

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA  
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA E DESPORTOS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA

GISELE OLIVEIRA SANTOS PIRES

**ANÁLISE DAS VARIÁVEIS CINEMÁTICAS ESPAÇO-TEMPORAIS FREQUÊNCIA  
E AMPLITUDE DE PASSOS, NA PISTA E NA ESTEIRA ERGOMÉTRICA**

JUIZ DE FORA  
2018

GISELE OLIVEIRA SANTO PIRES

**ANÁLISE DAS VARIÁVEIS CINEMÁTICAS ESPAÇO-TEMPORAIS FREQUÊNCIA  
E AMPLITUDE DE PASSOS, NA PISTA E NA ESTEIRA ERGOMÉTRICA**

Dissertação de Mestrado apresentada ao programa de pós-graduação em Educação Física da Universidade Federal de Juiz de Fora em associação com a Universidade Federal de Viçosa, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre.

Orientador: Jorge Roberto Perrout de Lima

JUIZ DE FORA

2018

**Gisele Oliveira Santos Pires**

**Análise das variáveis cinemáticas espaço-temporais frequência e amplitude de passos, na pista e na esteira ergométrica**

Dissertação apresentada ao Programa de pós-graduação em Educação Física, da Universidade Federal de Juiz de Fora em associação com a Universidade Federal de Viçosa, como requisito parcial a obtenção do grau de Mestre em Educação Física.

Aprovada em 20 de julho de 2018

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Jorge Roberto Perrout de Lima  
Universidade Federal de Juiz de Fora

---

Prof. Dr. Felipe Costa Alvim  
Universidade Presidente Antônio Carlos

---

Profa. Dra. Selva Maria Guimarães Barreto  
Universidade Federal de Juiz de Fora

*Dedico este trabalho à minha amada mamãe, aquela que apoia todos os meus sonhos e projetos, desde os mais simples até os mais audaciosos.*

## AGRADECIMENTOS

O maior e mais importante agradecimento é para o meu melhor Amigo, meu Companheiro nas horas de angústia, nos momentos em que nada parecia dar certo. Para Ele que colocou as pessoas certas no meu caminho, pessoas com as quais eu pude contar ou aprender algo, que me fez mais forte para a próxima batalha. Obrigada meu Jesus!!

Agradeço a minha amada mãe Cristina que cuidou de tudo para mim, enquanto eu me dedicava a esse trabalho.

Aos meus filhos Cesar e Luiz Otávio que tiveram tanta compreensão com a minha ausência. Ao meu esposo Allan pelo apoio. A eles que abdicaram de muitas coisas para que eu pudesse realizar esse grande projeto.

Ao meu fiel escudeiro e irmão Guilherme e minha amada cunhada Priscila, com os quais eu sei que posso sempre contar para tudo!

Às minhas parceiras de oração: Kati, Lili, Monize, Nayara, Simone, Thamila, Thais e Waninha, do “Mulheres de Joelhos” que, em muitos momentos, me sustentaram com suas orações. À querida amiga Michele pelas palavras de fé e incentivo e a minha amada célula onde, por muitas vezes, recebi conforto.

Obrigada à Sheila Menini, que me ajudou em todas as fases do processo de construção desse trabalho! Esse foi realmente um estreitamento de laços vindo do trono do Pai, obrigada minha amiga!

Leila e Aline, companheiras mais que especiais nesse período de lutas e glórias.

Ao meu querido primo Ramon que me salvou com a parte de tecnologia e ao querido Rodrigo Loures que me ajudou na instrumentação do Matlab.

Aos ex-diretores da Escola Municipal Rocha Pombo, Júlio, Adriana e Jorge e aos atuais, Leandro, Jardele e Sheila. Agradeço a todos pela compreensão e pelas tantas dispensas no horário de trabalho, gratidão especial ao Leandro pelo incentivo e tantas conversas acertadas em momentos cruciais e à Sheila pelas orações e tanto carinho comigo. Obrigada meus amigos!!

Agradeço à minha segunda e não menos amada Escola Estadual Professor José Freire, aos diretores José Luiz, Milena e Marcos que fizeram o máximo que podiam, e que não podiam, literalmente, para que fosse possível eu completar essa etapa. Devo muito a vocês.

Aos parceiros do Grupo de Pesquisa em Treinamento Aeróbio (GPTA) por tanto aprendizado, em especial a Gabi que sempre esteve pronta a me ajudar e ao Adriano, parceiro de coleta.

Ao professor Fernando Marques de Almeida por todo suporte nos cálculos matemáticos.

Um “obrigadão” ao meu orientador Jorge Perrout, exemplo de humildade, uma pessoa com inteligência admirável e extrema sabedoria. Uma incrível habilidade para lidar com as pessoas. Muito obrigada meu querido professor, você é um exemplo na vida acadêmica, mas acima de tudo, como pessoa.

Aos meus voluntários, que me ajudaram com tanta boa vontade e prontidão: Neander, Adam, Luis Guilherme, Daniel, Fabiano, Jefferson, Afonso, Thiago, Neemias, Jaime, Paulo, Willer, Ronald, Rogério, Jhonatan, Anderson, Gláucio, Lawrens, David, Rodolfo, Guilherme e Márcio, sem os quais essa pesquisa não passaria de um projeto.

## RESUMO

**Introdução** - A esteira é um instrumento apropriado para fornecer uma tarefa de desempenho padronizado e confiável. Embora por tempos, as esteiras tenham sido usadas, principalmente, para pesquisas, atualmente são muito comuns em academias de ginástica e vêm, ao longo do tempo, ganhando popularidade no treinamento de resistência. A distância percorrida por cada passo durante a caminhada ou corrida é chamada amplitude de passos e o número de passos dados em um determinado período é a frequência. Desse modo, a velocidade é determinada pelo produto da frequência pela amplitude de passos. A cinemática é uma área da biomecânica que permite o cálculo da posição, do deslocamento, da velocidade e da aceleração do corpo ou de seus segmentos, tendo como principal foco a descrição de como um corpo se move. Os parâmetros cinemáticos para análise da velocidade da corrida incluem o comprimento e a frequência do passo e da passada, bem como todas as variáveis espaço-temporais derivadas dessas. Não são recentes as investigações que pretendem tecer um paralelo entre deslocamento em piso fixo e esteira, porém seus resultados são inconsistentes. Esta inconsistência parece estar relacionada com as diferenças metodológicas, na aptidão física dos voluntários, velocidades estabelecidas nos protocolos de teste e com os métodos para determinar essas velocidades de corrida em cada estudo. **Objetivo** – Analisar se as variáveis frequência e amplitude de passos comportam-se de maneira pariforme ao se comparar a corrida na pista com a corrida na esteira; havendo diferenças, verificar se essas seriam imutáveis ou se o indivíduo é capaz de escolher com que combinação de frequência e amplitude quer correr e, ainda, verificar se essas seriam aleatórias ou determinadas por alguma das variáveis que caracterizaram a amostra. **Métodos** - 22 corredores participaram do estudo,  $VO_{2max}$   $59,8 \pm 5,53$ ; VMA  $17,4 \pm 1,59$ ; idade  $33,7 \pm 10,84$ ; estatura  $1,76 \pm 0,07$ ; massa corporal  $69,18 \pm 9,31$ . Foram realizados 3 testes, teste máximo, na pista e na esteira, nessa ordem para todos os voluntários. **Resultados** - Para os percentuais 100 e 120 da VMA foram encontrados valores reduzidos de amplitude e aumentados de frequência na esteira em relação à pista. Ainda, podemos predizer que corredores bem treinados conseguem realizar corridas com menores diferenças entre esteira e pista, sobretudo a 120% da VMA. **Conclusão** - As variáveis frequência e amplitude de passos comportam-se de maneira pariforme ao se comparar a corrida na pista com a esteira nos percentuais 60 e 80 da VMA, para 100 e 120% a amplitude de passos é maior e a frequência menor na esteira em comparação ao solo para uma mesma velocidade. Essas diferenças não são imutáveis, os corredores são capazes de escolher com que combinação de amplitude e frequência de passos desejam correr. Ainda, as diferenças podem ser determinadas, principalmente nos 120% da VMA, pelo nível de condicionamento dos corredores.

**Palavras-chave:** Corrida. Esteira Ergométrica. Frequência de Passos. Amplitude de Passos

## ABSTRACT

**Introduction** - A treadmill is an appropriate instrument to provide a standardized and reliable performance task. Although it had been used mostly for research, currently it has been widely used at gyms and has gained popularity at endurance training. The distance between strides during the walk or the run is called stride length, and the number of strides during a certain period of time is the frequency. This way, the speed is determined by stride length times stride frequency. The kinematics is a biomechanics subject that allows to measure the position, displacement, speed, and acceleration of the body or its segments. The kinematic major focus is to describe how the body moves. The kinematic parameters for speed analysis include stride and pace frequency and length as well as all space-time variables and all their variations. The researches which tried to draw a comparison between track and treadmill run are inconsistent nor even recent. This inconsistency seems to be related to the differences among methodology, endurance capacity of volunteers, speed at test protocols, and methods to estimate this speed in each study. **Objective** - To analyse if stride length and stride frequency behave similarly by comparing a track and a treadmill run. And if there are differences, the purpose is to check if they are unchangeable or if the subject is able to choose which frequency and amplitude they want to run and also to verify if they are randomized or pre-determinate by some peculiarity of the sample. **Methods** - 22 runners participated of this study with  $VO_{2max}$   $59,8 \pm 5,53$ , MAS  $17,4 \pm 1,59$ , age  $33,7 \pm 10,84$ , body mass  $69,18 \pm 9,31$ . Three tests were conducted in this order: maximal test, treadmill and track tests for all volunteers. **Results** - For a 100% and 120% MAS a decreased value of stride length and an increased value of stride frequency were found at treadmill compared to track. We believe runners prefer to run this way, because they run differently when they receive verbal stimulus to change the technique. We can also predict that well-trained runners manage to run at lower differences between treadmill and track, specially at 120 % of MAS. **Conclusion** - For stride length and stride frequency, no difference was found at 60% and 80% of MAS, but at 100% and 120%, stride length is higher and stride frequency lower at treadmill compared to track at same speed. These differences are not unchangeable; runners are capable of choosing which combination of stride length and stride frequency they prefer to run. Besides, the differences may be determined, mostly at 120% of MAS by the fitness level of the runners.

Key words: Run.Treadmill.Stride frequency.Stride length

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Esquema da pista oficial de atletismo.....	22
Figura 2	Esquema de posicionamento dos cones na área de filmagem.....	23
Figura 3:	Esquema de posicionamento da câmera.....	23
Figura 4:	Representação dos parâmetros de análise do passo.....	24
Figura 5:	Representação das variáveis que determinaram os cálculos da matriz matemática de correção da distorção.....	25
Figura 6:	Velocidades executadas na esteira e pista nas intensidades 60%, 80%, 100% e 120% da VMA.....	30
Figura 7:	Amplitude de passos na esteira e na pista nas intensidades 60%, 80%, 100% e 120 % de VMA.....	31
Figura 8:	Frequência de passos na esteira e na pista nas intensidades 60%, 80%, 100% e 120 % de VMA.....	32
Figura 9:	Amplitude de passo na esteira com e sem estímulo para aumentar a amplitude intensidades 100% e 120 % da velocidade máxima aeróbia (VMA).....	33
Figura 10:	Frequência de passos na esteira com e sem estímulo para aumentar a amplitude intensidades de 100% e 120 % da velocidade máxima aeróbia (VMA).....	35
Figura 11:	Delta (Pista – Esteira) da amplitude de passos em corridas nas intensidades 60, 80, 100 e 120% da VMA.....	35
Figura 12:	Delta (Pista – Esteira) da frequência de passos em corridas nas intensidades 60, 80, 100 e 120% da VMA.....	35

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1:	Nível de aptidão cardiorrespiratória relacionada à idade.....	18
Tabela 2:	Caracterização da amostra: média, desvio padrão da média, valores mínimos e máximos das variáveis: VO <sub>2max</sub> , velocidade máxima aeróbia (VMA), idade, estatura, massa corporal, comprimento dos membros inferiores, tempo de treino e tempo em provas de 5 e 10 mim metros.....	28
Tabela 3:	Valores médios de VO <sub>2max</sub> e VMA obtidos no teste máximo.....	28
Tabela 4:	Classificação do nível de aptidão física da amostra relacionando idade e VO <sub>2max</sub> .....	29
Tabela 5:	Velocidade nominal média ± desvio padrão, valores mínimo e máximo para cada percentual estabelecido (60%, 80%, 100% e 120%) da VMA.....	29
Tabela 6:	Variação de velocidade esteira e pista em m/s.....	30
Tabela 7:	Amplitude de passos na esteira (TE) e na pista (TP).....	31
Tabela 8:	Frequência de passos na esteira (TE) e na pista (TP).....	31
Tabela 9:	Correlação dos deltas (pista-esteira) da amplitude (AP) e frequência de passos (FP) nos percentuais 60, 80, 100 e 120 da VMA com idade, peso, estatura e comprimento dos membros inferiores.....	36
Tabela 10:	Correlação dos deltas (pista-esteira) da amplitude (AP) e frequência de passos (FP) nos percentuais 60, 80, 100 e 120 da VMA com VMA e VO <sub>2max</sub> .....	36
Tabela 11:	Correlação dos deltas (pista-esteira) da amplitude (AP) e frequência de passos (FP) nos percentuais 60, 80, 100 e 120 da VMA com volume de treino, frequência de treino e frequência de treino na esteira.....	37
Tabela 12:	Correlação dos deltas (pista-esteira) da amplitude (AP) e frequência de passos (FP) nos percentuais 60, 80, 100 e 120 da VMA com os tempos de provas de 5 km e 10 km.....	38

## LISTA DE ABREVIATURAS

LAM	LABORATÓRIO DE AVALIAÇÃO MOTORA
FAEFID	FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA E DESPORTOS
UFJF	UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
TE	TESTE NA ESTEIRA
TP	TESTE NA PISTA
AP	AMPLITUDE DE PASSOS
FP	FREQUÊNCIA DE PASSOS
VMA	VELOCIDADE MÁXIMA AERÓBIA
VO <sub>2</sub>	CONSUMO DO OXIGÊNIO
VO <sub>2</sub> MAX	CONSUMO MÁXIMO DE OXIGÊNIO

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	13
<b>1 OBJETIVOS</b> .....	17
Objetivo 1 .....	17
Objetivo 2 .....	17
Objetivo 3 .....	17
<b>2 MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	18
2.1 Amostra.....	18
2.2 Instrumentos de medida.....	19
2.3 Procedimentos de coleta de dados.....	20
2.4 Sessão 1: Caracterização da amostra.....	20
2.4.1 Teste de esforço máximo e Velocidade Máxima Aeróbia (VMA)..	20
2.5 Sessão 2: Teste na Pista (TP) .....	21
2.5.1 Análise dos vídeos.....	24
2.5.2 Amplitude de passos (AP) na pista.....	24
2.5.2.1 Correção “olho de peixe” .....	24
2.5.3 Frequência de passos (FP) na pista.....	25
2.6 Sessão 3: Teste na Esteira (TE) .....	26
2.6.1 Teste na esteira sem estímulo.....	26
2.6.2 Teste na esteira com estímulo.....	26
2.6.3 Amplitude de passos (AP) na esteira.....	26
2.6.4 Frequência de passos (FP) na esteira.....	27
2.6.5 Velocidade.....	27
<b>3 ANÁLISE ESTATÍSTICA</b> .....	27
<b>4 RESULTADOS</b> .....	27
4.1 Comportamento das variáveis FP e AP ao se comparar corridas na pista e na esteira ergométrica.....	30
4.2 Resultado das corridas na esteira com e sem estímulo verbal ao aumento da AP.....	32
4.3 Resultado das correlações entre as diferenças existentes entre as corridas em solo e esteira e as variáveis que caracterizaram a amostra.....	34
<b>5 DISCUSSÃO</b> .....	38
<b>6 CONCLUSÃO</b> .....	43

<b>7</b>	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>44</b>
<b>8</b>	<b>APÊNDICE.....</b>	<b>47</b>

## INTRODUÇÃO

Na locomoção humana, andar e correr são movimentos voluntários e repetitivos que o ser humano executa desde os primórdios. No início, por necessidade de sobrevivência, com a evolução dos meios de locomoção, o que era essencial à sobrevivência passou a ser indispensável para uma vida mais saudável (BRUNEIRA, 1998).

Embora seja classificada como uma atividade de deslocamento natural do ser humano, a corrida corresponde a uma atividade motora complexa que envolve ações do sistema nervoso e grande parte dos músculos do corpo (MCGINNIS, 2015; OUNPUU, 1994; MARTIN, SANDERSON, 2000). A diferenciação entre caminhada e corrida ocorre quando períodos de duplo apoio, ambos os pés em contato com o solo, dão lugar a um período de flutuação que é a chamado fase de voo e é identificado pela falta de contato com o solo de ambos os pés (NOVACHECK, 1998). A corrida é, então, caracterizada pela identificação de duas fases distintas: fase de apoio e fase de voo (BRUNEIRA, 1998).

Segundo Nogueira (2008), a distância percorrida por cada passo completo durante a caminhada ou corrida é chamada amplitude de passos e o número de passos dados em um determinado período é a frequência de passos. Desse modo, a velocidade é determinada pelo produto da frequência pela amplitude de passos (ARUFE E MARTINEZ, 2005; HAY, 1981; NOGUEIRA, 2008).

De acordo com Hamill (1999), a passada é o evento iniciado no contato de um dos pés com o solo e finalizado com o apoio desse mesmo pé, ainda, o passo é a metade da passada, iniciando-se com o contato de um dos pés com o solo e terminando com o pé contralateral tocando a superfície.

O elemento chave para se atingir a eficiência técnica e a otimização da performance é a manutenção, durante o maior tempo possível da frequência e do comprimento ótimos de passada ao longo da corrida (ECKER, 1985; LIDOR E MEKCEL, 2004; MCGINNIS, 2015; OUNPUU, 1994).

Por conseguinte, a cinemática é uma área da biomecânica que permite o cálculo da posição, do deslocamento, da velocidade e da aceleração do corpo ou de seus segmentos, tendo como principal foco a descrição de como um corpo que se move (VERKERKE et al, 1998). Os parâmetros cinemáticos para análise da velocidade da corrida incluem o comprimento e a frequência do passo e da passada,

bem como todas as variáveis espaço-temporais derivadas dessas (VERKERKE et al, 1998; MORI et al., 2007).

A esteira ergométrica é utilizada frequentemente em pesquisas de locomoção, pois oferece um instrumento controlado e conveniente para testes; não necessita de grandes espaços e facilita o uso de câmeras estáticas e equipamentos de monitoramento (ALTON et al., 1998). Além disso, a esteira é um instrumento apropriado para fornecer uma tarefa de desempenho padronizado e confiável. A velocidade, o tempo despendido e a distância trilhada podem ser ajustadas precisamente. Assim, com esteiras sofisticadas, a subida ou descida podem ser simuladas em diferentes níveis de inclinação (WANK, 1998). Embora por muito tempo as esteiras tenham sido usadas, principalmente, para pesquisas científicas (WANK, 1998), atualmente são muito comuns em academias de ginástica (SMITH, 2017).

Guiselini (2007) afirma que a esteira rolante é, provavelmente, o aparelho mais procurado por pessoas que pretendem treinar a resistência cardiorrespiratória caminhando ou correndo. Segundo o autor, a procura se dá pela baixa complexidade do exercício, visto que utiliza habilidades básicas e repetição de movimento.

As esteiras vêm, ao longo do tempo, ganhando popularidade no treinamento de resistência. Destarte, parece ser interessante a utilização desse equipamento em caso de intempéries climáticas ou falta de um local adequado para correr sem, no entanto, haver variação no padrão locomotor demandado pela corrida (WANK et al., 1998). Nevill et al. (2008), por sua vez, inferem que a incapacidade de se reproduzirem espontaneamente as alterações de velocidade, como ocorrem em solo, é uma limitação da esteira.

Não são recentes as investigações que pretendem tecer um paralelo entre deslocamento em piso fixo e esteira. Uma série de variáveis vêm aguçando a curiosidade dos pesquisadores. Sendo assim, estudos prévios adotaram em suas metodologias, outras variáveis além das variáveis espaço-temporais. Alguns desses estudos comparando a corrida na esteira com a corrida em piso fixo apontam para uma amplitude de passos reduzida com cadência aumentada ao se utilizar a esteira (ELLIOTT e BLANKSBY, 1976; MOK et al. 2009; RILEY et al., 2008; WANK et al., 1998). Contudo, Elliott e Blanksby (1976) recrutaram para a sua amostra corredores amadores com experiência prévia em esteira ergométrica de, no mínimo, 10 sessões

de treinamento na esteira, os mesmos correram em duas velocidades diferentes nas duas situações de corrida, ambas autosseleccionadas. Já Wank et al. (1998) escolheram estudantes fisicamente ativos que correram a 4 e a 6 m/s; Rilley et al. (2008), no ensaio experimental estabeleceram como velocidade de execução o ritmo médio dos voluntários em provas de 10 km, resultando em 3,8 m/s. Esses eram corredores regulares que corriam em média 24 km semanais. Mok et al. (2009) também utilizaram 3,8 m/s como velocidade padrão de seus testes e seus voluntários tinham experiência em corrida. Logo, esses estudos foram realizados com indivíduos fisicamente ativos, porém, não foi evidenciado o nível de condicionamento físico deles, bem como as velocidades avaliadas ou foram autosseleccionadas ou uma velocidade única foi estabelecida para todos os voluntários independente da aptidão física de cada indivíduo.

Similarmente, alguns experimentos utilizaram velocidade mais baixas para a análise dos dados (ALTON et al., 1998; DINGWELL et al., 2001). Estes autores encontraram resultados semelhantes para as variáveis frequência e amplitude de passos. Na esteira, foram evidenciados valores de frequência mais altos e de amplitude mais baixos quando comparados aos dados obtidos no solo. Todavia, outros experimentos mostram resultados divergentes no que tange a essas variáveis, não havendo diferenças significativas entre a caminhada na esteira e no solo (RILEY et al., 2007) ou, ainda, a amplitude aumentada e a cadência reduzida na esteira, comparada ao solo (CHOCKALINGAM et al., 2012).

Esta inconsistência parece estar relacionada com as diferenças metodológicas, na aptidão física dos voluntários, velocidades estabelecidas nos protocolos de teste e com os métodos para determinar essas velocidades de corrida em cada estudo.

Por conseguinte, é importante identificar e descrever as correspondências entre corridas realizadas em piso fixo e esteira ergométrica, visto que esse instrumento é largamente utilizado em pesquisas científicas. Além disso, tem-se observado um crescente aumento na utilização desse implemento na rotina de atletas bem como corredores recreacionais utilizam com frequência a esteira em seu treinamento.

As variáveis cinemáticas, frequência e amplitude de passos foram especificamente determinadas para análise no presente estudo pelo seu cunho prático e utilitário em meio aos treinadores e corredores de modo geral. Essas

variáveis podem ser medidas simplesmente com um cronômetro ou, também, de maneiras mais complexas com aparelhos sofisticados (DUGAM e BHAT, 2005). O estudo dessas variáveis espaço-temporais torna-se fundamental para a descrição da técnica da corrida. Tecer um paralelo entre a corrida na esteira e no piso fixo mostra-se relevante para o entendimento das diferenças que possam haver ao se utilizar o implemento.

## 1 OBJETIVOS

- 1) Analisar se as variáveis frequência e amplitude de passos comportam-se de maneira pariforme ao se comparar a corrida na pista com a corrida na esteira em percentuais de velocidades estabelecidas a partir da velocidade máxima aeróbia (VMA).
- 2) Havendo diferenças entre corrida na esteira e em piso fixo, verificar se essas seriam imutáveis ou se o indivíduo é capaz de escolher com que combinação de frequência e amplitude quer correr.
- 3) Havendo diferenças entre corrida na esteira e em piso fixo, verificar se essas seriam aleatórias ou determinadas por alguma das variáveis que caracterizaram a amostra (idade, peso, estatura, comprimento dos membros inferiores;  $VO_{2max}$ , VMA, características das sessões de treinamento e desempenho em provas de 5 e 10 km).

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 Amostra

O estudo foi realizado com 21 corredores de provas de fundo, sendo 1 ultramaratonista e 1 triatleta, somando 22 voluntários do sexo masculino da cidade de Juiz de Fora - MG. Todos os atletas foram convidados a participar do estudo via aplicativo WhatsApp. Para a seleção amostral foram estabelecidos os seguintes critérios:

#### Inclusão:

- Sexo masculino;
- Idade acima de 18 anos;
- Treinar corrida há pelo menos 1 ano;
- Competir em provas de fundo;
- Tempo máximo de 47 min. em provas de 10 km ou máximo de 23 min em provas de 5 km;
- Não estar lesionado e nem ter sofrido lesão nos últimos 6 meses.

#### Exclusão:

- Dificuldade excessiva em correr na esteira, relatada pelo voluntário ou constatada pelo pesquisador;
- Resultado do teste máximo desqualificando o voluntário da condição de “excelente” de acordo com a tabela que classifica o nível de aptidão cardiorrespiratória relacionada à idade da Sociedade Brasileira de Cardiologia para indivíduos fisicamente ativos, descritos na Tabela 1.

**Tabela 1** – Nível de aptidão cardiorrespiratória ( $VO_{2max}$ ) relacionada à idade.

Idade (anos)	Muito fraca (ml/kg/min)	Fraca (ml/kg/min)	Regular (ml/kg/min)	Boa (ml/kg/min)	Excelente (ml/kg/min)
15 – 24	< 25,30	25,30 – 40,48	40,49 – 48,07	48,08 – 53,13	> 53,13
25 – 34	< 23,70	23,70 – 37,92	37,93 – 45,03	45,04 – 49,77	> 49,77
35 – 44	< 22,70	22,70 – 36,32	36,33 – 43,13	43,14 – 47,67	> 47,67
45 – 54	< 20,25	20,25 – 32,40	32,41 – 38,47	38,48 – 42,52	> 42,52
55 – 64	< 17,54	17,55 – 28,24	18,25 – 33,53	33,54 – 37,06	> 37,06
65 – 74	< 15,00	15,00 – 24,00	24,01 – 28,50	28,51 – 31,50	> 31,50

**Fonte:** Herdy e Caixeta (2016).

Os corredores foram informados sobre os procedimentos do estudo e, após o esclarecimento de suas dúvidas, assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) para a participação voluntária no estudo. O trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Juiz de Fora CAAE: 63773617.2.0000.5147, parecer número 1.986.261.

## 2.2 – Instrumentos de medida

Para a execução dos testes, foram utilizados os equipamentos do Laboratório de Avaliação Motora (LAM) da Faculdade de Educação Física e Desportos (FAEFID) da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF):

- Balança digital da marca Welmy®, modelo W200 calibrada, graduada de 1 a 150 kg e com nível de precisão de 0,1 kg;
- Estadiômetro da marca Sanny®, com escala de precisão de 0,1 cm;
- Banco de madeira com 55 cm de altura adaptado ao estadiômetro da marca Sanny® para a aferição da altura sentado;
- Câmeras GoPro Hero® 4+ (*Silver Edition*) com resolução máxima de vídeo de 4k para 15 frames por segundo (fps), sendo utilizada 720 para 120 fps e modo de filmagem “estreito”;
- Esteira da marca Inbramed®, modelo ATL, com velocidade máxima de 24km/h, inclinação máxima de 26% e área útil (tamanho da cinta) de 56 x 167 cm, devidamente calibrada;
- Analisador de gases portátil modelo K4b<sup>2</sup> (Cosmed®), antes de cada dia de avaliação, foi feita a calibração dos mecanismos analisadores de oxigênio e dióxido de carbono, de acordo com as recomendações do fabricante;
  - Microcomputador com os seguintes *softwares* instalados: Kinovea®, Quik®, Matlab® e Statistica®;
  - Kinovea® programa especializado em edição de imagens e vídeos esportivos que contém recursos para detalhamento de imagens;
  - Quik® aplicativo que transfere de forma mais eficiente os vídeos da câmera GoPro® para o computador além de fazer cortes e edições;

- Matlab® *software* de análise e visualização de dados voltado para cálculos numéricos sobre matrizes;
- Statistica® programa utilizado para análise estatística.

### 2.3 – Procedimentos para coleta de dados

A coleta de dados foi feita em 3 sessões distintas, sendo a primeira e a terceira no LAM e a segunda na Pista de Atletismo da FAEFID-UFJF. Entre cada sessão foi estabelecido o tempo mínimo de 24h e máximo de 72h, exceto entre a sessão 1 e 2, na qual obrigatoriamente o tempo mínimo para a realização da sessão 2 foi de 48h. Todos os testes foram realizados no período da manhã, em todas as sessões os avaliados utilizaram seus próprios calçados. Para as 24 horas que antecederam os testes, foi solicitado aos voluntários que não se exercitassem de forma extenuante e que evitassem o uso de bebidas alcoólicas e/ou cafeinadas.

- Sessão 1: Caracterização da amostra e teste de  $VO_{2max}$ .
- Sessão 2: Teste na Pista (TP).
- Sessão 3: Teste na Esteira (TE).

### 2.4 – Sessão 1: Caracterização da amostra e teste de $VO_{2max}$

Na primeira sessão, o voluntário recebeu uma explicação detalhada sobre os procedimentos dos testes e foi-lhe dada a oportunidade de desistir, contudo, todos os corredores que compareceram à sessão 1 assinaram o TCLE (Apêndice 1) e realizaram os demais testes. Nessa mesma sessão, os corredores responderam a uma anamnese (APÊNDICE 2) que foi aplicada pelo pesquisador para obter informações acerca da saúde, experiência do voluntário em corrida em solo e esteira e das características das sessões de treinamento. Os voluntários foram também submetidos à avaliação física tendo sua estatura, altura sentado e massa corporal aferidos. A altura sentado foi utilizada para cálculo do comprimento dos membros inferiores do voluntário, sendo subtraída a altura sentado da estatura. Após esses procedimentos, foi realizado o teste de esforço máximo.

#### 2.4.1 – Teste de Esforço Máximo e Velocidade Máxima Aeróbia

O consumo de oxigênio ( $VO_2$ ) avaliado por método direto foi obtido por ergoespirometria, com a realização de um teste progressivo máximo na esteira. O

protocolo utilizado foi o de Pollock et al. (1998) adaptado, assim, a carga mínima inicial foi de 10km/h, com incremento de 1km/h a cada 2 min., a inclinação da esteira foi fixada em 1%. De acordo com nível de condicionamento aeróbico do avaliado, estimado pelo tempo médio em provas de 5 e 10 km, a velocidade inicial foi aumentada, de modo que o teste máximo durasse entre 8 e 12 min. (BUCHFUEHRER et al., 1983).

Antes do início do teste cada voluntário recebeu uma explicação detalhada sobre o protocolo experimental e foi-lhe devidamente posicionada a máscara do equipamento analisador de gases (K4b<sup>2</sup>). Para o encerramento do teste, foram adotados os seguintes critérios: a) exaustão voluntária do sujeito, com o pedido de encerramento do teste; b) alcançada frequência cardíaca máxima predita para idade ( $220 - \text{idade}$ ); c) razão de trocas respiratórias superior a 1,1. Portanto, quando o corredor manifestou uma ou mais destas características o teste foi encerrado e então, o maior valor de  $\text{VO}_2$  obtido foi considerado o  $\text{VO}_{2\text{max}}$ . (PALUDO et al., 2012).

A velocidade máxima aeróbia (VMA) foi determinada no teste de  $\text{VO}_{2\text{max}}$ , sendo estabelecida como a máxima velocidade alcançada no último estágio completo concluído pelo avaliado.

## 2.5 – Sessão 2: Teste na Pista

Após determinada a VMA do corredor no teste máximo, o mesmo foi submetido ao teste na pista de atletismo com velocidades calculadas nos percentuais 60%, 80%, 100% e 120% da sua VMA. Para cada velocidade, o voluntário deveria correr uma distância de 200 m, para isso ele iniciava o teste na linha de saída das provas com distância de 200 m e terminava na linha de chegada da pista de atletismo, na qual há uma linha de chegada comum a todas as provas como ilustrado na Figura 1.



**Figura 1** – Esquema da pista oficial de atletismo, (13) saída das provas de 200 m e (10) linha de chegada comum à todas as provas.

**Fonte:** [www.todo-olimpiadas.com/2012/09/atletismo.html](http://www.todo-olimpiadas.com/2012/09/atletismo.html)

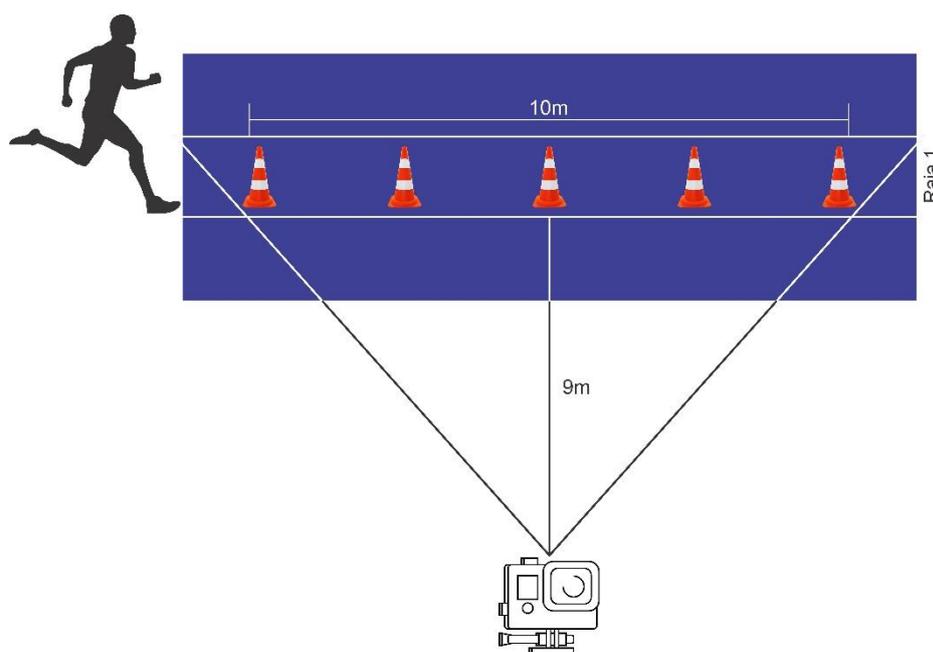
Com o cálculo da velocidade, foi possível determinar o tempo em que o voluntário deveria completar os 200 m em cada um dos percentuais da VMA. Além disso, também foi calculado o tempo em que ele deveria deslocar 25 m. A pista foi previamente preparada para os testes, sendo assim, a cada 25 m foi posicionado um cone de sinalização. Um sinal sonoro era acionado nos tempos parciais referentes aos 25 m, cabendo ao corredor passar de forma sincronizada pelo cone junto ao sinal sonoro. Assim, se o corredor estivesse adiantado em relação ao cone, ao ouvir o sinal, deveria diminuir a velocidade; se estivesse atrasado deveria aumentar e, passando pelo cone no instante da sinalização sonora, deveria manter a velocidade até o final do percurso. No trecho de 0 a 175 m ele deveria ajustar o ritmo da forma mais precisa que conseguisse, já que a área de filmagem estava fixada de forma centralizada, nos 25 m finais.

Na área de filmagem foram posicionados 5 cones menores, como mostra a Figura 2. Entre o primeiro e o quinto cone foi estabelecida a distância de 10 m e entre um cone e outro 2,5 m. Estes serviram de referência para a aferição da amplitude de passo (AP).



**Figura 2** – Esquema de posicionamento dos cones na área de filmagem.  
**Fonte:** arquivo do pesquisador

A câmera foi posicionada a 30 cm do chão e a, aproximadamente, 9 m da borda interna da raia 1, proporcionando visão de 10 m de filmagem, suficiente para filmar 4 passadas, conforme ilustrado na Figura 3.



**Figura 3** – Esquema de posicionamento da câmera.  
**Fonte:** criação do pesquisador

Se durante o teste, o tempo determinado fosse demasiadamente diferente do tempo executado pelo corredor, era solicitado que fizesse uma nova tentativa. Ao voluntário foi permitido que se alongasse e se aquecesse como lhe era costumeiro.

Os testes, tanto em pista quanto em esteira, foram realizados de forma progressiva, ou seja, do menor para o maior percentual da VMA, com o intuito de evitar a fadiga e depreciar a técnica. Os testes na pista foram realizados anteriormente ao teste da esteira devido à dificuldade encontrada pelos corredores

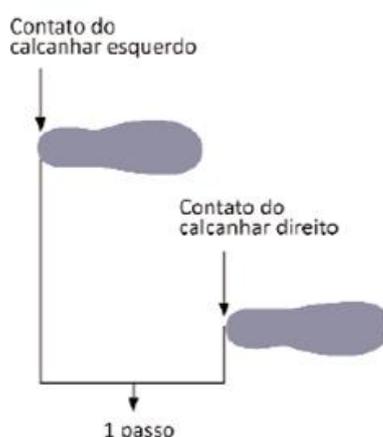
em manter uma velocidade fixa na corrida em solo. Sendo assim, após determinada a velocidade exata em que o voluntário realizou a corrida na pista, a mesma era reproduzida na esteira.

### 2.5.1 – Análise dos Vídeos

Por meio do programa Kinovea®, foram feitas as análises das imagens, de onde foram extraídos os dados amplitude de passos (AP) e frequência de passos (FP) para cada corrida realizada pelo voluntário. Os vídeos foram transferidos da câmera para o computador utilizando-se o programa Quik®. Também através desse programa, os vídeos foram editados de forma que só o trecho útil fosse utilizado para a análise no Kinovea®.

### 2.5.2 – Amplitude de Passos (AP) na Pista:

Por meio do programa Kinovea®, com a utilização da ferramenta “linha”, foi mensurado o tamanho de cada passo do voluntário. Para esse cálculo, considerou-se para determinação da AP a distância entre o calcanhar de um dos pés e o calcanhar do pé contralateral de acordo com a Figura 4. Os cálculos foram feitos pela média de 4 passos consecutivos.



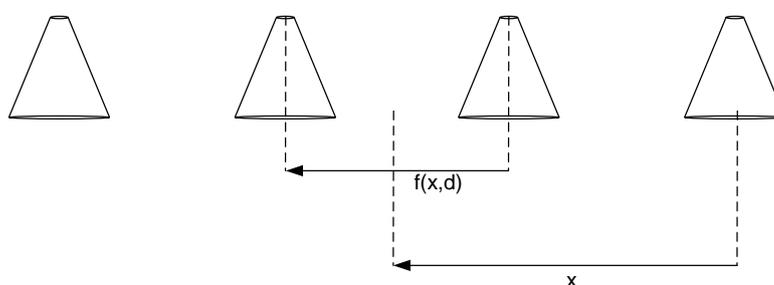
**Figura 4** – Representação dos parâmetros de análise do passo  
**Fonte:** Hamill (1999).

#### 2.5.2.1 – Correção distorção “olho de peixe”

O sistema de lentes das câmeras, de modo geral, apresenta distorção radial, na qual o centro e as bordas da imagem apresentam-se em escalas diferentes. As

câmeras GoPro®, modelo utilizado nesse estudo, apresentam lentes do tipo grande angular ou “*fish eye*”, lentes essas capazes de capturar um campo de visão ampliado, contudo, promovem uma distorção na imagem, principalmente ao se afastarem do ponto central da imagem.

Para extinguir os erros de aferição causados pela distorção na imagem, foi desenvolvido um modelo matemático com uma equação do segundo grau, no qual os valores dos parâmetros foram determinados através do método dos mínimos quadrados (MMQ). O modelo matemático foi implementado para o *software* Matlab®. A Figura 5 mostra a representação das variáveis que determinaram os cálculos da matriz matemática de correção da distorção.



**Figura 5** – Representação das variáveis que determinaram os cálculos da matriz matemática de correção da distorção.

**Fonte:** criação do pesquisador

$$f(x, d) = d(ax^2 + bx + c)$$

Onde:

- $d$  é a distância observada na imagem entre um par de cones;
- $x$  é a distância contada a partir da origem para um ponto equidistante entre um par de cones;
- $a, b, c$  são os parâmetros do modelo;
- $f(x, d)$  é a distância verdadeira entre um par de cones.

Sendo assim, após análise no programa Kinovea®, os dados foram corrigidos pelo modelo matemático, através do programa implementado em Matlab®, para então, serem determinadas as médias de amplitude de passos de cada percentual de velocidade para cada corredor.

### 2.5.3 – Frequência de Passos (FP) na Pista:

Com a utilização da ferramenta “cronômetro” do programa Kinovea®, foi mensurado o tempo total gasto para a realização de 4 passos, assim, o cronômetro foi acionado considerando o primeiro contato de um dos pés com o solo e interrompido no primeiro contato do mesmo pé na segunda passada. Para o cálculo da FP, foi então dividido esse tempo por 4.

## 2.6 – Sessão 3: Teste na Esteira

No teste na esteira a câmera ficou posicionada a 10 cm do ergômetro e a 15 cm do solo. Para a realização do teste na esteira, foram determinadas as mesmas velocidades executadas pelo voluntário na pista de atletismo. Para todos os ensaios utilizou-se 1% de inclinação (JONES e DOUST, 1996).

### 2.6.1 – Teste na esteira sem estímulo

A esteira era programada para a velocidade pré-determinada, ou seja, a mesma velocidade executada na pista nos percentuais 60, 80, 100 e 120. O voluntário corria até que se estabelecesse a velocidade correta, então a filmagem era feita e o funcionamento da esteira interrompido. Para cada ensaio foi estabelecido o intervalo mínimo de 1 min.

Para a realização do teste, nenhum estímulo foi dado ao corredor em relação à técnica. No momento da explicação do teste, o avaliado era informado sobre o procedimento; no entanto, era comunicado apenas sobre um ensaio para cada percentual de corrida.

### 2.6.2 – Teste na esteira com estímulo

Após a finalização do teste sem estímulo, ao voluntário foi solicitado que executasse novamente o ensaio experimental a 100% e 120%, porém, intencionalmente com amplitude aumentada.

### 2.6.3 – Amplitude de Passos (AP) na Esteira:

Para aferir a AP na esteira, foi utilizada a ferramenta “cronômetro”, que era acionada no primeiro contato de um dos pés com a esteira até o contato do pé contralateral. O cálculo foi feito através da fórmula:

$$AP = V.t$$

Onde:

- AP é a amplitude de passos;
- V é a velocidade da esteira;
- t é o tempo entre o contato inicial de um dos pés até o contato inicial do pé contralateral.

#### 2.6.4 – Frequência de Passos (FP) na Esteira:

O mesmo procedimento realizado para o cálculo da frequência de passos na pista foi realizado na esteira.

#### 2.6.5 – Velocidade

Para verificar a velocidade para ambas as situações TP e TE do trecho analisado, utilizou-se a fórmula:

$$V = FP \times AP$$

### 3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados foram apresentados por média e desvio padrão e em alguns casos também por mínimo e máximo. Para testar a significância das diferenças entre médias, foi utilizada a análise de variância para medidas repetidas com dois fatores (intensidade x tipo de piso). Quando se identificou diferença significativa ( $p < 0,05$ ), em um fator, aplicou-se o teste *post hoc* de Tukey. Foram calculadas correlações de Pearson entre as variáveis estudadas.

### 4 RESULTADOS

Dos 22 corredores que participaram do estudo, 11 faziam exercícios educativos em média 2 vezes por semana e 11 não faziam. Oito deles corriam em média 2 vezes por semana na esteira. A Tabela 2 apresenta os resultados médios e de variabilidade (desvio padrão da média (DP), valores mínimos e máximos) das variáveis de caracterização da amostra.

**Tabela 2** – Caracterização da amostra: média, desvio padrão da média, valores mínimos e máximos das variáveis:  $VO_{2max}$ , velocidade máxima aeróbia (VMA), idade, estatura, massa corporal, comprimento dos membros inferiores, tempo de treino e tempo em provas de 5 e 10 km.

Variáveis	Média	Mínimo	Máximo	± DP
$VO_{2max}$ (ml/kg/min)	59,80	51,00	69,60	5,53
VMA (km/h)	17,40	15,00	20,00	1,59
Idade (anos)	33,70	20,00	59,00	10,84
Estatura (m)	1,76	1,65	1,90	0,07
Massa Corporal (kg)	69,18	52,00	84,40	9,31
Comprimento MMII (m)	0,84	0,76	0,90	0,03
Tempo de Treino (anos)	6,84	1,00	50,00	10,02
Frequência de Treino (sessões/sem)	4,63	2,00	6,00	1,43
Volume de treino (km/sem)	57,31	15,00	120,00	28,46
Tempo 5 km (min)	18,77	16,00	23,00	2,18
Tempo 10 km (min)	39,00	33,00	47,00	3,67

A velocidade máxima aeróbia (VMA) foi determinada no teste de  $VO_{2max}$ , sendo estabelecida como a máxima velocidade alcançada no último estágio completo concluído pelo avaliado. Para os 22 voluntários avaliados, encontraram-se os valores médios descritos na Tabela 3.

**Tabela 3** – Valores médios de  $VO_{2max}$  e VMA obtidos no teste máximo.

Teste $VO_{2max}$	Média	DP
$VO_{2max}$ (ml/kg/min)	59,8	5,5
Velocidade Máxima Aeróbia (km/h)	17,4	1,6

A Tabela 4 relaciona idade com  $Vo_{2max}$  obtido no teste máximo, determinando o nível de aptidão física dos avaliados relacionada à idade.

**Tabela 4** – Classificação do nível de aptidão física da amostra relacionando idade e  $VO_{2max}$ .

Voluntário	$VO_{2max}$	Idade	Nível de Aptidão Física
V1	69,1	40	Excelente
V2	63,0	20	Excelente
V3	52,2	26	Excelente
V4	56,7	23	Excelente
V5	56,9	35	Excelente
V6	69,6	28	Excelente
V7	51,3	59	Excelente
V8	63,5	30	Excelente
V9	66,0	21	Excelente
V10	51,0	51	Excelente
V11	61,0	38	Excelente
V12	60,0	23	Excelente
V13	62,8	26	Excelente
V14	65,1	27	Excelente
V15	61,4	21	Excelente
V16	58,9	41	Excelente
V17	53,7	40	Excelente
V18	60,8	38	Excelente
V19	56,0	31	Excelente
V20	55,0	39	Excelente
V21	66,0	33	Excelente
V22	55,6	53	Excelente

Estabeleceu-se como 100% da VMA o valor obtido no teste máximo; a partir desse valor, foram calculados os percentuais 60, 80 e 120. Como se trata de uma corrida em solo, foram observadas variações a partir do percentual proposto, descritas na Tabela 5.

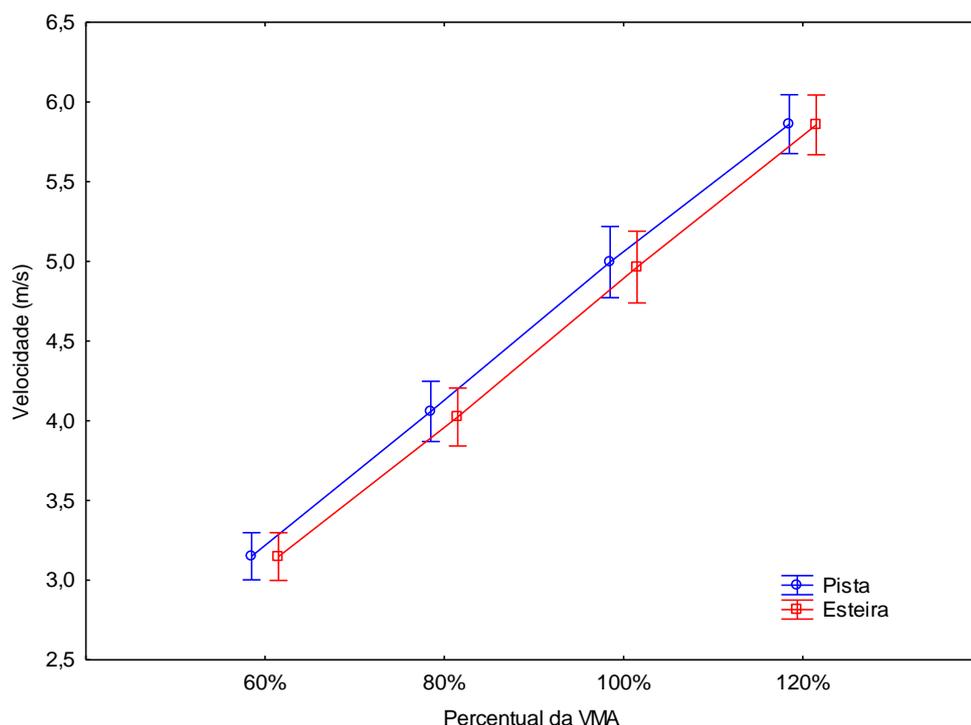
**Tabela 5** – Velocidade nominal média  $\pm$  desvio padrão, valores mínimo e máximo para cada percentual estabelecido (60%, 80%, 100% e 120%) da VMA.

Percentual da VMA	Média $\pm$ DP	Mínimo	Máximo
60%	65,2 $\pm$ 4,4	56,0	71,4
80%	83,6 $\pm$ 4,5	73,3	89,9
100%	102,8 $\pm$ 5,6	91,9	114,1
120%	123,2 $\pm$ 9,9	109,3	158,3

As velocidades executadas na pista e na esteira estão descritas na Tabela 6. A Figura 6 mostra que não houve diferença significativa entre as velocidades executadas na esteira e na pista.

**Tabela 6** – Variação de velocidade esteira e pista em m/s.

	TP (m/s)				TE (m/s)			
	Média	Mínimo	Máximo	DP	Média	Mínimo	Máximo	DP
60%	3,15	2,64	3,86	0,33	3,15	2,63	3,88	0,34
80%	4,06	3,33	4,77	0,43	4,02	3,33	4,70	0,41
100%	5,00	3,83	5,98	0,50	4,96	3,82	5,95	0,51
120%	5,86	5,17	6,70	0,42	5,86	5,16	6,69	0,42

**Figura 6** – Velocidades executadas na esteira e pista nas intensidades 60%, 80%, 100% e 120% da VMA.

#### 4.1 – Comportamento das variáveis frequência e amplitude de passos, ao comparar corridas na pista e na esteira ergométrica

Após análise das imagens, foram obtidas as médias de amplitude e frequência de passos para cada percentual da VMA na pista e na esteira apresentados nas Tabelas 7 e 8.

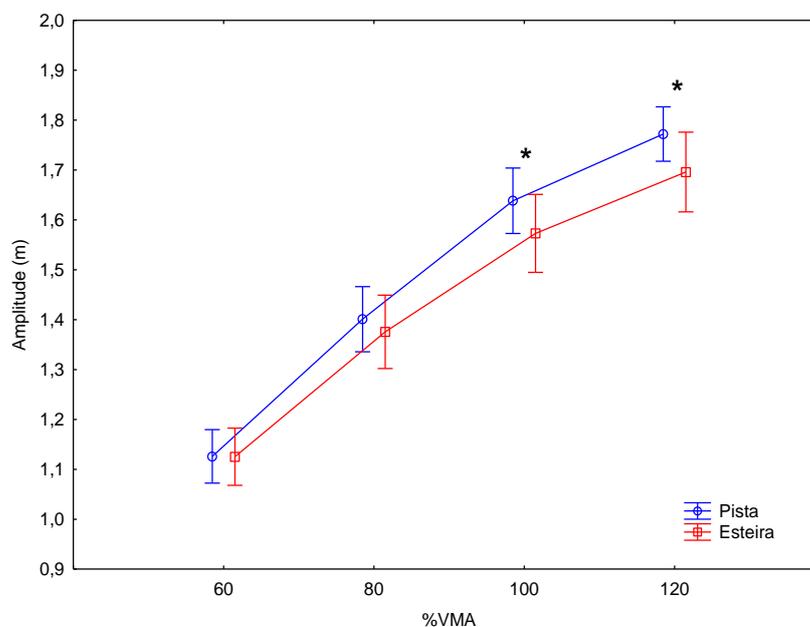
**Tabela 7** – Amplitude de passos na esteira (TE) e na pista (TP).

	TP (m)	TE (m)
	Média ± DP	Média ± DP
Amplitude 60%	1,13 ± 0,12	1,13 ± 0,13
Amplitude 80%	1,40 ± 0,15	1,38 ± 0,17
Amplitude 100%	1,64 ± 0,15	1,57 ± 0,18
Amplitude 120%	1,77 ± 0,12	1,70 ± 0,18

**Tabela 8** – Frequência de passos na esteira (TE) e na pista (TP).

	TP (passos/s)	TE (passos/s)
	Média ± DP	Média ± DP
Frequência 60%	2,80 ± 0,14	2,80 ± 0,14
Frequência 80%	2,90 ± 0,15	2,93 ± 0,15
Frequência 100%	3,05 ± 0,15	3,16 ± 0,16
Frequência 120%	3,31 ± 0,17	3,47 ± 0,25

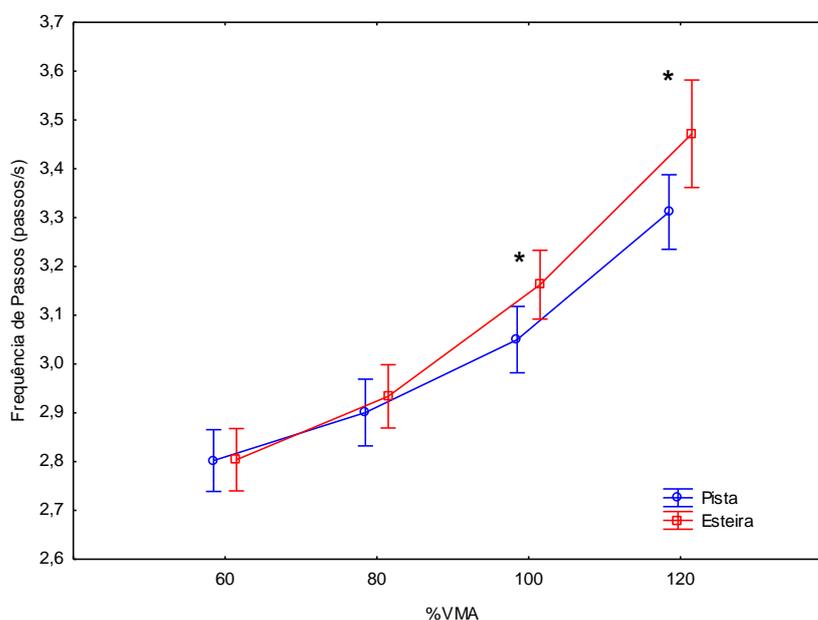
As variáveis AP e FP foram comparadas nas duas situações de corrida, pista e esteira. Nos percentuais 60 e 80 da VMA não foi observada nenhuma diferença significativa na AP; contudo, nos percentuais 100 e 120 da VMA, a AP foi significativamente maior na pista, como mostra a Figura 7.



\* - diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre as corridas na pista e na esteira.

**Figura 7** – Amplitude de passos na esteira e na pista nas intensidades 60%, 80%, 100% e 120 % de VMA.

A variável FP mostrou um comportamento semelhante nos percentuais 60 e 80 na pista e na esteira assim como nos percentuais 100 e 120, nos quais houve uma significância nas diferenças encontradas, ou seja, para as corridas de maior velocidade, a FP foi significativamente menor na pista. A velocidade da corrida é dada pelo produto da AP pela FP, então, era esperado que houvesse um comportamento inverso entre as duas variáveis para uma mesma velocidade. A Figura 8 ilustra esse fenômeno.



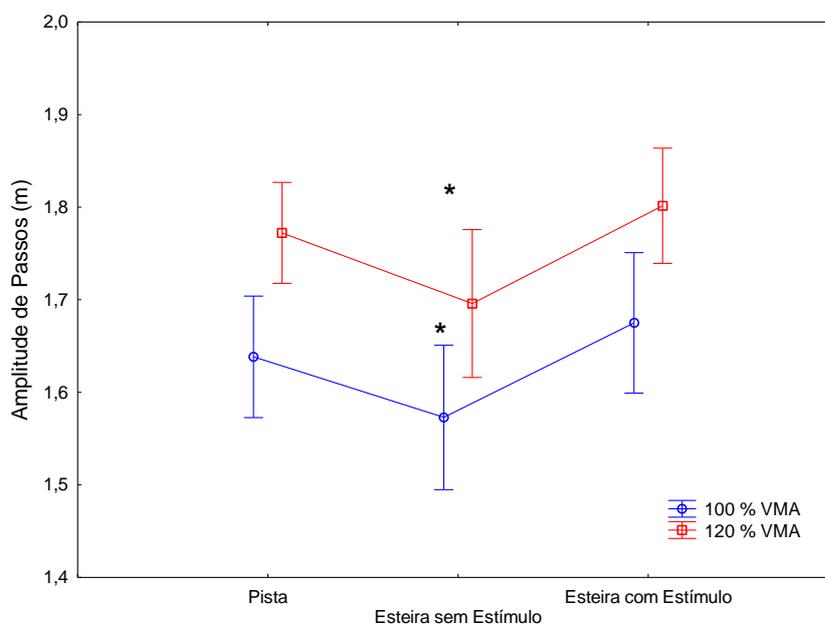
\* - diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre as corridas na pista e na esteira.

**Figura 8** – Frequência de passos na esteira e na pista nas intensidades 60%, 80%, 100% e 120 % de VMA.

#### 4.2 – Resultado das corridas na esteira com e sem estímulo verbal ao aumento da amplitude de passos

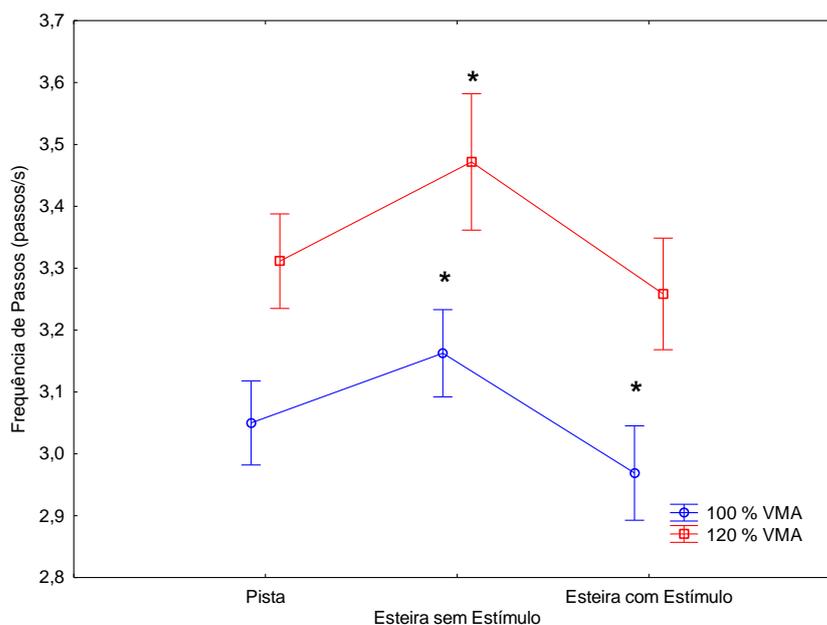
Os resultados descritos nas figuras 9 e 10 mostram uma comparação entre os testes na pista com os testes na esteira, com e sem estímulo ao aumento da amplitude de passos. Com estímulo verbal ao aumento da amplitude de passos em ambos os percentuais, 100% e 120% da VMA, os voluntários foram capazes de executar corridas diferentes das realizadas sem o estímulo. Foram significativos o aumento da amplitude e a diminuição da frequência de passos quando solicitados aos voluntários que assim o fizessem. Aos avaliados, foi requerido que aumentassem a amplitude de passos, sendo esperada a diminuição da frequência para a mesma velocidade. Também foi possível observar que, para a amplitude de

passos, ao comparar a corrida na pista e a corrida na esteira com estímulo, não há diferenças para os dois percentuais estabelecidos da VMA, 100% e 120%. Já para a frequência de passos, apenas para o percentual 120 da VMA, essa relação foi encontrada.



\* - diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre corrida espontânea e com estímulo para aumentar a amplitude.

**Figura 9** – Amplitude de passos na pista, na esteira com estímulo para aumentar a amplitude e sem estímulo para aumentar a amplitude, intensidades 100% e 120 % da velocidade máxima aeróbia (VMA).

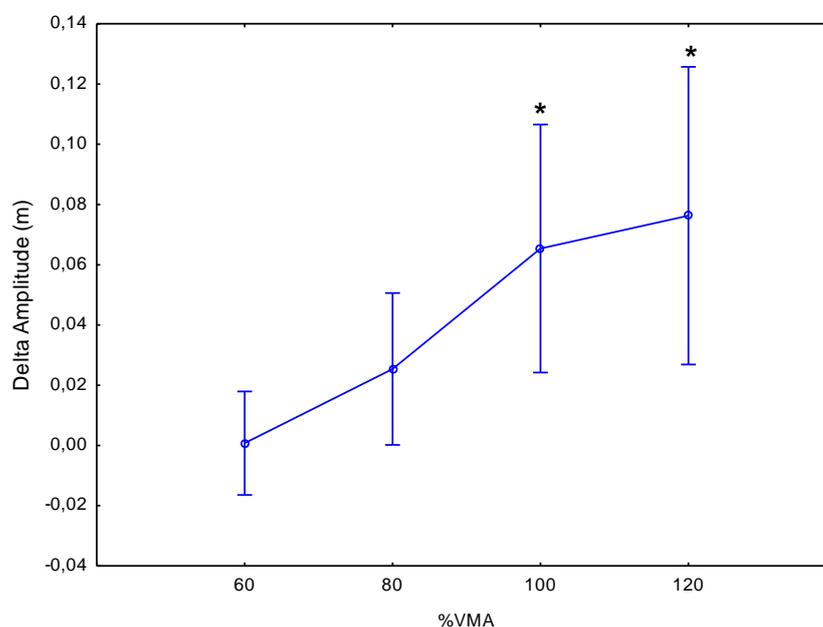


\* - diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre corrida espontânea e com estímulo para aumentar a amplitude.

**Figura 10** – Frequência de passos na pista, na esteira com estímulo para aumentar a amplitude e sem estímulo para aumentar a amplitude, intensidades 100% e 120 % da velocidade máxima aeróbia (VMA).

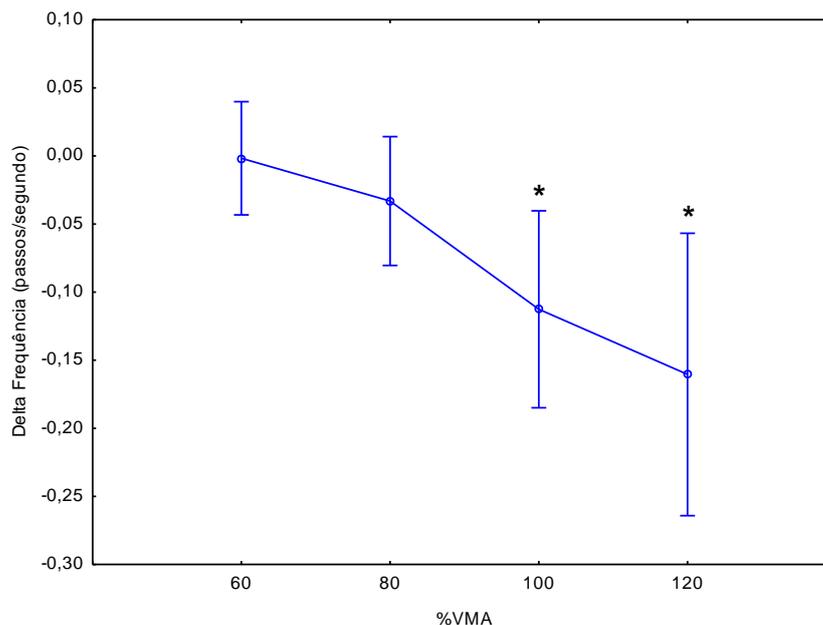
#### 4.3 – Resultado das correlações entre as diferenças existentes entre as corridas em solo e esteira e as variáveis que caracterizaram a amostra

As Figuras 10 e 11 mostram a diferença dos valores médios obtidos na esteira e na pista, para as variáveis amplitude e frequência nos percentuais 60, 80, 100 e 120 da VMA. Os cálculos dos deltas foram obtidos pela subtração dos valores de amplitude e frequência de passos obtidos na pista pelos valores obtidos na esteira.



\* - diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre os valores obtidos para a AP na corrida na pista pela corrida na esteira.

**Figura 11** – Delta (Pista – Esteira) da amplitude de passos em corridas nas intensidades 60, 80, 100 e 120% da VMA.



\* - diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre os valores obtidos para a FP na corrida na pista e esteira.

**Figura 12** – Delta (Pista – Esteira) da frequência de passos em corridas nas intensidades 60, 80, 100 e 120% da VMA.

Foram realizados testes de correlação buscando identificar se a variação nas variáveis cinemáticas amplitude e frequência de passos é aleatória ou determinada por alguma das variáveis estudadas: idade, peso, estatura, comprimento dos membros inferiores,  $VO_{2max}$ , VMA, características das sessões de treinamentos ou ao desempenho em provas de 5 e 10 km.

Para idade e para as variáveis antropométricas aferidas, nenhuma correlação entre os deltas FP e AP foi identificada, como mostra a Tabela 9.

**Tabela 9** – Correlação dos deltas (pista-esteira) da amplitude (AP) e frequência de passos (FP) nos percentuais 60, 80, 100 e 120 da VMA com idade, peso, estatura e comprimento dos membros inferiores.

	Idade (anos)	Peso (kg)	Estatura (m)	Comprimento MMII (m)
Delta AP 60%	0,09	0,06	0,03	0,03
Delta AP 80%	0,10	0,00	0,13	0,11
Delta AP 100%	0,09	-0,07	0,19	0,23
Delta AP 120%	0,02	0,11	0,28	0,10
Delta FP 60%	-0,10	-0,01	-0,00	-0,01
Delta FP 80%	-0,26	-0,19	-0,20	-0,11
Delta FP 100%	-0,18	0,03	-0,25	-0,26
Delta FP 120%	-0,06	-0,10	-0,24	-0,09

\* - diferença significativa ( $p < 0,05$ )

Foram encontradas correlações significativas e inversas para o delta AP relacionada a VMA e ao  $VO_{2max}$ . Assim, para maiores valores de VMA e  $VO_{2max}$ , menor o delta AP, ou seja, mesmo estando na esteira, o voluntário consegue sustentar passadas mais amplas naturalmente. Ocorrem, então, diferenças menores entre as corridas na pista e na esteira. A mesma relação, porém, inversa, ocorre com FP, devido ao fato de que para uma mesma velocidade, ocorrendo o aumento na AP, a FP diminui. Essa correlação só não é estatisticamente significativa para o delta amplitude e frequência de passos a 60% da VMA com a VMA e delta FP a 60% da VMA com o  $VO_{2max}$ . Estes dados estão descritos na Tabela 10.

**Tabela 10** – Correlação dos deltas (pista-esteira) da amplitude (AP) e frequência de passos (FP) nos percentuais 60, 80, 100 e 120 da VMA com VMA e  $VO_{2max}$ .

	VMA (km/h)	$VO_{2max}$ (ml/kg/min)
Delta AP 60%	- 0,36	<b>-0,42*</b>
Delta AP 80%	<b>- 0,55*</b>	<b>-0,57*</b>
Delta AP 100%	<b>- 0,56*</b>	<b>-0,62*</b>
Delta AP 120%	<b>- 0,64*</b>	<b>-0,49*</b>
Delta FP 60%	0,34	0,42
Delta FP 80%	<b>0,67*</b>	<b>0,61*</b>
Delta FP 100%	<b>0,56*</b>	<b>0,63*</b>
Delta FP 120%	<b>0,60*</b>	<b>0,47*</b>

\* - diferença significativa ( $p < 0,05$ )

Para as variáveis que caracterizam as sessões de treino, a 120% da VMA existe uma correlação do volume de treino, tanto com delta AP quanto com o delta FP, reafirmando a tendência apontada pela VMA e pelo  $VO_{2max}$ . A frequência de treino semanal também mostra a mesma tendência nos 120% da VMA; entretanto, é significativa apenas no delta FP. Para o número de sessões de treino realizadas na esteira, não foram observadas correlações, conforme ilustrado na Tabela 11.

**Tabela 11** – Correlação dos deltas (pista-esteira) da amplitude (AP) e frequência de passos (FP) nos percentuais 60, 80, 100 e 120 da VMA com volume de treino, frequência de treino e frequência de treino na esteira.

	Volume de treino (km/sem)	Frequência de treino (sessões/sem)	Frequência de treino na esteira (sessões/sem)
Delta AP 60%	- 0,04	- 0,37	-0,16
Delta AP 80%	- 0,27	- 0,29	-0,25
Delta AP 100%	- 0,28	- 0,15	-0,41
Delta AP 120%	<b>- 0,52*</b>	- 0,40	0,06
Delta FP 60%	- 0,02	0,32	0,16
Delta FP 80%	0,28	0,29	0,13
Delta FP 100%	0,21	0,11	0,37
Delta FP 120%	<b>0,54*</b>	<b>0,45*</b>	0,07

\* - diferença significativa ( $p < 0,05$ )

Foi possível observar correlação entre os tempos de desempenho em provas de 5 km. Dessa forma, indivíduos mais lentos em provas de 5 km relacionam-se a um delta AP maior a 120% de sua VMA; a relação inversa ocorre no delta FP, como era de se esperar para a mesma velocidade. Em 80% da VMA, ocorre também essa tendência, porém, significativa apenas para o delta FP. No 60% e no 100% da VMA, não houve nenhuma correlação. Também, para o tempo nos 10 km a mesma relação pode ser determinada, sendo significativa nos percentuais 80 e 120 da VMA para os deltas AP. Para os deltas FP, só não observamos correlação com o 60% da VMA, conforme demonstra a Tabela 12.

**Tabela 12** – Correlação dos deltas (pista-esteira) da amplitude (AP) e frequência de passos (FP) nos percentuais 60, 80, 100 e 120 da VMA com os tempos de provas de 5 km e 10 km.

	Tempo 5 km (min)	Tempo 10 km (min)
Delta AP 60%	0,33	0,41
Delta AP 80%	0,39	<b>0,49*</b>
Delta AP 100%	0,33	0,41
Delta AP 120%	<b>0,51*</b>	<b>0,67*</b>
Delta FP 60%	- 0,31	- 0,37
Delta FP 80%	<b>- 0,47*</b>	<b>- 0,63*</b>
Delta FP 100%	- 0,30	<b>- 0,46*</b>
Delta FP 120%	<b>- 0,51*</b>	<b>- 0,64*</b>

\* - diferença significativa ( $p < 0,05$ )

## 5 DISCUSSÃO

Para a realização desse estudo, foram recrutados corredores bem treinados, com experiência em corridas de fundo, com valores médios de  $VO_{2max}$  de 59,8 ml/kg/min e de velocidade máxima aeróbia (VMA) de 17,4 Km/h. Além disso, o tempo médio para realização de provas de 5 e 10km desses corredores é de 18,7 min. e 39 min., respectivamente.

Para avaliar o nível de condicionamento de cada voluntário, aplicou-se o teste direto de  $VO_{2max}$ , com a utilização de analisador de gases, método *gold standard* para aferição dessa variável. Concomitantemente, a VMA foi determinada a partir da máxima velocidade atingida pelo voluntário no último estágio completo do teste máximo.

Sendo assim, as velocidades executadas nos testes na pista e na esteira foram estabelecidas a partir da VMA, sendo a própria VMA o 100% e os demais percentuais calculados a partir dela, a saber 60%, 80% e 120%. Ou seja, o nível de condicionamento do corredor foi levado em conta para determinar a que velocidade o teste seria realizado. Apesar dos voluntários estarem correndo em velocidades diferentes uns dos outros, o percentual da carga era o mesmo. Estaríamos, então, comparando cargas proporcionais de esforço, maneira efetiva para se traçar um paralelo entre o comportamento da AP e da FP na pista e na esteira ergométrica. O elemento chave para se desenvolver uma técnica eficiente é mantendo pelo maior tempo possível AP e FP ótimos (ECKER, 1985, OUNPUU, 1994, LIDOR E MECKEL, 2004, MCGINNIS, 2015). Desta forma, seria importante que a taxa de esforço para a manutenção da técnica fosse a mesma para todos os avaliados. Se a velocidade, contudo, fosse estabelecida de forma única, um voluntário poderia estar se esforçando demasiadamente, enquanto outro estaria correndo de forma confortável, isto é, com técnicas totalmente distintas, afetando os resultados.

Após os testes máximos, foram realizados os ensaios na pista de atletismo, anteriormente aos testes na esteiraergométrica, mesmo procedimento utilizado por alguns estudos prévios (ELIOT e BLANKSBY, 1976, RILLEY et al., 2008). Essa escolha justifica-se pelo fato de que o controle da velocidade em solo é dependente primordialmente da habilidade do voluntário de correr em velocidade constante, mesmo sendo previamente determinada. É muito difícil a sua exata reprodução; em solo ocorrem constantes alterações de velocidade. Nevill et al. (2008), em seus estudos, apontaram como sendo uma limitação da esteira a impossibilidade de se

correr de forma espontânea, ou seja, com alterações de velocidade, como ocorre em solo. Seguidamente, após a realização da corrida em solo, foram verificadas as velocidades exatas de corrida nos percentuais estabelecidos, 60%, 80%, 100% e 120% da VMA e, depois, reproduzidas na esteira. Para as velocidades em ambas as condições de corrida, pista e esteira, não foram observadas diferenças significativas em nenhum dos percentuais estabelecidos.

Outro procedimento adotado foi a realização dos testes em ordem crescente de dificuldade, quer dizer, do menor para o maior percentual da VMA, tanto na pista quanto na esteira rolante. Essa estratégia foi adotada a fim de minimizar a depreciação da técnica. A distância de corrida adotada foi relativamente curta, 200m. O tempo de 1 minuto adotado como intervalo de descanso entre cada corrida foi suficiente para que o voluntário se recuperasse totalmente entre uma corrida e outra.

O primeiro objetivo do presente estudo foi analisar se as variáveis frequência e amplitude de passos comportavam-se de maneira pariforme ao se comparar corridas em solo e na esteira, em velocidades estabelecidas a partir da VMA. Então, após análise dos dados, foi possível observar que, em velocidades mais baixas, 60% e 80% da VMA, as corridas em pista e esteira são pariformes; contudo, em percentuais mais altos da VMA, 100% e 120%, foram constatados valores mais baixos de amplitude e maiores valores de frequência nas corridas em esteira, quando comparadas às corridas em solo. Os valores encontrados a 100% e 120% corroboram os encontrados na literatura (WANK et al., 1998; RILEY et al., 2008; MOK et al., 2009, ALTON et al., 1998; DINGWELL et al., 2001) embora as metodologias adotadas nesses experimentos sejam distintas entre si, também o são do presente estudo. Cabe ressaltar que Elliott e Blanksby (1976) utilizaram em seu estudo duas velocidades para cada voluntário e, assim como nesta pesquisa, foi possível demonstrar que em velocidades mais baixas, as corridas eram iguais em relação às variáveis cinemáticas amplitude e frequência de passos e, também, como nos achados desta pesquisa, em velocidades mais altas foi observado amplitude reduzida e frequência aumentada na esteira, ao ser comparada à corrida em solo. Podemos salientar que, mesmo utilizando duas velocidades de execução para cada voluntário, a metodologia utilizada na pesquisa de Elliott e Blanksby (1976) não foi a mesma adotada neste estudo. Para determinar a velocidade, Elliott e Blanksby (1976) solicitaram aos voluntários que autosselecionassem sua velocidade e, em

seguida, estabelecessem uma velocidade inferior em relação a que fora autosselecionada.

O segundo objetivo deste estudo foi verificar se as diferenças encontradas entre as corridas em pista e esteira, em relação às variáveis espaço-temporais frequência e amplitude de passos, seriam imutáveis ou se o corredor é capaz de escolher com que combinação de amplitude e frequência quer correr. Riley et al. (2008) afirmaram que as diferenças significativas encontradas nos parâmetros cinemáticos em seu estudo ocorreram, simplesmente, porque os indivíduos optaram por correr em uma frequência mais alta e com comprimento de passos menor na esteira. Isso posto, após a finalização dos 4 ensaios experimentais na esteira, sem nenhuma solicitação ao voluntário sobre a técnica de corrida, foram realizados mais dois testes, um a 100% e outro a 120% da VMA, porém esses, com estímulo ao aumento da amplitude de passos, ou seja, foi solicitado ao voluntário que corresse com uma maior amplitude de passos. Os percentuais 100 e 120 da VMA foram escolhidos de forma intuitiva pelo pesquisador e, só posteriormente às análises, foram observadas significância entre as corridas em pista e esteira, exatamente nesses percentuais.

Com estímulo verbal ao aumento da amplitude em ambos os percentuais, os voluntários executaram corridas diferentes das realizadas sem o estímulo. Foi significativo o aumento da amplitude, isto é, parece que o corredor é capaz de escolher com que combinação de amplitude e frequência de passos quer correr. Nos ensaios com estímulo ao aumento da amplitude de passos, houve a diminuição da frequência, o que já era esperado, visto que a velocidade de execução era a mesma e essas variáveis comportam-se de maneira oposta em uma dada velocidade. A variável amplitude de passos mostrou um comportamento pariforme para as corridas na pista e na esteira com estímulo ao aumento da amplitude, ou seja, a mesma técnica foi adotada nas duas situações, tanto a 100% quanto a 120% da VMA. Para a frequência de passos, também observamos a mesma técnica ao comparar a corrida na pista à corrida na esteira com estímulo. No entanto, significativo apenas no percentual mais alto estabelecido, 120% da VMA.

O terceiro objetivo foi verificar se as diferenças encontradas entre as corridas em pista e esteira, em relação à amplitude e à frequência de passos seriam aleatórias ou determinadas por alguma das variáveis: idade, peso, estatura,

comprimento dos membros inferiores, VO<sub>2</sub>max, VMA, características das sessões de treinamentos ou ao desempenho em provas de 5 e 10 mil metros.

Bus (2003) comparou a biomecânica de corredores jovens e idosos e encontrou diferenças significativas em diversos parâmetros. Indivíduos mais velhos apresentam amplitude reduzida e frequência aumentada em comparação às pessoas mais jovens. Foram avaliados 16 voluntários, 8 idosos com idade entre 55 e 65 anos. No presente estudo, a idade não apontou nenhuma relação com a técnica de corrida, contudo, na amostra, apenas 3 dos 22 voluntários se encaixaram na classificação de idosos de acordo com o estudo de Bus (2003). Talvez isso explique a paridade dos dados entre jovens e idosos na presente pesquisa ou, ainda o nível de condicionamento físico dos voluntários, que em nosso estudo foi excelente, de acordo com a classificação da Sociedade Brasileira de Cardiologia para indivíduos ativos, dado não evidenciado no estudo de Bus (2003).

De acordo com Kruelet al. (2007), a estatura e o comprimento dos membros inferiores têm sido tradicionalmente estudados para se determinar a economia de corrida. Segundo eles, ambas as variáveis influenciam na AP e na FP. Testes de correlação foram realizados para descrever quais variáveis antropométricas peso, estatura ou comprimento dos membros inferiores tiveram relação com mudança ocorrida na amplitude e na frequência de passos nas duas condições de piso estudadas. Porém, nenhuma delas apresentou correlação com as variáveis espaço-temporais.

Para as variáveis VMA e VO<sub>2</sub>max, que refletem o nível de condicionamento dos indivíduos, observou-se uma forte correlação com as diferenças entre as duas situações de corrida, pista e esteira. Corredores mais bem condicionados, com valores mais altos de VO<sub>2</sub>max e VMA, são capazes de manter uma amplitude de passos maior na esteira ergométrica naturalmente. Isso implica, conseqüentemente, uma relação entre os tempos médios nas provas de 5 e 10 km. Corredores mais bem treinados executam essas provas em menor tempo, assim, observou-se essa relação: menores tempos nas corridas de 5 e 10 km com as diferenças entre pista e esteira. Todavia, para ambos as provas e para amplitude e frequência, apenas para a corrida mais forte, a 120% da VMA.

Ao observar os resultados dos testes aplicados, foi possível concluir que os voluntários optam por uma corrida com frequência de passos aumentada e amplitude reduzida na esteira quando comparado à mesma corrida na pista. Pode

ser que, pelo fato de o corredor ser capaz de escolher a combinação de frequência e amplitude para uma dada velocidade, ele esteja optando pela alternativa mais econômica, sendo assim, não medir o consumo de oxigênio durante os testes é uma limitação do nosso estudo, já que essa medida poderia confirmar essa hipótese.

Daniels (2013) sugerem intervalos de treinamento entre 59 e 74% da VMA, ele afirma que nessa intensidade é possível produzir benefícios fisiológicos desejáveis que formam uma base sólida a partir da qual se pode realizar um treinamento com intensidades mais altas. As corridas em ambas as situações de superfície, esteira e solo, apresentam as mesmas características no que se refere às variáveis cinemáticas frequência e amplitude de passos até o percentual 80 da VMA. Logo, é possível a utilização da esteira ergométrica para corridas até essa intensidade sem nenhuma variação da técnica.

## **6 CONCLUSÃO**

As variáveis frequência e amplitude de passos comportam-se de maneira pariforme ao se comparar a corrida na pista com a corrida na esteira nos percentuais 60 e 80 da VMA. Para 100% e 120%, a amplitude de passos é menor e a frequência de passos maior na esteira em comparação ao solo para uma mesma a velocidade.

Essas diferenças entre corrida na esteira e em piso fixo não são imutáveis; os corredores são capazes de escolher com que combinação de amplitude e frequência de passos desejam correr para uma dada velocidade. Além disso, as diferenças encontradas entre as duas situações de corrida, esteira e solo, podem ser determinadas, principalmente nos 120% da VMA, pelo nível de condicionamento dos corredores.

## 7 REFERÊNCIAS

- ALTON, F., BALDEY, L., CAPLAN, S., MORRISSEY, M. C. **A kinematic comparison of overground and treadmill walking.** *Clinical biomechanics*, v. 13, n. 6, p. 434-440, 1998.
- ARUFE, V.G., MARTINEZ, P. M. J., **Tratado de atletismo em El siglo XXI.** 1ªed. Vol. 1. Santiago de Compostela: Asociación Cultural Atlética Gallega, 2005.
- BRUNIEIRA, C. A. V. **Análise Biomecânica da Locomoção Humana: andar e correr.** *Treinamento Desportivo*, v. 3, n. 3, p. 54-61, 1998.
- BUCHFUEHRER, M. J., HANSEN, J. E., ROBINSON, T. E., SUE, D. Y., WASSERMAN, K. A. R. L. M. A. N., WHIPP, B. J. **Optimizing the exercise protocol for cardiopulmonary assessment.** *Journal of applied physiology*, v. 55, n. 5, p. 1558-1564, 1983.
- BUS, S. A. **Ground reaction forces and kinematics in distance running in older-aged men.** *Medicine & Science in Sports & Exercise*, v. 35, n. 7, p. 1167-1175, 2003.
- CHOCKALINGAM, N., CHATTERLEY, F., HEALY, A. C., GREENHALGH, A., BRANTHWAITE, H. R. **Comparison of pelvic complex kinematics during treadmill and overground walking.** *Archives of physical medicine and rehabilitation*, v. 93, n. 12, p. 2302-2308, 2012.
- DANIELS, S. J., **Fórmula de corrida de Daniels.** 2.ed. Porto Alegre: Artmed, 2013.
- DINGWELL, J. B., CUSUMANO, J. P., CAVANAGH, P. R., STERNAD, D. **Local dynamic stability versus kinematic variability of continuous overground and treadmill walking.** *Journal of Biomechanical Engineering*, v. 123, n. 1, p. 27-32, 2001.
- DUGAN, S. A., BHAT, K. P. **Biomechanics and analysis of running gait.** *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics*, v. 16, n. 3, p. 603-621, 2005.
- ECKER, T. **Basic track and field biomechanics.** 2ªed. Los Altos, CA: Tafnews Press, 1985. 158 p.
- ELLIOTT, B.C., BLANKSBY, B.A. **A cinematographic analysis of overground and treadmill running by males and females.** *Medicine and Science in Sports*, v.8, n. 2, p. 84-7, 1976.
- GUISELINI, M. **Exercícios aeróbicos: teoria e prática no treinamento personalizado e em grupos.** São Paulo: Phorte, 2007.
- HAMILL, J. **Bases biomecânicas do movimento humano.** São Paulo: Ed. Manole, 1999.

HAY, J. G. **Biomecânica das técnicas desportivas**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1981.

HERDY, A. H., CAIXETA, A. **Brazilian cardiorespiratory fitness classification based on maximum oxygen consumption**. Arquivos brasileiros de cardiologia, v. 106, n. 5, p. 389-395, 2016.

JONES, A. M., DOUST, J. H. A. **1% treadmill grade most accurately reflects the energetic cost of outdoor running**. Journal of sports sciences, v. 14, n. 4, p. 321-327, 1996.

KRUEL, L. F. M., TARTARUGA, L. A. P., COERTJENS, M., OLIVEIRA, A. S., RIBAS, L. R., TARTARUGA, M. P. **Influência das variáveis antropométricas na economia de corrida e no comprimento de passada em corredoras de rendimento**. Motriz rev. educ. fís.(Impr.), 13(1), 1-6, 2007.

LIDOR, R., MECKEL, Y. **Physiological, skill development and motor learning considerations for the 100 meters**. New studies in athletics, v. 19, n. 1, p. 7-12, 2004.

MARTIN, P. E.; SANDERSON, D. J., **Biomechanics of walking and running**. In: GARRET, W. E.; KIRKENDAL, D. (Ed.) **Exercise and sport science**. Philadelphia: Lippincot Williams & Wilkins, p. 639-659, 2000.

MCGINNIS, P. M. **Biomecânica do esporte e do exercício**. 3ªed. Curitiba: Artmed, 2015.

MOK, K.M., LEE, J., CHUNG, M., HONG, Y. **A kinematic comparison of running on treadmill and overground surfaces**In *ISBS-Conference Proceedings Archive* v. 1, n. 1, 2009.

NEVILL, A., ROLLO, I., WILLIAMS, C. **Repeatability of scores on a novel test of endurance running performance**. Journal of sports sciences, v. 26, n. 13, p. 1379-1386, 2008.

NOGUEIRA, M. **Análise e comparação das alterações biomecânicas associadas à corrida de velocidade com arrasto**. 2008, 74p. Monografia (Licenciatura em Desporto e Educação Física) Faculdade de Desporto, Universidade do Porto, Porto.

NOVACHEK, T. F. **The biomechanics of running**. Gait and posture, v. 7, n. 1, p. 77-95, 1998.

OUNPUU, S. **The biomechanics of walking and running**. Clinics in sports medicine, v. 13, n. 4, p. 843-863, 1994.

PALUDO, A. C., BATISTA, M. B., JÚNIOR, H. S., CYRINO, E. S., RONQUE, E. R. V. **Aptidão cardiorrespiratória em adolescentes estimada pelo teste de corrida e/ou caminhada de 9 minutos**. Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano, 14(4), 401-408, 2012.

POLLOCK, M. L., G. A., GAESSER, J., BUTCHER, R., R. K., DISHMAN, B. A., FRANKLIN, B. A., GARBER, C. E. **ACSM Position stand on the recommendation quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults.** *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v. 30, p.975-91. 1998.

RILEY, P. O., DICHARRY, J., FRANZ, J., DELLA C. U., WILDER, R. P., KERRIGAN, D. C. **A kinematics and kinetic comparison of overground and treadmill running.** *Medicine and Science in Sports and Exercise*. v. 40, n. 6, p. 1093-1100, 2008.

RILEY, P. O., PAOLINI, G., DELLA C. U., PAYLO, K. W., KERRIGAN, D. C. **A kinematic and kinetic comparison of overground and treadmill walking in healthy subjects.** *Gait and posture*, v. 26, n. 1, p. 17-24, 2007.

SMITH, J. A. H., MCCERROW, A. D., KOHN, T. A. **Metabolic cost of running is greater on a treadmill with a stiffer running platform.** *Journal of Sports Science*, v. 35, n. 16, p. 1592-1597, 2017.

VERKERKE, G. J.; AMENT, W.; WIERENGA, R.; RAKHORST, G. **Measuring changes in step parameters during an exhausting running exercise.** *Gait and Posture*, v.8, n.1, p.37-42, 1998.

WANK, V.; FRICK, U.; SCHMIDTBLEICHER, D. **Kinematics and electromyography of lower limb muscles in overground and treadmill running.** *International journal of sports medicine*, v. 19, n. 07, p. 455-461, 1998.

## 8 APÊNDICE

### APÊNDICE 1

#### **TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

O Sr. está sendo convidado como voluntária a participar da pesquisa “CORRIDA EM PISO FIXO: REPRODUÇÃO E COMPARAÇÃO NA ESTEIRA”. Nesta pesquisa, pretendemos descrever o comportamento das variáveis cinemáticas frequência (números de passos dados em um segundo) e amplitude (comprimento de cada passo) em corridas, tanto em pista, quanto em esteira. O motivo que nos leva a estudar essas relações se deve ao fato de que a esteira é largamente utilizada em pesquisas científicas, além disso, tem-se observado entre os treinadores crescente aumento na utilização desse implemento na rotina de seus atletas e, ainda, corredores recreacionais utilizam com frequência a esteira.

Para esta pesquisa adotaremos os seguintes procedimentos, que ocorrerão em 3 visitas distintas:

Visita 1 (no Laboratório de Avaliação Motora (LAM) – Faculdade de Educação Física (FAEFID)): o sr. terá a oportunidade de tirar qualquer dúvida referente ao estudo, serão feitas medidas antropométricas (peso, estatura em pé e sentado), nesse dia o sr. também deverá responder a uma anamnese com perguntas relacionadas à saúde e a prática de exercícios físicos e, ainda, fará um teste de esforço máximo com a utilização de uma máscara que analisa o consumo de oxigênio durante o exercício.

Visita 2 (na Pista de Atletismo – FAEFID): entre 24h e 72h após a visita 1, o sr. fará 4 corridas de 200m cada, a velocidade de cada corrida será baseada no teste máximo realizado pelo sr. na visita 1, assim, 60%, 80%, 100% da e 120% da velocidade máxima alcançada pelo sr. no teste máximo. Para auxiliar na execução das velocidades corretas, lhe será informado o tempo a ser gasto para percorrer os 200m e, além disso, será acionado um sinal sonoro a cada 25m para que, caso seja necessário, o sr. ajuste o ritmo.

Visita 3 (no Laboratório de Aprendizagem Motora (LAM) – FAEFID) entre 24h a 72h após a visita 2 e no mesmo horário, o sr. também fará 4 corridas de 200m, porém, na esteira ergométrica. Será feita a reprodução das velocidades exatas que o sr. executou durante o teste na pista. O pesquisador, fará o controle da velocidade a ser aplicada, não sendo necessária a intervenção do sr. na esteira, o sr. terá apenas que correr.

Procedimentos Metodológicos da Pesquisa: Para a avaliação de frequência e amplitude da passada: serão captadas imagens por uma câmera GoPro Hero® 4+ (*Silver Edition*). As câmeras serão posicionadas numa distância suficiente para que capture 5 passadas e que não registrem o rosto de sr.

Os riscos envolvidos na pesquisa são mínimos visto que o sr. tem experiência na modalidade, mas, ressaltamos que se trata de uma atividade física desgastante e que poderá ser interrompida a qualquer momento. Cabe ressaltar que havendo algum problema, o pesquisador se responsabiliza por conduzir os voluntários ao pronto atendimento médico mais próximo. A pesquisa contribuirá para um melhor entendimento da corrida em pista e na esteira e suas correlações.

Para participar deste estudo o sr. não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira, mas, caso seja necessário, os pesquisadores irão arcar com despesas relacionadas ao transporte e alimentação. Apesar disso, caso sejam identificados e comprovados danos provenientes desta pesquisa, o sr. tem assegurado o direito a indenização. O sr. terá o esclarecimento sobre o estudo em qualquer aspecto que desejar e estará livre para participar ou recusar-se a participar. Poderá retirar seu consentimento ou interromper a participação a qualquer momento. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que o sr. é atendido. Os pesquisadores tratarão a sua identidade com padrões profissionais de sigilo. Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. Seu nome ou o material que indique sua participação inclusive as filmagens não serão divulgados sem a sua permissão. O sr. não será identificado em nenhuma publicação que possa resultar.

Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias originais, sendo que uma será arquivada pelo pesquisador responsável, na Faculdade de Educação Física e Desportos de UFJF e a outra será fornecida ao sr. Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador

responsável por um período de 5 (cinco) anos, e após esse tempo serão destruídos. Os pesquisadores tratarão a sua identidade com padrões profissionais de sigilo, atendendo a legislação brasileira (Resolução Nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde), utilizando as informações somente para os fins acadêmicos e científicos.

Eu, \_\_\_\_\_, portador do documento de Identidade \_\_\_\_\_ fui informado (a) dos objetivos da pesquisa "CORRIDA EM PISO FIXO:REPRODUÇÃO E COMPARAÇÃO NA ESTEIRA", de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações e modificar minha decisão de participar se assim o desejar. Declaro que concordo em participar. Recebi uma via original deste termo de consentimento livre e esclarecido e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

## APÊNDICE 2

### Ficha de Identificação (Anamnese)

Nome: \_\_\_\_\_

Data de nascimento: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Telefone: \_\_\_\_\_

Email: \_\_\_\_\_

Em caso de emergência avisar (tel):

\_\_\_\_\_

Peso: \_\_\_\_\_

Estatura: \_\_\_\_\_

Estatura sentado: \_\_\_\_\_

Comprimento do membro inferior: \_\_\_\_\_

1) Tem algum problema de saúde? ( ) Sim ( ) Não.

Se sim, qual?

\_\_\_\_\_

2) Toma algum medicamento? ( ) Sim ( ) Não.

Se sim, qual e para quê?

\_\_\_\_\_

3) Tem problemas de coração (cardíacos)? ( ) Sim ( ) Não.

Se sim, qual?

\_\_\_\_\_

4) Tem diabetes? ( ) Sim ( ) Não.

5) Tem problemas respiratórios (asma, bronquite)? ( ) Sim ( ) Não.

6) Sente dores de cabeça, dores no peito ou em outras partes do corpo?

( ) Sim ( ) Não.

Se sim, em qual região do corpo?

\_\_\_\_\_

7) Sente falta de ar quando pratica algum tipo de exercício? ( ) Sim ( ) Não.

Se sim, qual?

\_\_\_\_\_

8) Sente tonturas, vertigens? ( ) Sim ( ) Não.

9) Tem ou já teve problemas de desmaio ou convulsões? ( ) Sim ( ) Não.

10) Já sofreu alguma fratura? ( ) Sim ( ) Não.

Se sim, especifique o local da fratura:

\_\_\_\_\_

11) Já sofreu alguma lesão durante o treino, em decorrência dele ou durante alguma prova?

Se sim, qual?

\_\_\_\_\_

Há quanto tempo?

\_\_\_\_\_

Ela te deixou afastado dos trenos/competições? ( ) sim ( ) não

Se sim, por quanto tempo? \_\_\_\_\_

Encontra-se 100% recuperado? ( ) sim ( ) não

12) Você fuma? ( ) Sim ( ) Não

13) Consome bebidas alcoólicas? ( ) Sim ( ) Não

Se sim, com que frequência?

\_\_\_\_\_

14) Treina / pratica corrida há quanto tempo (meses, anos)?

\_\_\_\_\_

15) Quantas vezes treina por semana?

\_\_\_\_\_

16) Qual volume semanal (em Km)? \_\_\_\_\_

17) Quem controla os treinos? ( ) treinador ( ) você mesmo.

18) Você conhece exercícios pedagógicos de corrida? ( ) sim ( ) não

Questões 19, 20 e 21 só se a resposta da questão 18 for sim.

19) Sabe para que eles servem? ( ) sim ( ) não

Se sim, para que? \_\_\_\_\_

20) Exercícios pedagógicos fazem parte da sua rotina de treinamento?

( ) sim ( ) não

21) Com que frequência executa esse tipo de exercício?

( ) 6 a 7 vezes por semana

( ) 4 a 5 vezes por semana

( ) 2 a 3 vezes por semana

( ) 1 a 2 vezes por semana

22) Tem hábito de correr na esteira? ( ) sim ( ) não

Se sim, com que frequência?

( ) 6 a 7 vezes por semana

( ) 4 a 5 vezes por semana

( ) 3 vezes por semana

( ) 2 vezes por semana

( ) 1 vez por semana

23) Qual o melhor tempo já obtido em provas de 5km \_\_\_\_\_

24) É o seu tempo atual? Se não, qual tempo tem desenvolvido nessa distância atualmente? \_\_\_\_\_

25) Qual o melhor tempo já obtido em provas de 10km  
\_\_\_\_\_

26) É o seu tempo atual? Se não, qual tempo tem desenvolvido nessa distância atualmente? \_\_\_\_\_