



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS ANGICAL
CURSO LICENCIATURA EM FÍSICA**

ANTONIO HENRIQUE PEREIRA LOPES

**ANÁLISE DAS DIFERENTES FASES DA CORRIDA: uma abordagem física a
partir da biomecânica do movimento por meio de imagens**

**ANGICAL
2025**

ANTONIO HENRIQUE PEREIRA LOPES

ANÁLISE DAS DIFERENTES FASES DA CORRIDA: uma abordagem física a partir
da biomecânica do movimento por meio de imagens

Trabalho de Conclusão de Curso (artigo científico) apresentado como exigência parcial para obtenção do diploma do Curso de Licenciatura em Física do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Angical .

Orientador: Prof. Dr. Wemerson José Alencar

Coorientador: Prof. Me. Denisfran Cardoso

ANGICAL

2025

ANÁLISE DAS DIFERENTES FASES DA CORRIDA: uma abordagem física a partir da biomecânica do movimento por meio de imagens

Antonio Henrique Pereira Lopes¹
Wemerson José Alencar²

RESUMO

Este trabalho analisa as diferentes fases da corrida, abordando a Física a partir da biomecânica do movimento por meio de imagens. Através de uma abordagem qualitativa adotando o estudo de caso como estratégia metodológica central, analisamos o movimento de 3 atletas durante a corrida e relacionamos com algumas áreas da Física como cinemática, dinâmica, biomecânica e ondulatória. Foi feita a utilização de imagens para destacar cada fase da corrida e comparar a biomecânica de diferentes atletas, com auxílio de um relógio garmin para monitorar distância, tempo, velocidade, pace e cadência. A integração desses conceitos tem uma contribuição significativa para o ensino de Física, pois relaciona conceitos abstratos a situações do cotidiano. Os resultados destacam a importância do uso de imagens para a visualização dos conceitos físicos, bem como sua aplicação no contexto esportivo. A utilização de recursos tecnológicos como o próprio celular para capturar imagens, pode ser uma ferramenta eficaz para o ensino de Física, estimulando o pensamento crítico e contribuindo para uma abordagem investigativa dos alunos.

Palavras-chave: física; corrida; biomecânica; imagens.

ABSTRACT

This work analyzes the different phases of running, addressing physics from the perspective of the biomechanics of movement through images. Using a qualitative approach and adopting the case study as the central methodological strategy, we analyzed the movement of 3 athletes during the race and related it to various areas of physics, such as kinematics, dynamics, biomechanics, and wave mechanics. Images were used to highlight each phase of the race and compare the biomechanics of different athletes, using a Garmin watch to monitor distance, time, speed, pace, and cadence. The integration of these concepts significantly contributes to physics education, as it relates abstract concepts to everyday situations. The results highlight the importance of using images to visualize physics concepts, as well as their application in the sports context. Using technological resources, such as cell phones to capture images, can be an effective tool for teaching physics, stimulating critical thinking and contributing to an investigative approach in students.

Keywords: Physics; running; biomechanics; images.

Data de aprovação: 03/09/2025

¹ Licenciando em Física. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí. E-mail: caang.2021119fis0166@aluno.ifpi.edu.br

² Doutor em Física. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí. E-mail: wemersonalencar@ifpi.edu.br.

1 INTRODUÇÃO

Segundo dados do aplicativo esportivo Strava (2024), a corrida foi a modalidade mais praticada em 2024, destacando-se como o esporte social que mais cresce, englobando praticantes de diferentes idades com objetivos variados. No contexto do treinamento esportivo, torna-se essencial compreender que por trás de cada movimento durante a corrida, existem conceitos físicos importantes como a cinemática, dinâmica, biomecânica e ondulatória.

Por meio da observação e entendimento desses conceitos, é possível calcular dados importantes como tempo, velocidade média e distância percorrida, todos esses dados ajudam na definição do “Pace”, um termo importante utilizado na corrida para descrever o tempo médio que o atleta leva para percorrer um quilômetro; a partir dele é elaborado as planilhas de treinos.

Nesse contexto destaca-se a importância da mensuração de dados obtidos por um relógio garmin e a observação por meio de imagens que ajudará na visualização e compreensão das diferentes fases da corrida, abrangendo de forma mais precisa as leis da Física que regem o movimento e as forças envolvidas em cada fase, como força de ação e reação, inércia, atrito etc.

A análise das diferentes fases da corrida relacionadas a conceitos da Física também se mostra relevante para o ensino, pois permite uma conexão direta com situações do cotidiano de muitos alunos. Ao utilizar imagens para analisar o movimento, o docente transforma conteúdos que parecem ser abstratos em representações visuais concretas, facilitando a visualização e compreensão.

Além disso, essa abordagem promove a interdisciplinaridade pois integra conhecimentos da Educação Física e da Biologia, enriquecendo a aprendizagem e tornando o ensino mais significativo, contextualizado e alinhado às diretrizes da BNCC, que valorizam a aplicação do conhecimento científico em contextos reais.

A realização desta pesquisa se deu pela necessidade de ampliar a aplicação dos conhecimentos da Física na corrida, utilizando imagens para uma melhor visualização e compreensão dos princípios que regem o movimento. Os autores PRUDÊNCIO (2013), MACHADO e ALVES (2018) e ALBUQUERQUE (2020), balizaram essa pesquisa ao trazerem contribuições para o entendimento de conceitos da Física que estão envolvidos na corrida. O estudo da Física a partir da biomecânica pode contribuir para um melhor entendimento dos conceitos presentes

na corrida, tornando o seu aprendizado mais dinâmico e aplicado a situações do cotidiano.

2 ANÁLISE BIOMECÂNICA DA CORRIDA

Como dito anteriormente, a corrida foi o esporte mais praticado no mundo no ano de 2024. Diante do alto número de praticantes a análise biomecânica surge como uma aliada na observação, pois a mesma investiga a forma como os movimentos são produzidos e as forças que atuam sobre eles, proporcionando um conhecimento essencial para diversas áreas do esporte.

Para relacionar a corrida com a biomecânica, é necessário entender suas fases, para assim fazer uma análise mais detalhada, destacando as forças que atuam em cada movimento.

Figura I : Fases da corrida



Fonte: Imagem do autor

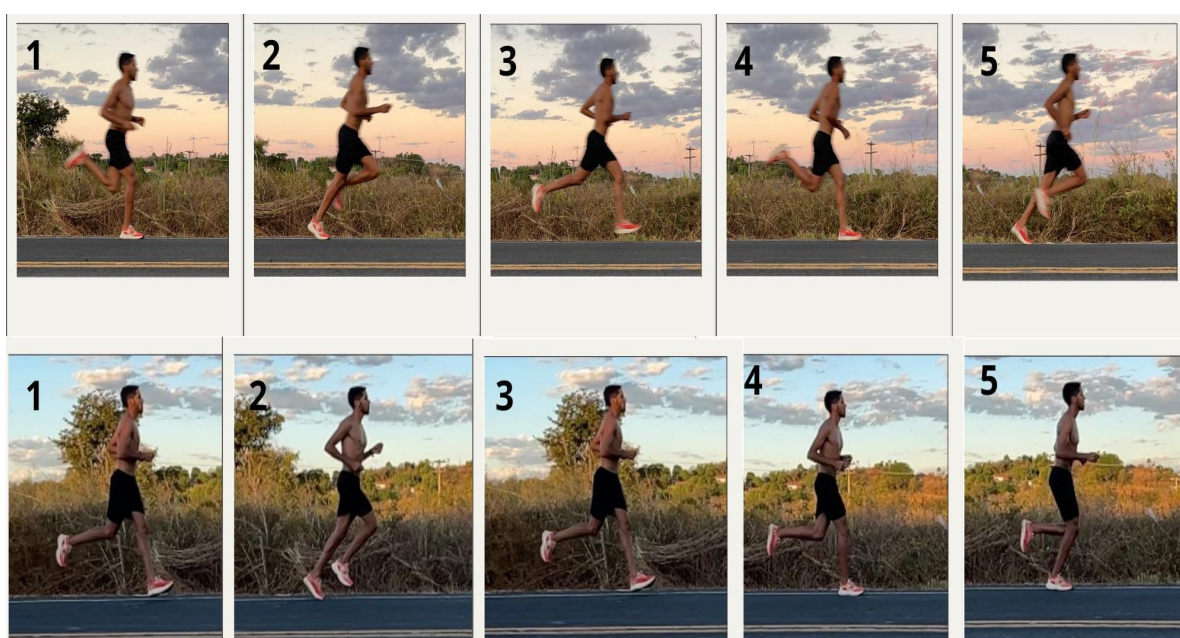
Na imagem acima é possível observar de forma detalhada cada fase da corrida durante o movimento:

1. Fase de apoio: Início do movimento. Momento em que o pé toca o solo, absorvendo o impacto e preparando o corpo para a próxima etapa.
2. Fase de impulsão: A perna de apoio empurra o solo para trás usando a ponta do pé, gerando força para projetar o corpo à frente.
3. Fase de vôo: Os dois pés estão fora do chão e a perna oposta avança para dar continuidade ao movimento.
4. Fase de Aterrissagem: A perna oposta toca o solo, recebendo toda a carga e projetando o corpo para a próxima etapa.
5. Fase de impulsão: Repetição do movimento.

É importante compreender as fases da corrida, pois na prática cada uma dessas fases influenciam diretamente no desempenho do atleta, e por meio de imagens é possível identificar erros na execução e em seguida fazer correções nas técnicas com intuito de evitar desgastes desnecessários durante sua prática.

O presente trabalho fez uma análise do movimento de 3 atletas, utilizando a câmera de um celular para captar as imagens e um relógio garmin com gps para monitorar o tempo, distância, pace e cadência durante a corrida. A partir das imagens foi feita a análise e comparação da biomecânica, destacando as fases da corrida e os princípios da Física presentes no movimento.

Figura II: Análise biomecânica



Fonte: Imagens do autor

Na primeira sequência de imagens o atleta percorreu uma distância de 50m em 10 segundos, ocasionando uma velocidade média de 5m/s ou 18km/h. Já na segunda sequência de imagens, o atleta percorreu a mesma distância de 50m, só que com o tempo de 15 segundos, ocasionando uma velocidade média de 3,3m/s ou 12km/h. Nas duas sequências de imagens, foi fotografado o mesmo atleta percorrendo distâncias iguais, mas com velocidades diferentes, ocasionando uma alteração biomecânica na corrida.

Albuquerque (2020, p. 27) destaca que:

A análise cinemática, principalmente com vídeos e imagens, é bastante utilizada atualmente para estudar movimentos esportivos relacionados à performance, na qual detalhes fazem a diferença para a obtenção de medalhas e até de recordes.

Por meio da análise de imagens, é possível observar a alteração da biomecânica do atleta quando sua velocidade se altera, avaliar o alinhamento corporal verificando desvios posturais ou posicionamentos articulares inadequados que possam comprometer a execução do movimento. Além disso, a análise de imagens permite a investigação de variáveis cinemáticas, como ângulos articulares, amplitude de movimento, velocidade e aceleração, fornecendo uma visão aprofundada da dinâmica envolvida. Algumas medidas como tempo de contato com o solo e comprimento da passada, também podem ser extraídas, contribuindo para a compreensão da eficiência do movimento.

2.1 A FÍSICA APLICADA A CORRIDA

A corrida pode ser relacionada com algumas áreas da física, incluindo cinemática, dinâmica, biomecânica e ondulatória. A cinemática descreve o movimento dos corpos sem considerar as causas, por outro lado a dinâmica analisa as forças que causam esse movimento, por sua vez a biomecânica aplica esses princípios ao corpo humano em movimento, já a ondulatória pode ser relacionada com conceitos como velocidade, comprimento das passadas e frequência.

2.1.1 Cinemática

A cinemática descreve o movimento dos corpos sem se preocupar com as causas do deslocamento. Por meio de dados como distância e tempo, é possível calcular a velocidade média de um atleta. pode ser calculada pela seguinte fórmula:

$$Vm = \Delta S / \Delta t$$

$$Vm = \text{Velocidade média (m/s)}$$

$$\Delta S = \text{Distância total (m)}$$

$$\Delta t = \text{Tempo total (s)}$$

Se um atleta percorre 5 km em 30 minutos, para calcular sua velocidade média, basta fazer as seguintes transformações: (Km para metros e minutos para segundos)

$$1 \text{ km} = 1000 \text{ metros} \quad 5 \times 1000 = 5000 \text{ m}$$

$$1 \text{ minuto} = 60 \text{ segundos} \quad 30 \times 60 = 1800 \text{ s}$$

$$V_m = 5000 / 1800 = 2,777 \text{ m/s}$$

Para transformar para km/h basta multiplicar por 3,6

$$2,777 \times 3,6 = 10 \text{ km/h.}$$

Na cinemática, não se leva em consideração as forças que causam o movimento, mas sim a análise e mensuração dos dados obtidos por meio de recursos de imagens e de medições, como é o caso do relógio garmin, utilizado para marcar a distância e o tempo durante a execução do movimento.

Por meio da mensuração de dados como tempo e distância, é possível calcular o Pace ou ritmo médio, este termo é importante no treinamento de corrida, pois determina o tempo necessário que o atleta leva para percorrer um quilômetro. Esse parâmetro é essencial para atletas e treinadores, pois permite estruturar treinos e estabelecer ritmos adequados para cada tipo de corrida. O cálculo do pace é feito por meio da equação: $P = t/d$

$$\text{Pace} = \text{tempo total (min)} / \text{distância total (km)}$$

Figura III: Dados do relógio Garmin (distância, tempo e pace)



Fonte: imagens do autor

Na imagem é possível perceber os dados que um relógio com GPS informa como, distância e o tempo de um atleta, e também informa seu pace. O atleta percorreu uma distância de 10km com um tempo de uma hora. Para calcular seu pace basta fazer a transformação de horas para minutos.

1 hora = 60 minutos

Para transformar, basta utilizar a fórmula:

$$\text{Pace} = 60\text{min}/10\text{km} = 6\text{min}/\text{km}$$

Para Prudêncio, Carmo e Dias (2013, p. 14).

Tal medida traz importantes contribuições para os professores ou treinadores, pois, por meio dessas informações, pode-se observar e determinar os trechos nos quais o aluno ou atleta reduz sua velocidade e, a com base nisso, realizar as correções necessárias dentro das atividades de treinamento.

O pace é uma métrica que permite aos treinadores e atletas monitorar e ajustar o ritmo de forma prática durante os treinos e corridas. Apesar do pace estar relacionado com a velocidade, eles são grandezas inversamente proporcionais, enquanto a velocidade aumenta o pace diminui.

Quadro I - comparação entre velocidade e pace

Comparação	Fórmula Física	Unidade	Ligação com Pace
Velocidade	$V = d/t$	m/s ou km/h	Quanto mais veloz menor o pace
Pace	$Pace = t/d$	min/km	É o tempo por distância, inverso da velocidade

Fonte: Elaborado pelo autor

Na tabela acima é feita a comparação entre velocidade e pace evidenciando as fórmulas e unidades utilizadas para calcular cada um deles.

Segundo Hall (2016, p.389).

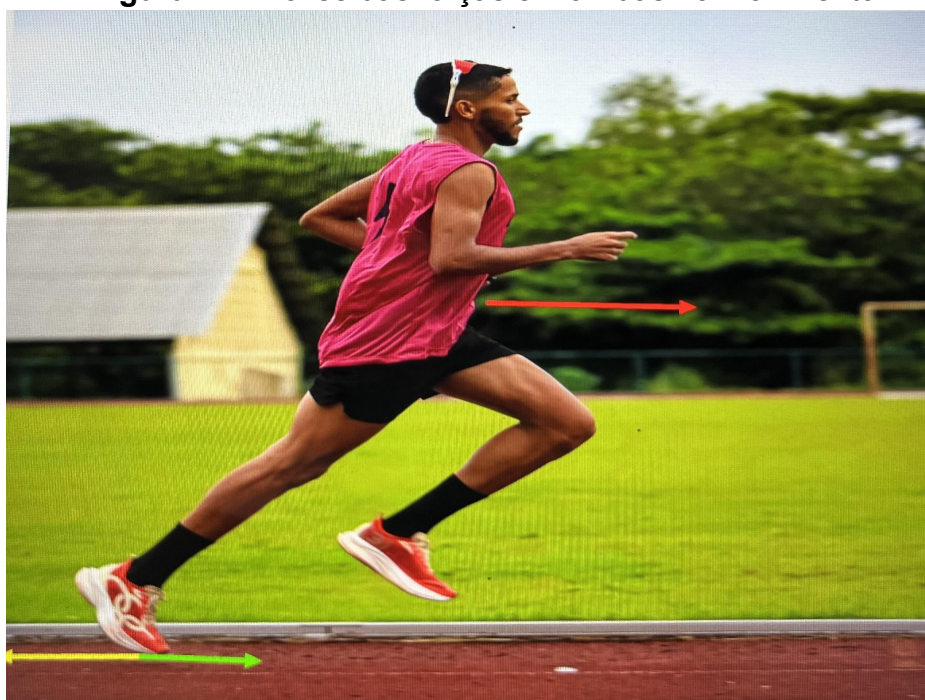
O ritmo é o inverso da velocidade. O ritmo é apresentado como unidades de tempo divididas por unidades de distância. O ritmo é o tempo necessário para percorrer uma determinada distância e é quantificado comumente como minutos por quilômetro ou minutos por milha.

O ritmo (pace) ajuda na elaboração de planilhas de treino, onde é feito um teste com cada atleta e identificando as 5 zonas de treinamento da seguinte forma: (Muito leve, leve, moderado, forte e muito forte). O Pace serve de parâmetro para elaboração dos treinos, pois facilita para os praticantes entender o ritmo exigido em cada zona de treino e durante as competições.

2.1.2 Dinâmica

A dinâmica é o ramo da mecânica que estuda a causa do movimento dos corpos, ou seja, analisa as forças que atuam sobre eles e como essas forças afetam seu movimento. Ela se baseia nas leis de Newton para descrever e prever como os corpos se movem. Na corrida é possível identificar algumas forças que são exercidas durante o movimento. Por meio da análise de imagens fica mais fácil a visualização dessas forças.

Figura IV: Análise das forças envolvidas no movimento



Fonte: Imagem do autor

Na imagem está destacado com setas o sentido das forças exercidas nesse movimento. A terceira lei de Newton diz que para cada ação existe uma reação de igual intensidade e em sentido oposto.

Segundo Prudêncio, Carmo e Dias (2013, p.19)

Quando o indivíduo está correndo, ele exerce uma determinada força contra o solo. Isso cria uma força de igual magnitude e em direção contrária – conhecida como força de reação do solo (FRS) –, o que provoca o deslocamento do corpo no sentido da corrida [...]

No momento que o atleta toca o chão atua a força de atrito que é uma força contrária ao movimento (seta verde), ou seja, se o atleta faz o movimento de empurrar o pé para trás, o atrito atua para frente no sentido contrário ao movimento do pé. Em seguida observamos o momento da arrancada onde o atleta exerce uma força de ação empurrando o chão para trás (seta amarela), e como força de reação

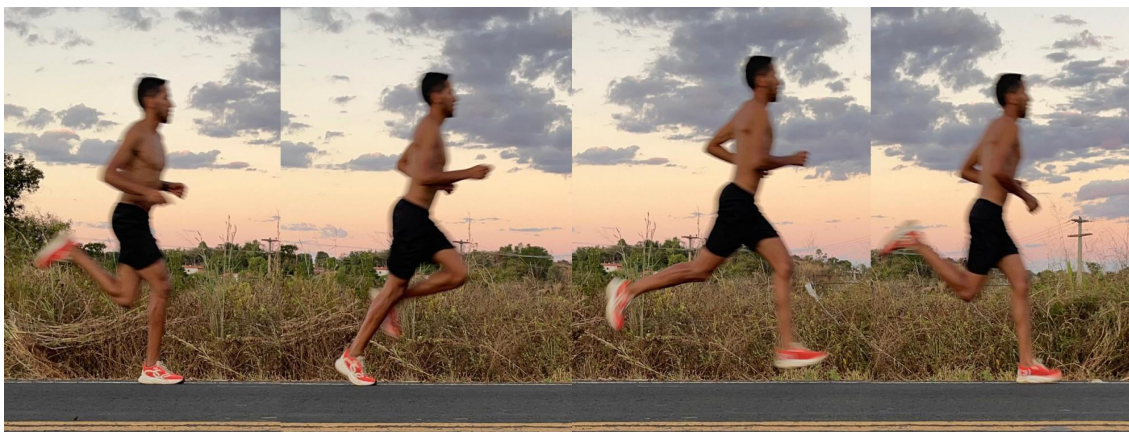
(FRS) o solo exerce uma força de igual intensidade impulsionando o atleta para frente (seta verde), para representar o sentido do deslocamento do atleta (seta vermelha).

2.1.3 Biomecânica

A biomecânica da corrida estuda os movimentos e forças envolvidos no ato de correr, com o objetivo de melhorar o desempenho e reduzir o risco de lesões. Ela analisa aspectos como postura, padrão de movimento, tipo de pisada, frequência da passada, movimentação dos braços e distribuição dos impactos nas articulações.

Figura V: Análise comparativa da biomecânica de diferentes atletas





Fonte: Imagem do autor

Por meio da análise comparativa das imagens de diferentes atletas, é possível perceber como cada um deles possui uma biomecânica única, isso é influenciado por fatores individuais. Destacam-se fatores como inclinação do corpo, tipo de pisada, comprimento da passada e movimentação dos membros superiores e inferiores.

Segundo Prudêncio, Carmo e Dias (2013, p. 8)

Por meio da fundamentação teórica, do conhecimento das capacidades e das habilidades do atleta, bem como da observação e da mensuração de diferentes variáveis biomecânicas, profissionais conseguem diferenciar as características técnicas de uma determinada modalidade, do estilo e da vivência motora do atleta, realizando assim correções de possíveis erros e adaptações dessas técnicas à realidade de seus atletas, independentemente da categoria.

A análise biomecânica por meio de imagens permite que treinadores e preparadores físicos adotem uma abordagem mais eficaz e direcionada no planejamento dos treinos de cada atleta. Além disso, essa compreensão detalhada contribui para a evolução técnica do atleta ao longo do tempo, respeitando suas limitações e explorando suas potencialidades de forma progressiva.

Suzuki (2020, p.29) assinala que:

Dentre os argumentos apresentados, podemos verificar a importância da biomecânica para a compreensão da mecânica da corrida. Entendemos que os parâmetros biomecânicos obtidos a partir de suas devidas análises, são primordiais para uma prescrição segura e eficiente da corrida.

2.1.4 Ondulatória

A corrida pode ser compreendida por meio de diversos conceitos da física, um deles é a ondulatória. Na ondulatória a relação entre a frequência e o

comprimento das passadas pode determinar a velocidade do corredor, sendo expressa pela equação: $V = \lambda \cdot f$

onde:

V = Velocidade do atleta (m/s)

λ = Comprimento das passadas (m)

f = frequência de passadas (ppm)

Para um atleta que está buscando aumentar sua velocidade na corrida, primeiramente deve-se identificar o comprimento da passada, e em seguida identificar a frequência dessas passadas, por exemplo, se o atleta tem uma passada de 1 metro e frequência de 180 passos por minuto, ele percorrerá 180 metros em um minuto, o que dá uma velocidade de 3 m/s ou ≈ 10 km/h. Já uma atleta que tem a mesma frequência de 180 passos por minuto e comprimento da passada de 1,5 metros, terá uma velocidade maior, pois o mesmo percorrerá uma distância de 270 metros em um minuto ocasionando uma velocidade de 4,5 m/s ou $\approx 16,2$ km/h.

Segundo Prudêncio, Carmo e Dias (2013, p. 22) destaca que:

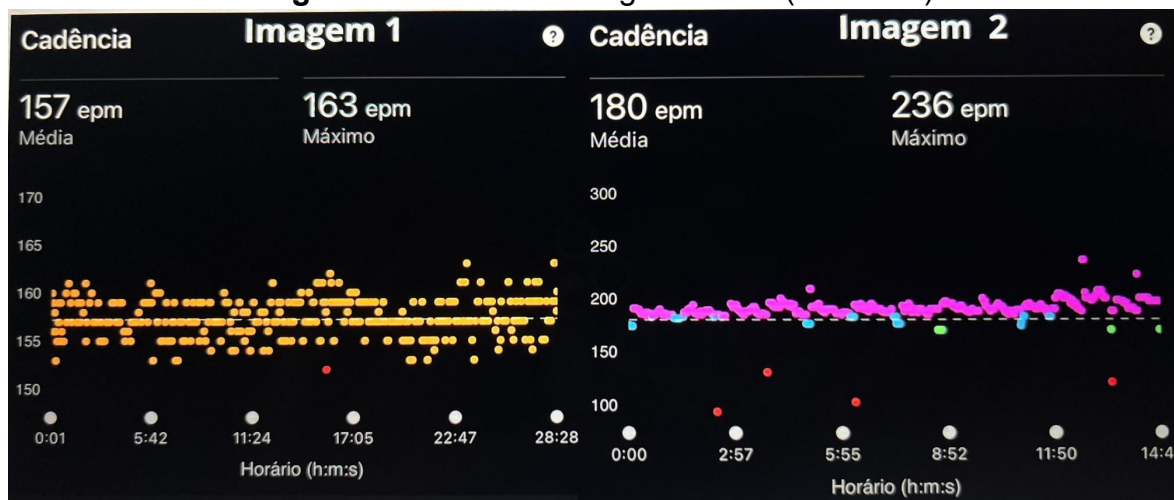
Os aumentos de velocidade, quando ocorrem em baixas velocidades (sub-máximas) e em corridas de resistência, são causados predominantemente por aumentos do comprimento da passada; em altas velocidades, por outro lado, os aumentos de velocidade ocorrem predominantemente por causa de aumentos da frequência da passada.

Por meio da observação das fases da corrida é possível identificar se o atleta está passando muito tempo com o pé em contato com o solo, pois a duração de cada uma dessas fases está associada à velocidade. Também foi possível observar que com o aumento da velocidade a biomecânica do movimento se altera, fazendo com que haja um aumento no comprimento e na frequência das passadas (cadência).

Corredores que competem em ritmo lento tendem a aumentar a velocidade principalmente aumentando o comprimento da passada, e comprovou-se que, entre corredores de longa distância, o aumento do comprimento da passada pode promover mais economia de corrida. (HALL, 2016, p. 388).

Outro dado importante e que tem relação com a ondulatória é a cadência, a mesma refere-se a frequência com que uma ação se repete em um determinado intervalo de tempo. Na corrida, a cadência é o número de passos dados pelo atleta no intervalo de tempo de 1 minuto (ppm), essa medida é importante para analisar a eficiência da corrida.

Figura VI: Dados do relógio Garmin (cadência)



Fonte: imagem do autor

Nas duas imagens, foi utilizado um relógio garmin por dois atletas para monitorar dados como, distância, tempo e cadência. Ambos os atletas percorreram a distância de 5km, a diferença foi a velocidade e a cadência de cada um deles. O primeiro atleta percorreu os 5 km em 28:28 minutos com uma cadência média de 157 passadas por minuto. O segundo atleta percorreu os 5km em 14:47 minutos com uma cadência de 180 passadas por minuto, o que resultou em um ótimo resultado, quando comparada ao outro atleta.

Para Suzuki (2020, p.28)

A cadência influencia na velocidade da corrida, pois leva em consideração o comprimento dos membros superiores e inferiores. Correr em batidas a 180 bpm, vem apresentando bons resultados, em corredores amadores, na sincronia dos membros, que influencia diretamente a velocidade da corrida.

Cadência e velocidade estão diretamente relacionadas no desempenho esportivo, mas representam variáveis distintas. O aumento da cadência pode resultar em uma maior velocidade, mas são variáveis diferentes da equação.

2.2 ABORDAGEM INVESTIGATIVA COMO ESTRATÉGIA DE ENSINO-APRENDIZAGEM EM FÍSICA

Ao incorporar elementos do cotidiano, como o movimento humano presente em práticas esportivas, é possível abordar conceitos físicos de maneira mais concreta e acessível. A análise da corrida, por exemplo, permite explorar grandezas como aceleração, velocidade, força e energia, ao mesmo tempo em que promove uma compreensão integrada com outras disciplinas, como Educação Física e Biologia. Essa abordagem interdisciplinar, apoiada pelo uso de imagens e recursos

tecnológicos, favorece não apenas a compreensão conceitual, mas também o desenvolvimento de habilidades investigativas e críticas nos alunos.

Clement, Terrazzan e Nascimento (2003, p.4) destaca que:

As situações-problema podem ser elaboradas tanto na perspectiva de abarcar aspectos internos à estrutura conceitual da disciplina, quanto para abordagem de fenômenos cotidianos e/ou situações históricas. Assim, além de propiciar uma forma de contextualização dos conteúdos escolares, superando seu caráter tradicional - "abstracionista", desenvolvem a capacidade de compreender situações novas. Esta compreensão das situações novas exige uma ponte entre a teoria e a prática.

A Partir do uso de ferramentas tecnológicas simples, como o próprio celular, é possível capturar imagens ou até mesmo baixar aplicativos capazes de monitorar a corrida por meio do gps, isso torna possível uma investigação dos aspectos físicos mais precisa e facilita a visualização e mensuração de grandezas como tempo, deslocamento e forças durante a corrida.

Melo (2025, p. 20) ressalta que:

Por meio do ensino investigativo, os estudantes não apenas adquirem informações, mas também desenvolvem habilidades de pesquisa, pensamento crítico e participam ativamente do processo de aprendizagem, tornando-se protagonistas na construção do próprio saber.

3 METODOLOGIA

Este trabalho caracteriza-se por uma abordagem qualitativa, adotando o estudo de caso como estratégia metodológica central. O objeto de investigação consiste na análise das diferentes fases da corrida sob uma perspectiva Física a partir da biomecânica, utilizando imagens para identificar padrões de movimento e variáveis físicas que podem contribuir para a otimização dos treinos e melhora da eficiência dos movimentos, bem como sua relevância para o ensino-aprendizagem de Física.

Segundo Fonseca (2002) "A pesquisa qualitativa se preocupa com aspectos da realidade que não podem ser quantificados, centrando-se na compreensão e explicação da dinâmica das relações sociais". O estudo de caso, segundo Gil (2002), "é encarado como o delineamento mais adequado para a investigação de um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto real, onde os limites entre o fenômeno e o contexto não são claramente percebidos".

A coleta de dados foi realizada por meio da captação de imagens de 3 atletas durante a prática da corrida, com o intuito de registrar as diferentes fases do movimento: apoio, impulsão, voo e contato. As imagens serão analisadas quadro a quadro, permitindo a identificação de padrões de movimento, ângulos articulares, tempo de contato com o solo, comprimento e frequência das passadas, entre outros parâmetros relevantes.

Além de sua contribuição para a otimização da prática esportiva, este estudo também pode contribuir para o ensino-aprendizagem de Física. Ao relacionar conceitos físicos abstratos a uma atividade do cotidiano como a corrida, busca-se tornar o conteúdo mais significativo e acessível aos estudantes. Essa abordagem contextualizada pode facilitar a compreensão de temas como movimento, força, energia e impulso, promovendo um aprendizado mais ativo e conectado à realidade dos alunos. Dessa forma, o estudo contribui não apenas para o desempenho esportivo, mas também para o fortalecimento do processo educativo por meio de uma integração entre teoria e prática.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A realização deste estudo permitiu evidenciar a aplicação dos conceitos da Física no contexto da corrida, utilizando a análise de imagens e os dados obtidos por meio de um relógio Garmin com GPS, como principais recursos. Através da análise biomecânica do movimento de cinco atletas, foi possível observar de forma clara grandezas físicas como força de atrito, força de ação e reação e como a biomecânica se altera a partir do aumento da velocidade.

4.1 ANÁLISE DAS IMAGENS

Os dados obtidos durante a prática da corrida revelaram variações entre os atletas quanto ao tempo, velocidade média, pace e cadência, influenciando diretamente sua biomecânica. As imagens sequenciais permitiram uma comparação visual clara das alterações biomecânicas em função da variação da velocidade, evidenciando a aplicação dos conceitos de cinemática e dinâmica, conforme discutido por Albuquerque (2020).

Quadro II – Parâmetros de análise das imagens por fase da corrida

Fases da corrida	Descrição	Variáveis observadas	Objetivo da análise
Apoio	Momento em que o pé entra em contato com o solo	Tempo de contato com o solo; ângulo do joelho; posicionamento do pé	Verificar o impacto e a estabilidade do movimento
Impulsão	Transição do apoio para o impulso do corpo para frente	Força de reação do solo; extensão da perna; deslocamento do centro de massa	Avaliar a eficiência da força aplicada para a propulsão
Voo	Fase em que ambos os pés estão no ar	Tempo de voo; altura do centro de massa; simetria do movimento	Analisar o aproveitamento da energia e o equilíbrio
Contato inicial	Retorno do pé ao solo após o voo	Posição do pé em relação ao corpo; ângulo de ataque	Observar a absorção de impacto e prever risco de lesões
Passada completa	Conjunto das fases anteriores	Comprimento da passada; frequência das passadas; velocidade média	Verificar o padrão geral de corrida e propor melhorias

Fonte: elaborado pelo próprio autor

4.2 RELAÇÃO COM OS CONCEITOS FÍSICOS

A análise das imagens foi essencial para identificar a atuação das forças físicas durante as fases da corrida, como:

- Força de atrito e reação do solo, conforme descrito pela 3ª Lei de Newton (ação e reação);
- Inércia, que interfere no momento da transição entre as fases de voo e aterrissagem;
- Aceleração, perceptível nas mudanças de ritmo;
- Comprimento e frequência das passadas, associados à ondulatória, utilizados para calcular a velocidade a partir da equação $V = \lambda \cdot f$.

Esses dados demonstraram que a biomecânica do movimento se modifica

conforme há variações na velocidade e nas condições técnicas do atleta como postura, tipo de pisada e amplitude da passada.

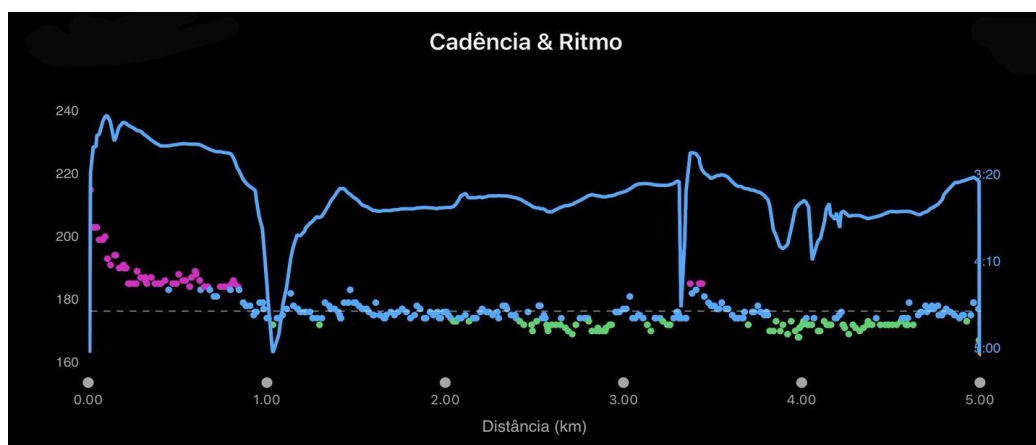
4.3 IMPORTÂNCIA DO PACE E DA CADÊNCIA NA AVALIAÇÃO

A utilização do pace como parâmetro de avaliação se mostrou extremamente eficiente para a organização e estruturação dos treinos. O cálculo do pace e a comparação com os dados de velocidade permitiram observar que:

- Quanto maior a velocidade, menor o pace (tempo por km);
- Alterações na cadência (passos por minuto) influenciam diretamente no desempenho. Por exemplo, o atleta que completou 5 km em 14:47 com cadência de 180 ppm demonstrou biomecânica mais eficiente do que o atleta que completou a mesma distância em 28:28 com 157 ppm.

Essa relação direta entre os dados reforça a eficácia do uso de tecnologia simples e acessível no contexto da educação e do esporte, como pontua Suzuki (2020).

Figura VII: Gráfico cadência x Pace (ritmo)



Fonte: Imagens do autor

Na imagem acima tem um gráfico cadência x pace, onde é feita a observação de cada um deles presentes em uma corrida de 5km, a linha azul está destacando a variação do pace e os pontos estão representando a variação da cadência ao longo da corrida. Na horizontal está a distância expressa em quilômetros (km) e na vertical ao lado esquerdo está cadência expressa em passadas por minutos (ppm) e na vertical ao lado direito está o pace que é o tempo que se leva para percorrer um quilômetro (t/m).

O gráfico é cadência x pace é importante pois permite relacionar a frequência das passadas com a velocidade do atleta durante a corrida, ajudando a entender como o corpo reage em diferentes ritmos e pode também orientar a técnica e a estratégia de treino.

4.4 DISCUSSÃO SOBRE O ENSINO DE FÍSICA COM ABORDAGEM INVESTIGATIVA

O uso de imagens como ferramenta pedagógica mostrou-se altamente eficaz para o ensino-aprendizagem da Física. A partir da observação das diferentes fases da corrida, os alunos conseguem:

- Visualizar conceitos abstratos (como força, velocidade, tempo e aceleração);
- Relacionar teoria e prática por meio da abordagem interdisciplinar com a Educação Física e a Biologia;
- Desenvolver competências previstas na BNCC, como o pensamento científico, crítico e criativo.

Como citado por Melo (2025), o ensino investigativo transforma os alunos em protagonistas do processo de aprendizagem, e a utilização de ferramentas simples como celulares e relógios com GPS torna o ensino de Física mais acessível, motivador e conectado com a realidade.

4.5 CONTRIBUIÇÕES DA BIOMECÂNICA E DA FÍSICA PARA A PRÁTICA ESPORTIVA

Além dos benefícios pedagógicos, a análise biomecânica possibilitou:

- Identificar desvios posturais ou erros de técnica que podem levar a lesões;
- Promover ajustes individuais nos treinos, com base em dados objetivos;
- Otimizar o rendimento esportivo respeitando as características de cada atleta.

Essa aplicação prática da Física contribui tanto para o desempenho quanto para a preservação da saúde dos praticantes de corrida, como reforçado por Prudêncio, Carmo e Dias (2013)

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No meio esportivo, é comum encontrar professores e técnicos que acreditam que a biomecânica é uma disciplina complicada, devido à sua íntima relação com os vários conceitos da física, e também porque suas análises dependem exclusivamente de equipamentos, por vezes, pouco acessíveis.

A pesquisa se deu início pelo fato que o ensino de Física nos últimos tempos vem passando por um processo de enriquecimento, ou seja, estão surgindo novas metodologias de ensino visando um melhor ensino-aprendizagem e com mais ferramentas para auxiliar o discente, e a análise das diferentes fase da corrida por meio de recursos de imagens sem dúvidas são ferramentas indispensáveis nesse novo processo de fazer um ensino de melhor qualidade, que chama a atenção e relaciona os assuntos estudados com coisas do cotidiano.

Com a pesquisa vimos a importância da utilização dos recursos de imagens, pois o mesmo ajuda na identificação de alguns fatores como forças aplicadas, tipo de pisada, inclinação do corpo, e essa análise chama mais a atenção dos discentes e faz com que os mesmos tenham um interesse maior pois é uma forma diferente de ensino, que busca agregar coisas novas e o reconhecimento de saberes.

Esse estudo serve também para quebrar as formas tradicionais de ensino que não são tão descontraídas e leva a muitos alunos uma aversão à matéria. No entanto, surgiram outras formas e metodologias de se compartilhar conteúdos perante a análise de situações do cotidiano, buscando superar as dificuldades dos discentes. Assim, este estudo contribuiu para a análise visual, que por sua vez, oferece a treinadores e atletas uma ferramenta poderosa para identificar com mais precisão os padrões de movimento, permitindo ajustes que contribuem diretamente para a melhoria do desempenho do atleta.

Para investigações futuras, recomenda-se a identificação das principais dificuldades enfrentadas pelos docentes no processo de ensino-aprendizagem da Física, assim como a análise de estratégias que favoreçam a inserção de situações cotidianas nesse contexto. A observação de fenômenos do dia a dia, como os movimentos corporais analisados neste estudo, apresenta-se como uma possibilidade para tornar o ensino mais significativo, contribuindo para uma aprendizagem mais efetiva. Os resultados obtidos reforçam a importância do uso de imagens e da biomecânica como recursos didáticos, em consonância com achados de pesquisas anteriores, e abrem caminhos para novos aprofundamentos com base nas contribuições dos sujeitos envolvidos nesta investigação.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, André Martines de. **Biomecânica prática no exercício físico**. 1. ed. Curitiba: InterSaberes, 2020. 266 p. ISBN 978-65-5517-560-8.

CLEMENT, Luiz; TERRAZZAN, Eduardo Adolfo; NASCIMENTO, Tiago Belmonte. **Resolução de problemas no ensino de física baseada em uma abordagem investigativa**. In: **ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS**, 4., 2003. Anais [...]. p. 1–13.

FONSECA, João José Saraiva da. **Apostila de metodologia da pesquisa científica**. 2002.

GIL, Antônio Carlos. Como classificar as pesquisas. In: **GIL, Antônio Carlos**. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002. p. 44–45.

HALL, Susan J. **Biomecânica básica**. 7. ed. Porto Alegre: AMGH, 2016.

MACHADO, Eliani Cristina; ALVES, Rubem Braga Carvalho. **A física no esporte: corrida de rua e sua relação com a biomecânica**. 2018.

MELO, Daniel Pereira. **Experimentação no ensino de Física: estratégias investigativas para promover a aprendizagem significativa dos conceitos de Física no primeiro ano do Ensino Médio**. 2025.

MORTALE, Lucas Alexandre. **A física aplicada à corrida: desvendando os princípios científicos**. *RECIMA21 – Revista Científica Multidisciplinar*, v. 5, n. 11, p. e5115867, 2024.

PRUDÊNCIO, M. V.; CARMO, C. L.; DIAS, R. **Biomecânica do movimento humano**. Brasília: Fundação Vale; UNESCO, 2013. 36 p. v. 9.

SUZUKI, Frank Shiguemitsu. **Análise biomecânica da corrida**. In: _____. **Mude sua vida em 5 km**. [S.l.: s.n.], [20--]. p. 19.

STRAVA. *Year in Sport 2024*. Disponível em: <https://www.strava.com/year-in-sport>. Acesso em: 30 set. 2025.