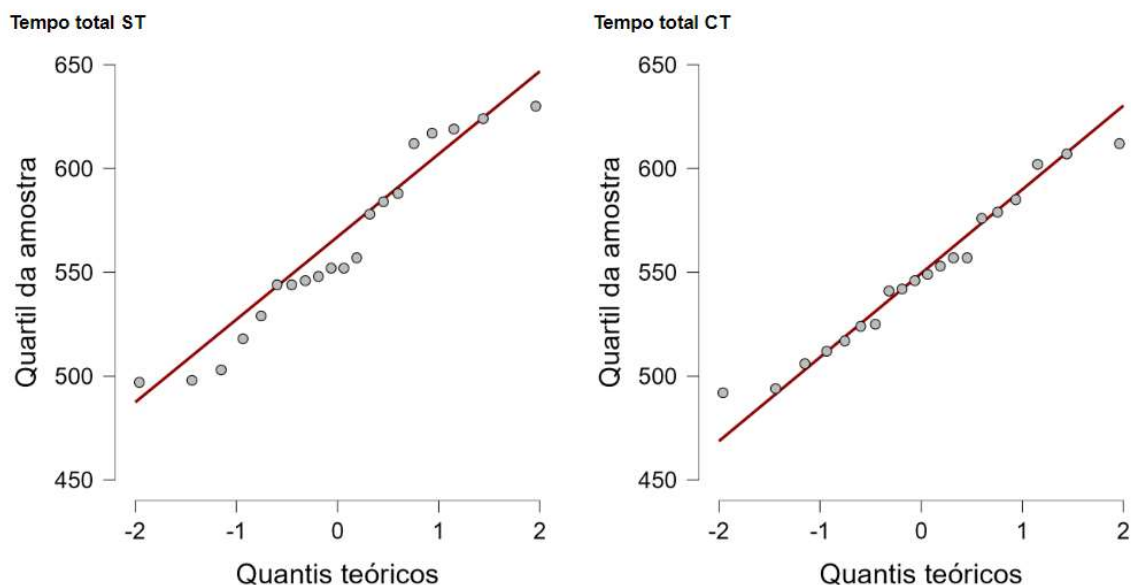
GRÁFICO 1 – TEMPOS (S) DA VOLTA MAIS RÁPIDA ST E CT E TEMPO TOTAL DA PROVA ST E CT



Logo abaixo são exibidos os gráficos de distribuição com amostras de densidade para ilustrar os resultados também dos tempos comparados da volta mais rápida ST e CT e também os tempos Totais ST e CT (Gráfico 2), também em seus respectivos métodos.

GRÁFICO 2 – DISTRIBUIÇÃO E AMOSTRA DE DENSIDADE.





## 4 DISCUSSÃO

Este trabalho teve como propósitos analisar a influência da tecnologia de calçados com placa de carbono no rendimento dos atletas em provas de curta distância, comparando o desempenho de indivíduos que usam tênis de fibra de carbono com os que usam tênis convencionais. Também buscamos contribuir para o progresso do conhecimento científico nesse campo e fornecer informações para a tomada de decisões relacionadas ao uso desses calçados em provas de curta distância.

Através dos resultados deste estudo verificamos que a intervenção da corrida com tênis tecnológico foi estatisticamente significativa, conforme demonstrado pelo teste de Student's para medida de volta mais rápida e Wilcoxon para medida de tempo total ( $p < 0,05$ ), mostrando assim uma melhora no rendimento dos corredores em relação ao uso de tênis esportivos convencionais. No entanto, não houve melhora estatisticamente significativa na quinta e na sexta volta, pois os valores de P não respeitaram os parâmetros de Student's, ou seja, ( $p > 0,05$ ). Porém, é importante mencionar que os atletas ainda assim conseguiram diminuir seus tempos de maneira geral, nas voltas fora do parâmetro, sendo observado uma melhora de 2 segundos na média da 5ª e da 6ª volta. BIANCO (2011) sugere que, embora a eficácia do calçado possa ser afetada pelo nível de fadiga do atleta, ainda pode haver benefícios em termos de rendimento, é isso foi detectado nos resultados coletados.

Podemos constatar também, que durante a corrida com tênis de placa de carbono, um dos atletas relatou fortes dores na região lombar. Mesmo que essa observação não seja suficiente para tirar conclusões definitivas, ela sugere que a placa de carbono pode não ser muito aconselhável para corredores com pisa irregular, pois segundo DE OLIVEIRA (2010) pode ser que o calçado não consiga se moldar à anatomia da pisada do atleta. É importante notar que essa análise não se baseia em um estudo, mas apenas na observação e na queixa de um dos voluntários. Estudos posteriores podem investigar essa questão mais a fundo e determinar se a placa de carbono pode ser prejudicial para corredores com pisa irregular.

Analisando os questionários respondidos pelos atletas um pouco depois da realização dos testes, composto por 12 perguntas, anexo A, pudemos notar, ainda, que todos os corredores praticam corrida a pelo menos 4 anos com uma frequência mínima de 1 a 2 vezes por semana. Também foi possível apurar que todos os corredores acreditam que o tênis influenciou positivamente o desempenho na prova, porém um dos atletas relatou dores na região lombar e modificação na pisada. Mesmo assim, vale ressaltar que mais de 80% notou alguma diferença em termos de eficiência ou economia de energia entre os dois tipos de calçados. Entretanto, ao analisar os resultados da escala modificada de Borg foi possível determinar, através do teste T de Wilcoxon, que não houve melhora, estatisticamente relevante na percepção de esforço da amostra.

Foi verificado também que de acordo com os avaliados houve uma diferença significativa em termos de conforto e estabilidade na comparação entre os dois tipos de calçado, pois, foi constatado no questionário que 40% dos voluntários de nossa amostra deu nota 5, em uma avaliação de 0 a 5 para o conforto dos tênis de placa de carbono, enquanto somente 15% atribuíram a mesma nota para os calçados tradicionais. Além disso, a pesquisa revelou que mais da metade dos voluntários já utilizou tênis de placa de carbono e quando perguntados sobre suas experiências, todos tiveram uma impressão positiva a respeito do aumento de performance, o que reafirma a observação dos os autores NIGG et al (2020) e BARNES K. (2019) afirmam que a placa de carbono no tênis tem um efeito gangorra por ser curvada acelerando o processo de retirada do pé e fornecendo uma maior propulsão comparada a outros calçados.

Ainda dentro dos comentários, podemos citar o relato do voluntário X "Utilizei em 3 TAF's e em uma meia maratona. Gostei muito dos resultados nos TAF's (foram melhores em relação às provas com tênis sem placa) e fiquei muito satisfeito com o resultado da meia

maratona, pois foi a maior distância que corri e com um pace sub 5" , do voluntário Y "Achei o Tênis bastante responsivo, aproveita o impacto no chão e devolve a energia em forma de impulso, ajudando o atleta a economizar energia " e do voluntário Z "Usei no taf de 5000m, houve uma melhora significativa no desempenho". Isso mostra um aliamento com o que diz COSTA (2021) que calçados com placa de carbono impulsionam o pé de forma mais rápida do que calçados normais, tornando o exercício mais eficiente.

Notou-se que os atletas tiveram opiniões divergentes sobre a diferença na pisada com a placa de carbono e não houve consenso nas respostas, mas no geral, mais da metade respondeu que há uma melhora na pisada com a placa de carbono, sendo recorrente uma sensação de impulsão para frente. Entretanto, 15% dos participantes disse que o calçado é mais instável ou que forçou a pisada, o atleta que sentiu dor durante a prova deu o seguinte relato, quando perguntado, durante a prova de 2400 metros com calçado de placa de carbono você sentiu diferença na sua pisada? (Descreva sua experiência)": "Sim, a sola do calçado era bem grossa, aumentando a minha altura e diminuindo a estabilidade, a sola parecia também com uma área pequena, sendo bem instável. Dado esse que corrobora com o posicionamento de TENFORDE (2023), segundo o cientista as placas de carbono podem afetar a biomecânica. Ele diz também que a placa mantém os dedos retos e estabiliza o tornozelo do corredor, mas isso significa que os corpos dos corredores devem se adaptar à mudança, levando a um aumento do risco de lesões no joelho, quadril e costas, bem como entorses de tornozelo.

É importante reconhecer algumas limitações desta pesquisa. A amostra será restrita aos cadetes da Academia de Bombeiro Militar Dom Pedro II, o que pode limitar a generalização dos resultados para outros contextos e populações, visto que, os cadetes participam de um treinamento continuado durante o Curso de Formação de Oficiais. Além disso, uma melhor avaliação sobre o tipo de pisada dos voluntários e suas consequências com o uso da placa de carbono pode ser melhor avaliada.

Apesar dessas limitações, espera-se que os resultados desta pesquisa forneçam informações relevantes sobre a relação entre a utilização do tênis tecnológico em provas de curta distância. Esses resultados poderão contribuir para o desenvolvimento de estratégias de treinamento e seleção mais eficazes, visando melhorar a segurança e o desempenho esportivo dos bombeiros militares durante suas atividades.



## 5 CONCLUSÃO

Neste trabalho, buscamos analisar a influência da tecnologia de calçados com placa de carbono no rendimento dos atletas em provas de curta distância. A pergunta de pesquisa que norteou o nosso estudo foi: há diferença no desempenho de corredores que usam tênis de fibra de carbono em comparação com os que usam tênis convencionais em provas de 2400 metros? Para responder a essa pergunta, realizamos um experimento com 20 voluntários, que correram seis voltas de 400 metros com cada tipo de calçado, e medimos os tempos de cada volta ST e CT, volta mais rápida ST e CT, tempo total ST e CT e escala modificada de Borg. Também aplicamos um questionário para avaliar a percepção dos atletas sobre o uso dos calçados.

Os resultados mostraram que houve uma melhora significativa no rendimento dos corredores que usaram tênis de placa de carbono em relação aos que usaram tênis convencionais, conforme demonstrado pelo teste de Student's e Wilcoxon ( $p < 0,05$ ). A melhora foi mais evidente no tempo total da prova e nas voltas mais rápidas. Podemos evidenciar também, que houve melhora nas primeiras 4 (quatro) voltas, mas não nas últimas duas, possivelmente devido ao nível de fadiga dos voluntários. Os atletas também relataram uma sensação de impulsão para frente com o uso da placa de carbono, mas alguns também relataram instabilidade ou dor na região lombar.

O nosso trabalho contribui para o progresso do conhecimento científico sobre os efeitos da tecnologia de calçados com placa de carbono no desempenho dos atletas em provas de curta distância. Também fornece informações úteis para os corredores que desejam melhorar o seu rendimento nas provas, bem como para os fabricantes e reguladores desses calçados.

No entanto, o nosso estudo também apresenta algumas limitações, como o tamanho reduzido da amostra, homogeneidade de amostra, a falta de controle sobre as condições ambientais e fisiológicas dos atletas, e a possível influência do efeito placebo ou da expectativa dos atletas sobre o uso dos calçados. Esses fatores podem comprometer a generalização e a confiabilidade dos nossos resultados.

Portanto, sugerimos que futuras pesquisas sejam realizadas com amostras maiores e mais diversificadas, com um desenho experimental mais rigoroso e controlado, e com medidas objetivas e subjetivas do desempenho e da pisada dos atletas. Também recomendamos que os corredores sejam orientados sobre os benefícios e os riscos do uso da

placa de carbono nos calçados, e que busquem o modelo mais adequado ao seu tipo de pisada e ao seu nível de treinamento.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DE BRUM, Rodrigo do Amaral. **A influência dos tênis de corrida na economia de corrida e performance de corredores de longa distância: uma revisão narrativa.** 2022.

OKAZAKI, Victor Hugo Alves et al. **Ciência e tecnologia aplicada à melhoria do desempenho esportivo.** Revista Mackenzie de Educação Física e Esporte, v. 11, n. 1, 2012.

DE OLIVEIRA, Adriana Magalhaes Brandao. **Influência dos calçados e das palmilhas biomecânicas na prevenção de lesões em corredores: uma revisão da literatura.** 2010.

BIANCO, Roberto et al. **A influência do uso acumulado de calçados de corrida sobre a força de reação do solo e as respostas de pressão plantar.** Revista Brasileira de Educação Física e Esporte, v. 25, p. 583-591, 2011.

NIGG BM, Cigoja, S, Nigg SR. Teeter-totter effect: **A new mechanism to understand shoe-related improvements in long-distance running.** Br. J. Sports Med. 10, 1–2 (2020).

BARNES KR, Kilding AE. **A randomized crossover study investigating the running economy of highly-trained male and female distance runners in marathon racing shoes versus track spikes.** Sports Med. 2019;49:331–42

COSTA, Icaro do Nascimento. **Avaliação da marcha utilizando um protótipo de coturno com solado de fibra de carbono.** 2021.

KLEIN, Matt. Footwear Science: **An Evidenced Based Review of PEBAK and Carbon Fiber Shoes.** **Doctors of Running**, 2020. Disponível em: <https://www.doctorsofrunning.com/2020/04/footwear-science-evidenced-based-review.html>. Acesso em: dia, mês e ano1.

TENFORDE, Adam et al. **Bone Stress Injuries in Runners Using Carbon Fiber Plate Footwear.** Sports Medicine, p. 1-7, 2023.

## **APÊNDICE A - Questionário feito pelos autores**

### **FORMULÁRIO PARA OS PARTICIPANTES DO TCC "ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DO CALÇADO(PLACA DE CARBONO) NO DESEMPENHO NO TESTE DE 2400 METROS"**

\* (Indica uma pergunta obrigatória)

**Idade\*:**

**Há quanto tempo você pratica corrida?\***

**Com que frequência você treina corrida, na semana?\***

- Nenhuma vez na semana
- 1 a 2 vez na semana
- 2 a 3 vez na semana
- 3 a 4 vez na semana
- 5 ou mais vez na semana

**Já utilizou calçados com placas de carbono antes deste estudo?\***

Sim   Não

Se sim, descreva sua experiência.

**Durante a prova de 2400 metros com calçado esportivo tradicional, como você se sentiu em termos de conforto e estabilidade? (Classifique de 1 a 5, sendo 1 muito desconfortável e 5 muito confortável)\***

1 2 3 4 5

**Durante a prova de 2400 metros com calçado de placa de carbono, como você se sentiu em termos de conforto e estabilidade? (Classifique de 1 a 5, sendo 1 muito desconfortável e 5 muito confortável)\***

1 2 3 4 5

**Durante a prova de 2400 metros com calçado de placa de carbono você sentiu diferença na sua pisada? (Descreva sua experiência)\***

**Durante a prova de 2400 metros com calçado de placa de carbono você sentiu algum desconforto ou dor, decorrente do uso do tênis? (Descreva sua experiência)\***

**Durante a prova de 2400 metros com calçado de placa de carbono você sentiu diferença no seu equilíbrio, durante a prova? (Descreva sua experiência)\***

**De acordo com sua percepção subjetiva você notou alguma diferença em termos de eficiência ou economia de energia entre os dois tipos de calçados? (Classifique de 1 a 3, sendo 1 caso você tenha achado que piorou sua eficiência, 2 caso tenha achado indiferente e 3 caso tenha percebido uma melhora)\***

1 2 3

**Com base na sua experiência, você acredita que os calçados com placas de carbono podem influenciar positivamente o desempenho na prova de 2400 metros?\***

Sim Não