

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ENGENHARIA ELÉTRICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA BIOMÉDICA

MÁRIO EDUARDO SANTOS RODRIGUES

**ANÁLISE DA TÉCNICA DE CORRIDA POR MEIO DE VARIÁVEIS
BIOMECÂNICAS EM CORREDORES DE RUA
DE DIFERENTES FAIXAS ETÁRIAS**

UBERLÂNDIA

2019

Ficha Catalográfica Online do Sistema de Bibliotecas da UFU
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

R696 2019	<p>Rodrigues, Mario Eduardo Santos, 1964- ANÁLISE DA TÉCNICA DE CORRIDA POR MEIO DE VARIÁVEIS BIOMECÂNICAS DE CORREDORES DE RUA EM DIFERENTES FAIXAS ETÁRIAS [recurso eletrônico] / Mario Eduardo Santos Rodrigues. - 2019.</p> <p>Orientador: Adriano Pereira. Coorientador: Silvio Santos. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia, Pós-graduação em Engenharia Biomédica. Modo de acesso: Internet. Disponível em: http://dx.doi.org/10.14393/ufu.di.2019.2449 Inclui bibliografia. Inclui ilustrações.</p> <p>1. Engenharia biomédica. I. Pereira, Adriano ,1964-, (Orient.). II. Santos, Silvio,1958-, (Coorient.). III. Universidade Federal de Uberlândia. Pós-graduação em Engenharia Biomédica. IV. Título.</p> <p>CDU: 62:61</p>
--------------	--

Bibliotecários responsáveis pela estrutura de acordo com o AACR2:
Gizele Cristine Nunes do Couto - CRB6/2091
Nelson Marcos Ferreira - CRB6/3074

MÁRIO EDUARDO SANTOS RODRIGUES

**ANÁLISE DA TÉCNICA DE CORRIDA POR MEIO DE VARIÁVEIS
BIOMECÂNICAS EM CORREDORES DE RUA
DE DIFERENTES FAIXAS ETÁRIAS**

Dissertação de Mestrado apresentada ao
Programa de pós-graduação em
Engenharia Biomédica
da Universidade Federal de Uberlândia
para a obtenção do grau de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Adriano Alves Pereira
Coorientador: Prof. Dr. Silvio Soares dos Santos

UBERLÂNDIA - MG
2019



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
 Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica
 Av. João Naves de Ávila, 2121, Bloco 3N, Sala 115 - Bairro Santa Mônica, Uberlândia-MG, CEP 38400-902
 Telefone: (34) 3239-4761 - www.pgeeb.feelt.ufu.br - pgeeb@feelt.ufu.br



ATA DE DEFESA - PÓS-GRADUAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em:	Engenharia Biomédica				
Defesa de:	Dissertação de Mestrado Acadêmico, 055, PPGEB				
Data:	dezenove de dezembro de dois mil e dezenove	Hora de início:	14 horas	Hora de encerramento:	16:31
Matrícula do Discente:	11722EBI005				
Nome do Discente:	Mário Eduardo Santos Rodrigues				
Título do Trabalho:	Análise da técnica de corrida por meio de variáveis biomecânicas de corredores de rua em diferentes faixas etárias				
Área de concentração:	Engenharia Biomédica				
Linha de pesquisa:	Sistemas Computacionais e Dispositivos Aplicados à saúde				
Projeto de Pesquisa de vinculação:	Desenvolvimento e aplicação de diferentes metodologias na análise do movimento de supino paralímpico				

Reuniu-se no Anfiteatro do bloco 1E, Campus Santa Mônica, da Universidade Federal de Uberlândia, a Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-graduação em Engenharia Biomédica, assim composta: Professores Doutores: Silvio Soares dos Santos - FAEFI/UFU; Thiago Montes Fidale - UFG; Adriano Alves Pereira - FEELT/UFU orientador(a) do(a) candidato(a).

Iniciando os trabalhos o presidente da mesa, Dr. Adriano Alves Pereira, apresentou a Comissão Examinadora e o candidato, agradeceu a presença do público, e concedeu ao Discente a palavra para a exposição do seu trabalho. A duração da apresentação do Discente e o tempo de arguição e resposta foram conforme as normas do Programa.

A seguir o senhor(a) presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessivamente, aos(às) examinadores(as), que passaram a arguir o(a) candidato(a). Ultimada a arguição, que se desenvolveu dentro dos termos regimentais, a Banca, em sessão secreta, atribuiu o resultado final, considerando o(a) candidato(a):

[A]provado(a).

Esta defesa faz parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre.

O competente diploma será expedido após cumprimento dos demais requisitos, conforme as normas do Programa, a legislação pertinente e a regulamentação interna da UFU.

Nada mais havendo a tratar foram encerrados os trabalhos. Foi lavrada a presente ata que após lida e achada conforme foi assinada pela Banca Examinadora.



Documento assinado eletronicamente por **Adriano Alves Pereira, Professor(a)** do Magistério Superior, em 19/12/2019, às 16:34, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Thiago Montes Fidale, Usuário Externo**, em 19/12/2019, às 16:35, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Silvio Soares dos Santos, Usuário Externo**, em 19/12/2019, às 16:37, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site

[https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?](https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0)

[acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0](https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **1774734** e o código CRC **3366E912**.

Dedico este trabalho ao meu querido Pai, quem sempre me apoiou em todos os meus sonhos e projetos, desde os mais simples até os mais audaciosos.

AGRADECIMENTOS

O mais importante agradecimento é para o meu Amigo, e companheiro que sempre colocou as pessoas certas no meu caminho, pessoas com as quais eu pude aprender o que sei e me deixar preparado para os próximos desafios. Obrigado Jesus!

Agradeço a minha amada Esposa Denise, quem mais me incentivou na difícil tomada de decisão de mudar de carreira profissional quando parecia impossível.

A minha querida Filha Eduarda que mesmo sem ela saber me deu grande exemplo de disciplina e perseverança.

A minha Mãe que mesmo não sabendo das minhas dificuldades sempre me apoiou para seguir em frente.

Aos meus voluntários, que me ajudaram com tanta boa vontade e prontidão, sem os quais essa pesquisa não seria possível.

Ao meu coorientador Sílvio Santos, uma pessoa com inteligência admirável e extremo conhecimento. Quem sempre se mostrou disponível para auxiliar e colaborar com a pesquisa.

Ao meu orientador Adriano Alves pela sua disposição e confiança que depositou em mim.

RESUMO

Quando iniciamos na prática de corrida, passamos por um processo de melhora de desempenho muito rápido nos primeiros meses de treinamento. Com o passar do tempo, atingimos um patamar que parece não mais ser possível de ser melhorado. Às vezes, não conseguimos nem mesmo manter o desempenho alcançado. O que acontece com o nosso corpo? É possível treinar para manter, ou mesmo melhorar o nosso desempenho com o envelhecimento? Alguns estudos têm sido feitos para analisar os aspectos da alteração do desempenho de atletas de corrida com o envelhecimento. Basicamente essas pesquisas se restringem a dois grupos de variáveis: fisiológicas e biomecânicas. O primeiro grupo analisa o comportamento fisiológico do corpo humano e o segundo grupo analisa os aspectos cinemáticos e dinâmicos da corrida. Nesta pesquisa investigamos apenas as variáveis biomecânicas em seus aspectos angulares e espaço-temporais. Com o passar do tempo processos e alterações degenerativas musculoesqueléticas, perda de mobilidade articular dos membros inferiores e fraqueza progressiva nos músculos e ossos podem levar à redução da força de reação do solo durante a fase propulsora da corrida, levantando assim, a seguinte questão: há alteração nos aspectos biomecânicos da corrida com o envelhecimento? Participaram desta pesquisa cem corredores do gênero masculino, faixa etária de 19 a 72 anos que praticavam a atividade de corrida há mais de um ano. Os voluntários foram distribuídos em 6 grupos com faixa etária de 9 em 9 anos e estes foram avaliados em 4 momentos distintos. Foram feitas análises de composição corporal por bioimpedância, uma análise das variáveis angulares utilizando um sistema de captura de movimento em 3D, uma sequência de três saltos verticais em uma plataforma de força e uma corrida de 2400 metros na pista para a análise do desempenho. Os resultados mostraram haver uma mudança na biomecânica da corrida com o envelhecimento. O ângulo do tornozelo não sofre alteração com o nosso envelhecimento, mas o ângulo interno do joelho tende a ficar menos flexionado enquanto o ângulo do quadril tende a aumentar a sua amplitude máxima. O deslocamento vertical diminui com o aumento da idade. Os corredores mais velhos correm “em flexão”, enquanto os mais jovens mostram uma fase de voo mais alta. Corredores mais velhos tendem a diminuir o comprimento da passada e a aumentar a frequência da mesma.

Palavras-chave: Biomecânica. Corrida. Envelhecimento. Salto.

ABSTRACT

When we started running, we went through a very rapid performance improvement process in the first months of training. Over time, we have reached a level that no longer seems to be possible to improve. Sometimes we cannot even maintain the performance achieved. What happens to our body? Is it possible to train to maintain or even improve our performance with aging? Some studies have been done to analyze aspects of the performance change of running athletes with aging. Basically these researches are restricted to two groups of variables: physiological and biomechanical. The first group analyzes the physiological behavior of the human body and the second group analyzes the kinematic and dynamic aspects of running. In this research we investigated only the biomechanical variables in their angular and spatiotemporal aspects. We analyzed these variables in groups of runners of different age groups in order to point out which of the biomechanical parameters analyzed change over time. Over time musculoskeletal degenerative processes and changes, loss of lower limb joint mobility, and progressive weakness in muscles and bones can lead to reduced ground reaction force during the driving phase of the race, thus raising the following question: change in biomechanical aspects of running with aging? One hundred male runners, aged 19 to 72 years old, who had been running for over a year, participated in this research. The volunteers were divided into 6 groups aged 9 years and 9 years and they were evaluated at 4 different times. Bioimpedance body composition analyzes were performed, an analysis of angular variables using a 3D motion capture system, a sequence of three vertical jumps on a force platform and a 2400 meter run on the track for performance analysis. The results showed a change in the biomechanics of running with aging. The ankle angle does not change with our aging, but the internal angle of the knee tends to be less flexed while the hip angle tends to increase its maximum amplitude. Vertical displacement decreases with increasing age. Older runners run “flexing” while younger runners show a higher flight phase. Older runners tend to shorten stride length and increase stride frequency.

Keywords: Biomechanics. Running. Aging. Jump.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Balança de bioimpedância InBody 230	24
Figura 2 - Câmeras OptiTrak Flex V100 R22	24
Figura 3 - Esteira Embeex 570GT 2	25
Figura 4 - Plataforma de força EMGSystem Biomec 400	25
Figura 5 - Câmera Sony HDR-CX160	26
Figura 6 - Esteira e câmeras de captura de movimento.....	28
Figura 7 - Posição dos marcadores.....	28
Figura 8 - Respectivamente posição (P1), posição (P2) e posição (P3).	29
Figura 9 - Ângulos do tornozelo, joelho e quadril.	29
Figura 10 - Deslocamento 0, deslocamento inferior e deslocamento superior, respectivamente.	30
Figura 11 - Salto Vertical Contra Movimento (SVCM)	30
Figura 12 - Posicionamento da câmera na pista.	31
Figura 13 - Médias dos ângulos do tornozelo, joelho e quadril na posição (P1).	34
Figura 14 - Médias dos ângulos do tornozelo, joelho e quadril na posição (P2).	35
Figura 15 – Médias dos ângulos do tornozelo, joelho e quadril na posição (P3).....	36
Figura 16 – Média da amplitude máxima dos ângulos do tornozelo, joelho e quadril.	36
Figura 17 - Deslocamento máximo superior em relação à origem, deslocamento máximo inferior em relação à origem e deslocamento máximo total.	37
Figura 18 - Comprimento médio da passada e frequência média da passada	38
Figura 19 – Velocidade média, comprimento médio da passada e frequência média da passada.....	39
Figura 20 - Altura, potência e pico normalizado no SVCM.....	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Características da amostra.....	33
Tabela 2 – Média dos ângulos de tornozelo, joelhos e quadris na posição (P1).....	34
Tabela 3 - Ângulos de tornozelo, joelho e quadril na posição (P2).	35
Tabela 4 - Ângulos de tornozelo, joelho e quadril na posição (P3).	35
Tabela 5 – Média da amplitude máxima dos ângulos do tornozelo, joelho e quadril.	36
Tabela 6 - Deslocamento máximo superior em relação à origem, deslocamento máximo inferior em relação à origem e deslocamento máximo total.....	37
Tabela 7 - Comprimento médio da passada e frequência média da passada na esteira para os seis grupos	38
Tabela 8 - Velocidade média, Comprimento médio da passada e frequência média da passada.....	39
Tabela 9 - Altura, potência e pico normalizado no SVCM	40

LISTA DE ABREVIATURAS

ADM	AMPLITUDE DE MOVIMENTO
CIVM	CONTRAÇÃO ISOMÉTRICA VOLUNTÁRIA MÁXIMA
CP	COMPRIMENTO DA PASSADA
Cm	CENTIMETROS
DMI	DESLOCAMENTO MÁXIMO INFERIOR
DMS	DESLOCAMENTO MÁXIMO SUPERIOR
DVT	DESLOCAMENTO VERTICAL TOTAL
FP	FREQUÊNCIA DA PASSADA
FPS	FRAMES POR SEGUNDO
FRS	FORÇA DE REAÇÃO DO SOLO
Hz	HERTZ
Kw	KILOWATTS
LANEF	LABORATÓRIO DE NEUROMECÂNICA FISIOTERAPIA/BIOMECÂNICA
MMMI	MASSA MAGRA DE MEMBROS INFERIORES
Mt	METROS
PPM	PASSADAS POR MINUTO
UFU	UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
VO ² Máx	CONSUMO MÁXIMO DE OXIGÊNIO

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	9
RESUMO.....	10
LISTA DE ILUSTRAÇÕES	12
1 INTRODUÇÃO	12
2 OBJETIVOS.....	14
2.1 Objetivo primário	14
2.2 Objetivos específicos	14
3 REVISÃO DA LITERATURA	15
3.1 Envelhecimento do aparelho locomotor	15
3.2 Biomecânica da corrida.....	17
3.3 Os idosos e a corrida	18
3.4 O salto vertical e a corrida	21
4 MATERIAIS E MÉTODOS	23
4.1 Recrutamento dos voluntários.....	23
4.2 Instrumentos de medida.....	23
4.3 Descrições dos softwares utilizados	26
4.4 Procedimentos e coleta de dados	26
4.4.1 Consentimento e composição corporal	27
4.4.2 Teste na esteira e análise em 3D	27
4.4.3 Teste de salto vertical	30
4.4.4 Teste de desempenho máximo na pista	31
4.5 Análise estatística	32
5 RESULTADOS.....	33
5.1 Características da amostra	33
5.2 Análise da corrida na esteira.....	33
5.2.1 Variáveis angulares	33
5.2.2 Variáveis espaço-temporais.....	37
5.3 Análise da corrida na pista.....	39
5.3.1 Variáveis espaço-temporais.....	39
5.4 Análise do salto.....	39

6 DISCUSSÃO	41
6.1 Composição corporal e desempenho.....	41
6.2 Análises angulares no teste na esteira	42
6.3 Amplitude de movimento.....	43
6.4 Comprimento e frequência da passada na esteira.....	45
6.5 Deslocamento vertical.....	46
6.6 Desempenho na pista	47
6.7 Comprimento e frequência da passada na pista	47
6.8 Salto vertical na plataforma de força.....	48
7 CONCLUSÃO	49
8 REFERÊNCIAS.....	50
9 APÊNDICES	55
APÊNDICE 1.....	55
APÊNDICE 2.....	57

1 INTRODUÇÃO

O número de pessoas praticantes de corrida de rua com mais de 50 anos tem aumentado consideravelmente no Brasil. Muitos corredores com mais de 50 anos não mais praticam a atividade de corrida de rua somente em busca de mais saúde e qualidade de vida, hoje eles disputam posições no pódio e querem melhorar o desempenho a cada dia (SALGADO; MIKAIL, 2007).

Quando iniciamos na prática de corrida, passamos por um processo de melhora de desempenho muito rápido nos primeiros meses de treinamento. Com o passar do tempo, atingimos um patamar que parece não permitir melhoria em nosso desempenho, às vezes, não conseguimos nem mesmo manter o desempenho alcançado.

O que acontece com o nosso corpo? É possível treinar para manter ou mesmo melhorar o nosso desempenho com o envelhecimento? Vários estudos têm sido feitos para analisar os aspectos de desempenho com o envelhecimento. Basicamente, essas pesquisas se dividem em dois grupos: Fisiológicos e biomecânicos. O primeiro grupo analisa as variáveis fisiológicas como: $VO_2^{Máx}$, metabolismo energético e estágio maturacional; o segundo grupo analisa as variáveis biomecânicas relacionadas com a corrida (SAW; MAIN; GASTIN, 2016).

Nesta pesquisa investigamos apenas as variáveis biomecânicas que são divididas em variáveis angulares e espaço-temporais.

Sabemos que o corpo de um idoso não é igual ao de um adulto jovem, pois com o passar do tempo ocorrem vários processos e alterações degenerativas musculoesqueléticas que afetam a mecânica da corrida como, por exemplo, perda de flexibilidade articular dos membros inferiores (SUCH et al., 1975) reduzindo a amplitude de movimento articular durante a corrida, fraqueza progressiva nos músculos e ossos (LARSSON; GRIMBY; KARLSSON, 1979), atrofia e perda de elasticidade do tecido gorduroso plantar (HSU et al., 1998), podendo reduzir a capacidade de absorção de choque do corpo com o solo e levar a forças de impacto mais altas e finalmente, a perda de força e velocidade nas contrações musculares (VANDERVOORT; MCCOMAS, 1986) aumentando a sobrecarga mecânica na fase de apoio e reduzindo a força de reação do solo (FRS) durante a fase propulsora da corrida.

Assim, consideramos as questões pertinentes à alteração da nossa biomecânica de corrida com o envelhecimento, assim como buscamos identificar se corredores mais velhos e mais jovens são biomecanicamente diferentes na maneira que executam os movimentos biomecânicos durante uma corrida e como ocorrem essas alterações durante o envelhecimento. Conhecendo melhor estas alterações, treinadores podem prescrever treinos específicos para os atletas de acordo com a sua faixa etária para melhorar o seu desempenho e evitar possíveis lesões.

O objetivo principal do presente estudo foi investigar os parâmetros cinéticos e cinemáticos dos membros inferiores em jovens adultos e idosos durante a corrida.

O interesse por este assunto partiu da observação por parte do pesquisador quanto às alterações que ocorrem na biomecânica da corrida com o envelhecimento afetando diretamente o desempenho dos corredores. A prática da atividade de corrida pelo pesquisador e a carência de informação a respeito do comportamento biomecânico de idosos durante a corrida também foram fundamentais para a escolha deste tema para a pesquisa.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo primário

Analisar o comportamento de parâmetros cinéticos e cinemáticos de corredores de rua treinados de diferentes faixas etárias.

2.2 Objetivos específicos

- a) verificar a correlação de variáveis morfológicas com a biomecânica da corrida;
- b) analisar por meio de saltos verticais a força e a potência de membros inferiores;
- c) analisar o movimento da corrida em esteira rolante e pista do ponto de vista cinemático.
- d) correlacionar o comportamento das variáveis cinéticas e cinemáticas analisadas no estudo com os grupos em diferentes faixas etárias.

3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1 Envelhecimento do aparelho locomotor

Atualmente, o mundo está passando por um rápido processo de envelhecimento de sua população. Devido ao crescente aumento da população idosa, há a necessidade de serem mais bem entendidas as alterações provocadas pelo envelhecimento.

Segundo Marinho (2010), o envelhecimento humano compreende todos os processos de transformação do organismo, tanto físicos quanto psicológicos e sociais, envolvendo, principalmente, papéis sociais desempenhados pelos indivíduos. Já para Netto (2002), o envelhecimento pode ser conceituado como um processo dinâmico e progressivo, no qual há alterações morfológicas, funcionais e bioquímicas, que vão alterando progressivamente o organismo, tornando-o mais suscetível às agressões intrínsecas e extrínsecas que terminam por levá-lo à morte. O ritmo, a duração e os efeitos desse processo comportam diferenças individuais e de grupos etários, dependentes de eventos e natureza genético biológica, sócio-histórica e psicológica (NERI, 2001).

Os idosos apresentam, também, diminuição da elasticidade dos tecidos moles, as articulações são menos capazes de absorver pressões e tornam-se mais rígidas, as cartilagens menos elásticas, o poder muscular diminui, levando à desaceleração dos movimentos e à perda da coordenação, ossos podem se tornar osteoporóticos, aparecem às dificuldades com o equilíbrio e alterações na postura corporal (ANN; SKINNER; PIERCY, 2002).. Sendo assim, o envelhecimento não é somente uma passagem pelo tempo; mais do que isto, é o acúmulo de eventos biológicos que ocorrem ao longo do tempo. O envelhecimento, portanto, pode ser definido como a perda das habilidades de adaptação ao meio.

Conforme salientaram Papaléo Netto, Carvalho Filho & Salles (2005), o corpo humano é uma máquina perfeita, mas, como toda máquina que é utilizada constantemente, após certo tempo de uso, começa a apresentar alterações. A partir dos 40 anos, a estatura começa a se reduzir em torno de um centímetro por década, isso se deve à redução dos arcos plantares, ao aumento da curvatura da coluna vertebral, à redução do volume dos discos intervertebrais, o que, por sua vez, ocorre porque o volume de água do corpo diminui através de perda intracelular.

Segundo Guccione (2002), com o processo do envelhecimento, a arquitetura óssea que compõe e sustenta o corpo humano sofre uma considerável alteração, no que diz respeito à densidade mineral óssea e à microarquitetura óssea durante o envelhecimento, e ainda, há uma redução na densidade dos ossos e, que essa redução, dá-se mais precocemente na coluna. A perda óssea em homens acontece em uma taxa média de 0,4% por ano, iniciando-se aos 50 anos de idade, mas não se torna caracteristicamente problemática até que o homem esteja na faixa dos 80 anos. Em homens e mulheres entre 60 e 80 anos, a taxa média de diminuição na altura é de cerca de dois centímetros por década, podendo atingir até 12 cm nos casos mais extremos de perda óssea.

O idoso não está sujeito apenas a modificações na sua arquitetura ou na sua densidade óssea; a alteração no disco intervertebral relacionada à idade é um fenômeno bastante conhecido e que, segundo Hall (2016), acontece durante toda a existência do indivíduo, iniciando-se por volta da segunda década de vida. Vale lembrar que o envelhecimento altera as propriedades e a proporção relativa dos elementos do tecido conjuntivo do disco intervertebral, sendo que a elastina torna-se menos distensível e pode sofrer fragmentações sucessivas.

Hall (2016);(MASSEY et al., 2012) afirmaram, também, que as lesões e o envelhecimento reduzem irreversivelmente a capacidade de absorção de água pelos discos, resultando numa diminuição na sua capacidade de absorção de choque. O referido autor disse ainda que um disco geriátrico típico possui um conteúdo líquido reduzido em cerca de 35%. Com a ocorrência dessa alteração degenerativa fisiológica, movimentos anormais entre os corpos vertebrais adjacentes serão observados, e uma maior proporção das cargas compressivas, de tração e de cisalhamento que agem sobre a coluna deverá ser suportada por outras estruturas, mais especificamente as facetas e as cápsulas articulares.

Para Kauffman (2001), no idoso, o comprimento do músculo pode estar aumentado ou diminuído. Há perda das fibras musculares, o que provavelmente resulta em redução da força. Com relação à força muscular, Guccione (2002) referiu que esta atinge seu máximo com cerca de 30 anos e permanece constante até cerca de 50 anos, começando, então, a mostrar uma perda crescente que faz algum paralelo com o declínio do tecido corporal magro.

A alteração existente entre a relação das fibras do tipo I e II implicaria diretamente ao desempenho dos atletas na atividade de corrida, pois tal alteração foi

descrita por Guccione (2002), relatando que a diminuição na quantidade de fibras musculares do tipo II de contração rápida, à medida que a pessoa envelhece, associada ainda à redução na atividade da miosina adenosina-trifosfase, explicando por que existe um aumento no tempo para atingir a tensão máxima do músculo e um alongamento da metade do tempo de relaxamento.

Matsudo (2009) relatou, também, que o decréscimo da massa muscular e, por consequência, da força muscular é o principal fator a se levar em conta para notar a deterioração da mobilidade e da capacidade funcional do ser humano no processo de envelhecimento. Portanto, no idoso, pode-se observar uma diminuição da funcionalidade e da integridade destas estruturas já citada, as quais resultam em alterações na biomecânica da corrida que vem a diminuir o desempenho e aumentar o risco de lesão conforme envelhecemos (LARSSON; GRIMBY; KARLSSON, 1979). Por conseguinte existe a necessidade de estudos com o objetivo de investigar as alterações ocorridas no idoso com sua capacidade de movimento. A importância de se conhecer melhor a biomecânica da corrida e suas alterações ao longo do envelhecimento, a fim de manter o desempenho na prática desta atividade física, minimizar e até prevenir alterações patológicas que causem dor e desconforto nos corredores.

3.2 Biomecânica da corrida

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). 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 (NOVACHEK, 1990). A corrida é, então, caracterizada pela identificação de duas fases distintas: fase de apoio e fase de voo (ALBERTO; BRUNIEIRA, 1998).

Segundo Nogueira (2008), a distância percorrida por cada passo completo durante a corrida é chamada amplitude da passada ou comprimento da passada e o número de passos dados em um determinado período é a frequência da passada. Desse modo, a velocidade é determinada pelo produto da frequência pela amplitude da passada (HAY, 1981). O ciclo inicia-se com o contato de um dos pés com o solo

e terminando com o mesmo pé tocando a superfície e a passada termina 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 (MCGINNIS, 2015).

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, deslocamentos verticais do corpo, bem como todas as variáveis espaço-temporais derivadas dessas. Algumas das variáveis biomecânicas angulares que podem ser analisadas na corrida são: ângulo do tornozelo, ângulo interno do joelho, ângulo interno entre o quadril e a linha vertical que passa pelo centro da articulação e o ângulo de inclinação do tronco.

Essas variáveis podem ser analisadas em teste de pista com o atleta correndo em uma pista e sendo filmadas com uma câmera de alta capacidade de captura de frames por segundo (FPS) e depois analisadas as imagens em programas específicos para esse fim. Outro meio de analisar as variáveis é a utilização de um sistema de aquisição de movimento utilizando sistemas de câmeras 3D em uma esteira ergométrica, não necessitando de grandes espaços e facilitando 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 a ser percorrida podem ser ajustadas precisamente. Assim, com esteiras sofisticadas, a subida ou descida podem ser simuladas em diferentes níveis de inclinação. Nesta pesquisa foram utilizadas as duas técnicas, a primeira para analisar o desempenho máximo dos voluntários e a segunda para analisar o comportamento das variáveis angulares na mesma condição de velocidade.

3.3 Os idosos e a corrida

Nas últimas décadas, a participação de corredores em maratonas tem aumentado exponencialmente. Com milhares em todo o mundo, algumas delas atraem mais de 50.000 participantes. Pessoas se deslocam, nacional e

internacionalmente, treinam por vários meses, adotam hábitos rigorosos de alimentação e de repouso, se privam de outras práticas no seu tempo livre para correr, a competição acontece, reúne milhares de pessoas, ainda que a possibilidade de vitória exista para alguns poucos. A busca pela corrida de rua ocorre por diversos motivos, que envolvem desde uma melhoria na saúde, um melhor condicionamento físico, convívio social, busca por atividades prazerosas e a cada vez mais, superar limites (SALGADO; MIKAIL, 2007). Para aquelas pessoas mais competitivas, ser bem classificado tornou-se um atrativo, visto que isso se associa ao grande número de provas com premiações, medalhas, troféus, prestígio social, e ainda, estar em evidência. Nos últimos anos, associado ao quadro de envelhecimento populacional, ocorreu um maior estímulo a prática de atividades físicas devido aos inúmeros benefícios proporcionados à saúde. (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2009; CHAKRAVARTY et al., 2008). O crescimento da população de idosos e praticantes de atividades físicas favoreceu o aumento contínuo da participação de atletas acima de 60 anos em competições esportivas. Nas últimas três décadas, observou-se uma redução no tempo para completar provas de corrida por atletas acima de 60 anos, o que reflete uma melhora no desempenho desses indivíduos. Tendo em vista as características fisiológicas e biomecânicas específicas dessa população, a cinemática da corrida dos idosos pode fornecer informações sobre as estratégias utilizadas pelo sistema musculoesquelético para produção do gesto esportivo (ARAMPATZIS et al., 2011). Assim, a compreensão das diferenças na técnica da corrida entre corredores idosos e adultos pode favorecer o planejamento de intervenções para melhora no desempenho e prevenção de lesões em corredores idosos. Características morfológicas e funcionais relacionadas ao envelhecimento contribuem com a compreensão da cinemática de corredores idosos, esses corredores apresentam atrofia de fibras tipo II e aumento na proporção de fibras do tipo I quando comparados a corredores jovens. A atrofia de fibras tipo II leva a uma redução da capacidade do músculo em gerar potência e reduz a velocidade de encurtamento do músculo quando produz potencial máximo, o que contribui para redução da velocidade de corrida em idosos. Além disso, observa-se redução de massa muscular em corredores idosos, processo denominado sarcopenia (KORHONEN et al., 2009; TARPENNING et al., 2004). Esse processo também ocorre, em maior proporção, em idosos sedentários e pode ser considerado um dos principais

contribuintes para a redução da capacidade de gerar força muscular em corredores idosos (ARAMPATZIS et al., 2011). A redução de força muscular é mais significativa em corredores a partir de 70 anos (TARPENNING et al., 2004), faixa etária em que se observa uma redução mais abrupta na velocidade média para se completar uma prova de corrida. Dessa forma, a atrofia de fibras tipo II e a sarcopenia são fatores relacionados à menor capacidade de geração de força muscular e assim, da velocidade atingida por corredores idosos. A realização de exercício de resistência pode reduzir o acúmulo de tecido conectivo nos músculos com o envelhecimento (GOSSELIN et al., 1998). Corredores idosos apresentam menor rigidez de tendões quando comparado a corredores jovens (KARAMANIDIS; ARAMPATZIS, 2005). Essa característica é sugerida como fator que poderia contribuir com a menor capacidade de geração de força muscular (ARAMPATZIS et al., 2011). Dessa forma, a redução da rigidez de tendões pode alterar a quantidade de energia armazenada, capacidade de retorno dessa energia e transmissão de força muscular para o tecido musculoesquelético, o que pode contribuir com a redução do comprimento da passada e do desempenho na corrida em corredores idosos (ARAMPATZIS et al., 2011). Poucos estudos investigaram as características espaço-temporais de corredores idosos e alguns de seus resultados são contraditórios (FUKUCHI; DUARTE, 2008; BUS, 2003). A capacidade de gerar força muscular está relacionada com o comprimento da passada (JUDGEROY; DAVIS; OUNPUU, 1996; BURNFIELD et al., 2000). Como esta capacidade está reduzida em corredores idosos, presume-se haver uma redução do comprimento da passada nesse grupo quando comparado a adultos. Dois estudos identificaram esse achado ao investigarem corredores idosos em velocidade predeterminada (FUKUCHI; DUARTE, 2008; BUS, 2003). Contudo, Conoboy e Dyson (2006) não identificaram diferença no comprimento da passada entre faixas etárias ao analisarem corredores idosos que correram em velocidade autoselecionada após ajuste estatístico para controlar a variação da velocidade em diferentes faixas etárias. Além disso, a rigidez dos tecidos elásticos de membro inferior está relacionada com a frequência da passada (FARLEY; GONZÁLEZ, 1996). Durante a corrida, o aumento dessa rigidez se associa com o aumento da frequência da passada. A investigação da diferença na frequência da passada entre corredores de diferentes faixas etárias também apresenta resultados contraditórios na literatura. Um estudo não identificou diferença na frequência da passada entre faixas etárias em velocidade autoselecionada

(CONOBOY; DYSON, 2006), enquanto em velocidade predeterminada, dois estudos verificaram aumento da frequência da passada em idosos (FUKUCHI; DUARTE, 2008; BUS, 2003). Estudos identificaram a diminuição do desempenho em corrida com o aumento da idade por meio do aumento do tempo para finalizar provas e pela diminuição na velocidade, sendo que essa redução no desempenho é mais abrupta a partir de 70-75 anos (ALNAQEEB; AL ZAID; GOLDSPINK, 1984). A investigação das características do movimento da pelve, quadril e antepé em idosos poderiam auxiliar no entendimento das diferenças na técnica da corrida relatadas na literatura para os corredores de diferentes faixas etárias. Em idosos saudáveis que não praticam corrida, observa-se uma redistribuição da contribuição de cada articulação do membro inferior para geração de torque e potência durante a marcha ocorrendo uma redução na contribuição do tornozelo e um aumento na participação do quadril (MCGIBBON, 2003; COFRÉ et al., 2011). Essas características cinemáticas do quadril de idosos foram investigadas somente em idosos saudáveis durante a marcha. Assim, devido ao papel do quadril na corrida e as alterações observadas nessa articulação durante a marcha de idosos saudáveis, a compreensão das diferenças na cinemática do quadril de corredores idosos e adultos jovens pode favorecer o entendimento das características espaço-temporais e da cinemática do membro inferior no grupo de idosos. Poucos estudos investigaram as diferenças espaço-temporais e cinemáticas entre corredores idosos e adultos, sendo alguns resultados contraditórios. As características espaço-temporais e cinemáticas de corredores idosos podem refletir as estratégias utilizadas para geração do gesto esportivo dado as alterações morfológicas relacionadas ao envelhecimento. A ampliação do conhecimento da diferença dessas características entre corredores idosos e adultos, considerando pelve, quadril e antepé, pode favorecer intervenções para melhora do desempenho e prevenção de lesões em corredores idosos.

3.4 O salto vertical e a corrida

Poucos estudos foram encontrados relacionando o salto vertical contra movimento (SVCM) e o desempenho de atletas em provas de corrida de rua. Claudino et al. (2012) e Szmuchrowski et al. (2012) utilizaram o SVCM como ferramenta de regulação da carga de treinamento. Nesses casos, o desempenho obtido no SVCM, realizado no início da sessão, era utilizado para verificar o nível de recuperação do indivíduo e, quando necessário, era realizado um ajuste na carga de

treinamento da sessão. O desempenho no SVCM foi apontado como uma ferramenta sensível para verificar o melhor desempenho esportivo (IMPELLIZZERI et al., 2008). Cronin et al. (2004) afirmam, ainda, que a medida do desempenho no SVCM é uma forma bastante comum para a avaliação da força e potência. Analisar a influência de uma ação em outra pode tornar mais prática a avaliação dos atletas em relação aos testes de laboratório (CRONIN; HING; MCNAIR, 2004). Uma vez que a corrida pode ser descrita como uma sequência de SVCM, monitorar a condição do SVCM pode ser uma ferramenta importante para a análise do desempenho dos atletas na corrida. Sendo assim, nesta pesquisa, foram utilizadas a força de reação do solo (FRS) aplicada nos saltos, a potência e o pico de impacto na aterrissagem como variáveis de investigação e correlacionado com o desempenho dos atletas na pista e as suas alterações com o envelhecimento.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Uberlândia CAAE: 12155219.6.0000.5152, parecer número 3.575.971. Para a realização desse estudo, foram recrutados 100 corredores, com experiência em corridas de rua há mais de um ano, com idades entre 19 e 72 anos. Os voluntários foram distribuídos em seis grupos com faixa etária de nove em nove anos e estes foram avaliados em quatro momentos distintos: 1º - em um exame de composição corporal por bioimpedância; 2º - em uma corrida na esteira com velocidade controlada; 3º - uma análise das forças de reação do solo (FRS) e, 4º - uma análise de desempenho por meio de uma corrida de 2400m, sendo 12 voltas em uma pista de 200m.

4.1 Recrutamento dos voluntários

O estudo foi realizado com cem corredores amadores de corrida de rua, do gênero masculino com mais de um ano na prática da corrida de rua. O cálculo amostral foi realizado utilizando-se o aplicativo BioEstat 5.0, poder de 80% e $\alpha = 0,05$. Todos os atletas foram convidados a participar do estudo via aplicativo WhatsApp. Para a seleção amostral foram estabelecidos os seguintes critérios:

Inclusão:

- Gênero masculino;
- Idade acima de 18 anos;
- Treinar corrida há pelo menos um ano ininterruptamente;
- Tempo máximo de 15 min. em provas de 2400 metros;
- Não estar lesionado e nem ter sofrido lesão nos últimos seis meses.

Exclusão:

- Dificuldade excessiva em correr na esteira, relatada pelo voluntário ou constatada pelo pesquisador;
- Resultado do teste de pista de 2400 metros com tempo superior a 15 minutos.

4.2 Instrumentos de medida

Para a execução dos testes, foram utilizados os equipamentos do Laboratório de Neuromecânica e Fisioterapia/Biomecânica (LANEF) da Faculdade de Educação Física (FAEFI) da Universidade Federal de Uberlândia (UFU):

- Balança de análise de composição corporal por bioimpedância da marca InBody®, modelo 230 calibrada;

Figura 1 - Balança de bioimpedância InBody 230



- Estadiômetro da marca Sanny®, com escala de precisão de 0,1 cm;
- Conjunto de 10 câmeras para captação de movimento da marca OptiTrack®, modelo Flex V100 R22 com frequência de captura de dados de 100Hz;

Figura 2 - Câmeras OptiTrak Flex V100 R22



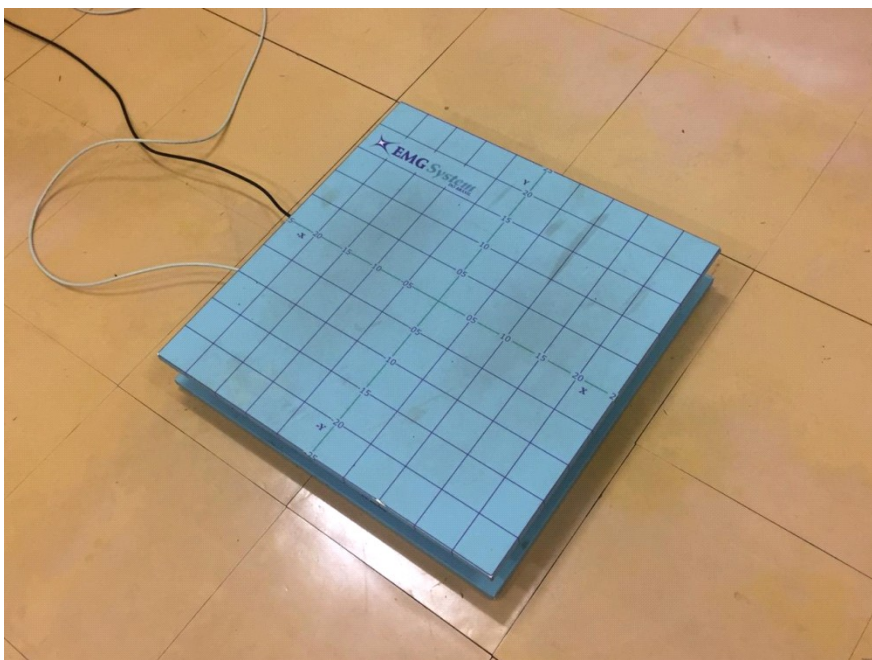
- Esteira Marca EMBEEX, modelo 567GT 2;

Figura 3 - Esteira Embeex 570GT 2



- Plataforma de força, marca EMGSystem®, modelo Biomec400;

Figura 4 - Plataforma de força EMGSystem Biomec 400



- Trena maca Lufkin de 20 metros;
- Trena rotativa marca Vonder, modelo RT1000;

- Câmera Sony HDR-CX160;

Figura 5 - Câmera Sony HDR-CX160



- Microcomputador com os seguintes softwares instalados:
Lookinbody®, Smartmocap®, EMGlab2®, Kinovea®, Microsoft Office Excel®, PlayMemoriesHome®, Scilab® e Statistics®.

4.3 Descrições dos softwares utilizados

- Lookinbody®, versão 1.2.0.16, utilizado para análise da composição corporal;
- Smartmocap®, versão 1.20, utilizado para captura de movimentos e processamento de dados em um sistema em 3 dimensões;
- EMGlab2®, versão 3.0, utilizado para aquisição e processamento de dados em plataforma de força;
- Kinovea®, versão 0.8.27, utilizado para edição de imagens e vídeos esportivos que contém recursos para análises biomecânicas;
- Microsoft Office Excel®, versão 2007, planilha utilizada para tabulação de dados e cálculos matemáticos;
- Play Memories Home®, versão 6.0.00.12211, aplicativo que edita e transfere vídeos de forma eficiente da câmera para o computador;
- Scilab®, versão 5.5.2, utilizado para análise e visualização de dados e cálculos numéricos sobre matrizes;
- Statistics®, versão 13.0.159.7 utilizado para análise estatística.

4.4 Procedimentos e coleta de dados

A coleta de dados foi feita em quatro sessões distintas, todas realizadas no mesmo dia, sendo as três primeiras no LANEF a quarta e última sessão na pista de

atletismo da FAEFI-UFU no campus da educação física. Todos os testes foram realizados no período da manhã, e 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, que evitassem o uso de bebidas alcoólicas e que se apresentassem em jejum de no mínimo 4 horas para a realização do exame de composição corporal por bioimpedância.

4.4.1 Consentimento e composição corporal

Na primeira sessão, o voluntário recebeu uma explicação detalhada sobre os procedimentos. Após o esclarecimento de suas dúvidas, todos os corredores concordaram em participar da pesquisa e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE, Apêndice 1) para a participação voluntária no estudo. Nessa mesma sessão, os corredores responderam a uma anamnese (Apêndice 2) que foi elaborada e aplicada pelo pesquisador para obter informações acerca da saúde, experiência do voluntário em corrida e das características das sessões de treinamento. Em seguida foi feita a medida da estatura do voluntário e iniciado o exame de composição corporal por bioimpedância. Após o exame, foi servido um lanche para o voluntário sair do jejum e os mesmos foram encaminhados para a realização do teste na esteira.

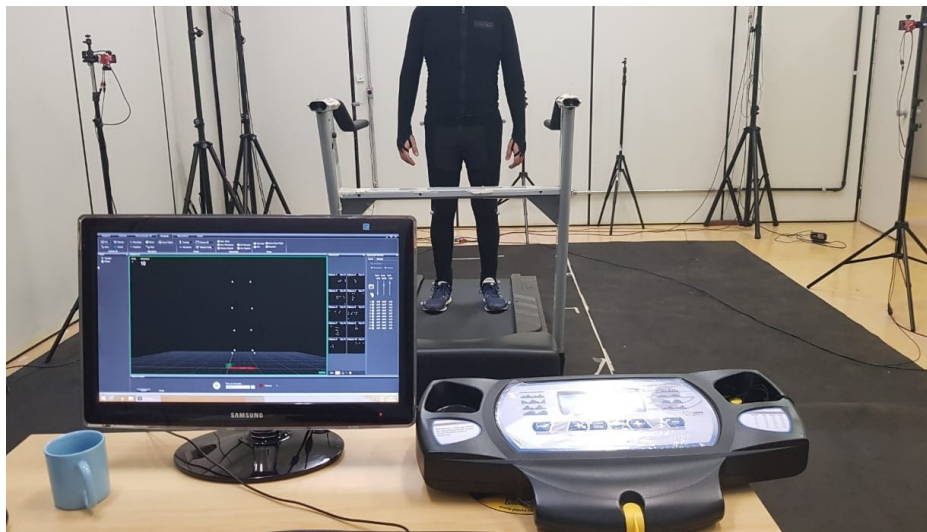
4.4.2 Teste na esteira e análise em 3D

Os equipamentos utilizados para a análise em 3D foram: um conjunto de 10 câmeras de captura de movimento, marcadores reflexivos ao infravermelho com 14 mm de diâmetro e uma esteira adaptada para a coleta. Foi retirado o painel de controle da esteira para melhorar a captação dos sinais refletidos pelos marcadores e instalado ao lado do pesquisador facilitando assim a operação da esteira figura 5.

Para o teste de análise das variáveis na esteira, conforme Jones(1996) foi aplicada uma inclinação de 1% na esteira para maior simulação da corrida em rua. Inicialmente foi solicitado aos voluntários que permanecessem em posição ortostática por cinco segundos para realizar a calibração das posições dos marcadores. Depois de coletado os dados de calibração iniciou-se uma caminhada a 5 Km/h por dois minutos para o aquecimento e a familiarização dos voluntários com o equipamento. Em seguida, a velocidade da esteira foi aumentada para 10 Km/h,

iniciando a coleta dos dados, um minuto após, para garantir o alcance e a estabilização da velocidade. O tempo de coleta dos dados foi de um minuto.

Figura 6 - Esteira e câmeras de captura de movimento.



Foi utilizado o software smartmocap para a aquisição e processamento dos dados.

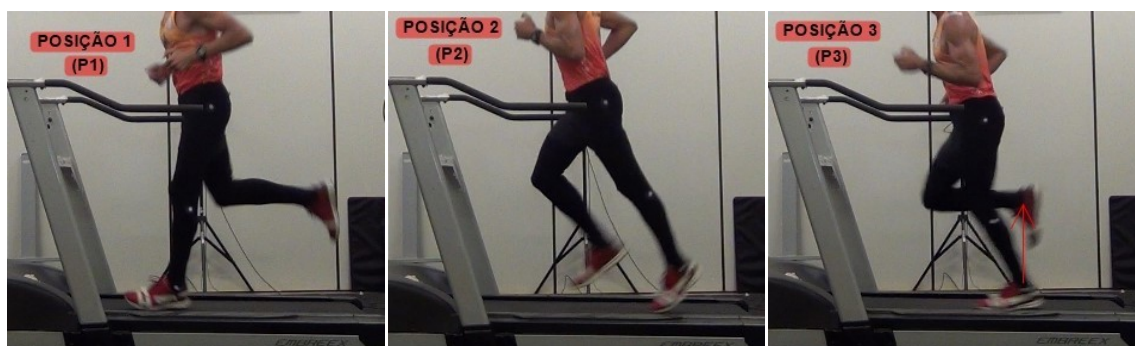
Aos voluntários foi solicitado que vestissem uma roupa especial para a colocação dos marcadores conforme figura 6, que foram afixados com velcros nas seguintes posições anatômicas: M1- Extremidade distal do 5º Metatarso esquerdo; M2 – Maléolo lateral esquerdo; M3 – Projeção lateral da linha articular do joelho esquerdo; M4 – Trocanter maior esquerdo; M5 – Acrômio esquerdo, M6- Extremidade distal do 5º Metatarso direito; M7 – Maléolo lateral direito; M8 – Projeção lateral da linha articular do joelho direito; M9 – Trocanter maior direito; M10 – Acrômio direito e M11 – 5º vértebra da coluna lombar (L5).

Figura 7 - Posição dos marcadores



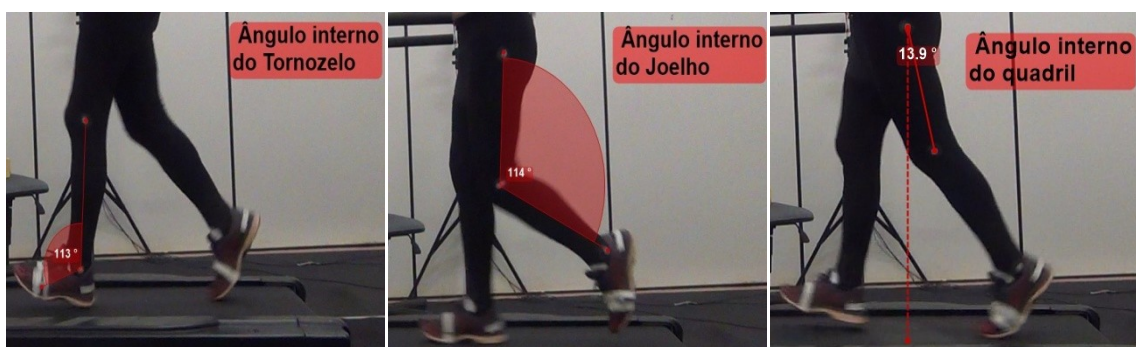
As variáveis angulares na esteira foram coletadas em três momentos distintos; o primeiro na posição conhecida como Foot Strike, que é o instante em que o pé aborda o solo e inicia-se a fase de apoio, a segunda posição, conhecida como take off, que é o instante em que o pé perde o contato com o solo e inicia-se a fase de voo, a terceira posição é o momento em que o maléolo do pé que está avançando, ultrapassa o maléolo do pé que está em apoio. Estas posições foram classificadas respectivamente por posição 1 (P1), posição 2 (P2) e posição 3 (P3).

Figura 8 - Respectivamente posição (P1), posição (P2) e posição (P3).



Em cada uma das posições foram coletados três ângulos: ângulo interno do tornozelo, ângulo interno do joelho e o ângulo entre a linha vertical que passa pelo marcador colocado no quadril e a reta que liga o marcador do quadril e o marcador do joelho.

Figura 9 - Ângulos do tornozelo, joelho e quadril.



Para a análise do deslocamento vertical foi feito uma coleta por cinco segundos com o voluntário em posição ortoestática para registra a posição exata do marcador colocado sobre a 5ª vértebra lombar em relação ao solo. Com esta posição foi possível determinar o tamanho do deslocamento vertical para cima e para baixo em relação a posição de origem, e o deslocamento vertical total.

Figura 10 - Deslocamento 0, deslocamento inferior e deslocamento superior, respectivamente.

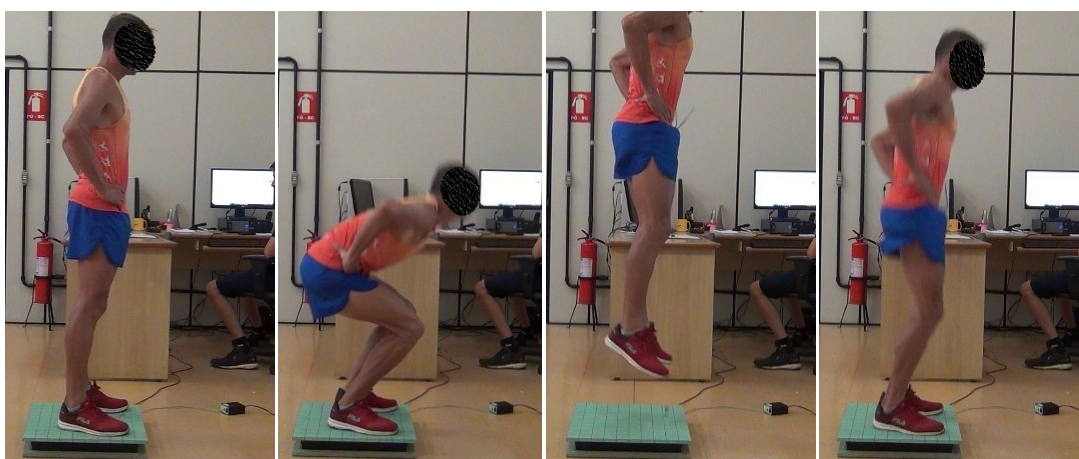


Terminada a coleta, os voluntários foram encaminhados para o teste de salto vertical.

4.4.3 Teste de salto vertical

Os voluntários foram instruídos a executarem uma sequência de três saltos verticais em contra movimento (SVCM), conforme figura 8. Os saltos foram realizados sobre a plataforma de força com intervalo de 30 segundos entre cada salto. Os dados foram coletados utilizando-se o software Emglab2, a frequência de amostragem foi de 100 Hz. Depois de coletados, os dados foram exportados para uma planilha Microsoft Office Excel. Terminado as coletas dos saltos, os voluntários foram encaminhados para o teste de pista.

Figura 11 - Salto Vertical Contra Movimento (SVCM)



4.4.4 Teste de desempenho máximo na pista

O teste de desempenho máximo na pista foi realizado em uma pista de 200 metros com piso asfáltico, localizada no campus da educação física da Universidade Federal de Uberlândia. Com uma trena rotativa, foi feita a medida das raias para a calibração da distância exata de 200 metros. A raia de número dois foi a que apresentou a distância de 200 metros, em que eram coincidentes seu início e final, sendo necessária a realização 12 voltas completas para percorrer a distância de 2400 metros. Dessa forma, ela foi escolhida para a realização dos testes. Conforme a figura 9, uma câmera sobre um tripé foi instalada a 75 cm do chão e a uma distância de 11,5 metros do centro da raia de número dois. A abertura angular foi tal que permitia a filmagem de uma distância horizontal e linear de 13 metros de comprimento de quem se deslocasse na raia dois. Essa distância foi suficiente para a gravação de dois ciclos completos de passada, ou seja, duas passadas com cada perna. Os voluntários foram instruídos a fazerem duas voltas na pista para aquecimento. Após o aquecimento e a prévia autorização do pesquisador, realizaram uma corrida de doze voltas na pista, no menor tempo possível, mantendo-se sempre no interior da raia de número dois.

Figura 12 - Posicionamento da câmera na pista.



Os vídeos foram transferidos da câmera para o computador utilizando-se o programa Play Memories Home®. Por meio do programa Kinovea®, foram feitas as análises das imagens, de onde foi extraído os dados comprimento da passada e frequência da passada em cada volta realizada pelos voluntários. Por meio do programa Kinovea®, com a utilização da ferramenta “linha”, foi feita a calibração das imagens de vídeo transformando os pixels das imagens em metros, sendo possível mensurar o tamanho de cada passada do voluntário. Para esse cálculo, considerou-se para determinação do comprimento da passada a distância entre o calcanhar de um dos pés e o calcanhar do pé contralateral. Os cálculos foram feitos pela média de quatro passos, ou seja, duas passadas consecutivas. A frequência da passada foi mensurada utilizando-se a ferramenta cronômetro do software Kinovea medindo-se o tempo gasto entre o início da primeira passada e o final da última passada. Por meio de cálculos matemáticos foi possível encontrar a quantidade passos realizados em um minuto, ou seja a frequência da passada em passadas por minuto (PPM).

4.5 Análise estatística

O cálculo amostral foi realizado utilizando-se o aplicativo BioEstat 5.3. Utilizando a regressão linear como tipo de teste, coeficiente de correlação = 0,8, o poder de 80% e o $\alpha = 0,05$, nos deu uma amostra de tamanho $n = 7$ para cada grupo. A estatística descritiva foi apresentada com valores de média, desvio padrão e porcentagem. Foi utilizado o Teste-t pareado para verificar as diferenças significativas entre a idade e as variáveis. Foi realizada uma análise dos dados antes de ser aplicado o teste estatístico para verificar sua distribuição para escolher entre a análise de correlação de Pearson (para parâmetros paramétricos dados) e análise de correlação de Spearman (para dados não paramétricos dados). O teste de Kolmogorov-Smirnov mostrou que o as variáveis analisadas apresentaram distribuição normal. Foi utilizado um nível de significância de $p \leq 0,05$. O software utilizado foi o Statistics® para Windows versão 13.0.

5 RESULTADOS

5.1 Características da amostra

Os voluntários foram avaliados em um exame de composição corporal por bioimpedância e classificados por grupos conforme a faixa etária, a divisão dos grupos se deu na seguinte forma: grupo um os nascidos nos anos 1992 a 2000, grupo dois os nascidos entre 1983 e 1991, grupo três os nascidos entre 1974 e 1982, grupo quatro os nascidos entre 1965 e 1973, grupo cinco os nascidos entre 1956 e 1964 e o grupo seis para os nascidos entre 1947 e 1955.

Tabela 1 – Características da amostra

Grupos	N	M_Idade±DP (Anos)	M_Estatura±DP (Cm)	M_Massa±DP (Kg)	M_Gordura±DP (%)	MMMI±DP (%)
1	18	23.8±2.6	173.3±5.4	66.0±9.9	13.4±3.3	13.5±0.7
2	17	31.6±2.2	174.1±4.5	72.6±10.5	16.8±6.3	12.8±1.2
3	27	40.6±2.7	177.6±6.1	77.0±12.7	17.0±7.0	12.8±1.4
4	14	51.0±2.6	171.2±5.5	71.6±9.0	21.3±5.3	12.0±1.0
5	17	58.5±2.7	170.8±6.2	67.9±8.9	20.7±6.9	14.4±1.5
6	7	69.1±3.3	169.6±5.6	58.5±3.8	15.3±6.0	12.9±1.4
Geral	100	42.6±14.0	173.6±6.1	71.1±11.2	17.6±6.4	12.7±1.3

Número de voluntários (N), Idade média e desvio padrão (M_idade±DP), estatura média (M_Estatura±DP), massa corporal média (M_Massa±DP), média de percentual de gordura corporal (M_Gordura±DP) e percentual de massa magra de membros inferiores (MMMI±DP).

A tabela 1 mostra a quantidade de voluntários na distribuição dos grupos por faixa etária. A média da idade, da estatura, da massa corporal, da porcentagem de massa de gordura e da porcentagem de massa magra nos membros inferiores \pm o desvio padrão destas variáveis. Também estão mostrados na tabela (Geral) os valores médios para cada variável independentemente dos grupos etários.

5.2 Análise da corrida na esteira

5.2.1 Variáveis angulares

Primeiramente foi feito uma coleta do voluntário durante cinco segundos em posição ortostática para a calibração dos marcadores em relação à origem para depois serem confrontados com os dados coletados durante a corrida e extraídos os valores de deslocamento superior e inferior em relação à posição de origem, o deslocamento total foi extraído da somatória destes deslocamentos. Os momentos

de coletas dos dados foram respectivamente posição (P1), posição (P2) e posição (P3) conforme figura 3.

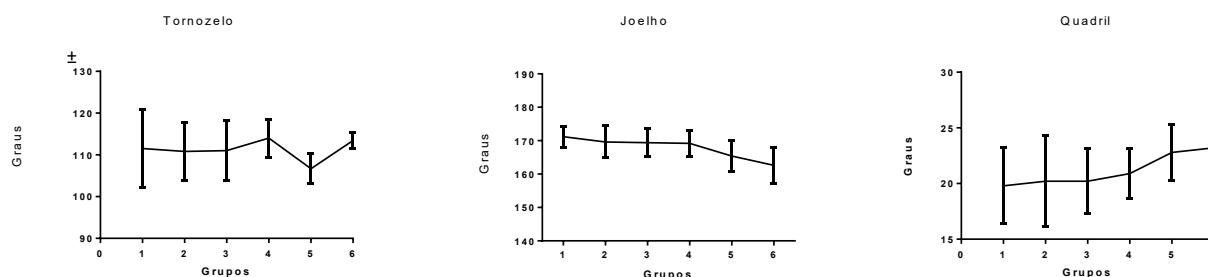
Nas tabelas 2, 3 e 4 estão os valores das médias do ângulo interno do tornozelo, do ângulo interno do joelho e do ângulo entre o quadril e a linha vertical que passa pelo centro do marcador do quadril. Estes valores estão em graus e foi feita as médias dos dois lados dos membros inferiores de todos os voluntários em cada uma das respectivas posições.

Tabela 2 – Média dos ângulos de tornozelo, joelhos e quadris na posição (P1).

Grupo	Tornozelo \pm DP (Graus)	Joelho \pm DP (Graus)	Quadril \pm DP (Graus)
1	111.5 \pm 9.3	171.2 \pm 3.1	19.8 \pm 3.4
2	110.8 \pm 7.0	169.6 \pm 4.8	20.2 \pm 4.1
3	111.0 \pm 7.2	169.4 \pm 4.2	20.2 \pm 2.9
4	114.0 \pm 4.6	169.2 \pm 3.9	20.9 \pm 2.2
5	106.7 \pm 3.6	165.4 \pm 4.6	22.8 \pm 2.5
6	113.4 \pm 1.9	162.6 \pm 5.4	23.2 \pm 2.9
Geral	110.9 \pm 6.8	168.6 \pm 4.8	20.9 \pm 3.2

Ângulo médio do tornozelo na posição (P1) e desvio padrão (Tornozelo \pm DP), ângulo médio do joelho na posição (P1) e desvio padrão (Joelho \pm DP), e ângulo médio do quadril na posição (P1) e desvio padrão (quadril \pm DP).

Figura 13 - Médias dos ângulos do tornozelo, joelho e quadril na posição (P1).

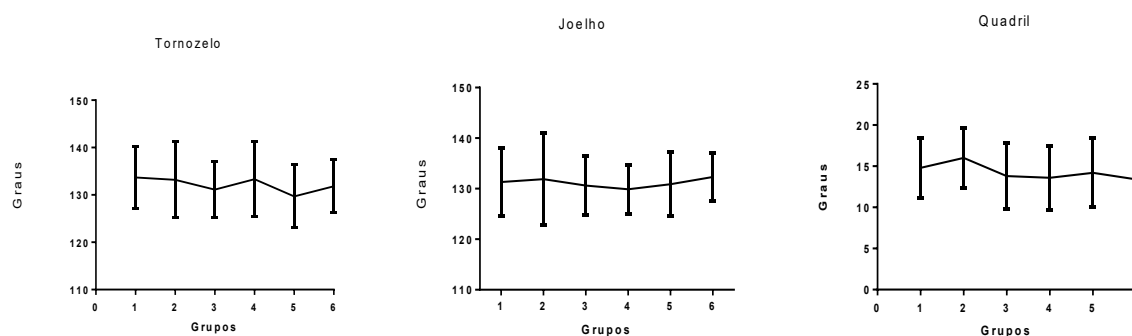


A figura 10 nos mostra que na posição (P1), não houve variação significativa entre os grupos no ângulo do tornozelo. Já o ângulo interno do joelho houve uma tendência de diminuição com o aumento da idade, assim como o ângulo do quadril houve uma tendência a aumentar com o aumento da idade.

Tabela 3 - Ângulos de tornozelo, joelho e quadril na posição (P2).

Grupo	Tornozelo±DP (Graus)	Joelho±DP (Graus)	Quadril±DP (Graus)
1	133.7±6.6	131.3±6.8	14.8±3.6
2	133.2±8.0	131.9±9.1	16.0±3.6
3	131.1±5.9	130.6±5.9	13.8±4.0
4	133.3±7.9	129.9±4.8	13.6±3.9
5	129.7±6.7	130.9±6.3	14.2±4.2
6	131.8±5.6	132.3±4.5	13.4±2.1
Geral	132.1±6.8	131.0±6.5	14.4±3.8

Ângulo médio do tornozelo e na posição (P2) e desvio padrão (Tornozelo±DP), ângulo médio do joelho na posição (P2) e desvio padrão (Joelho±DP), e ângulo médio do quadril na posição (P2) e desvio padrão (Quadril±DP).

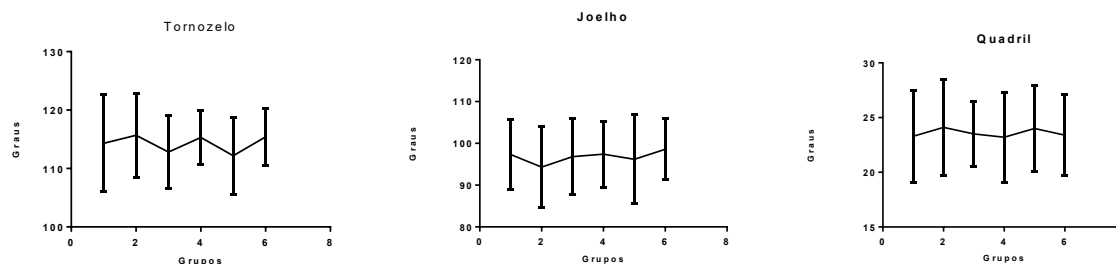
Figura 14 - Médias dos ângulos do tornozelo, joelho e quadril na posição (P2).

A figura 11 nos mostra que na posição (P2), também não houve variação significativa entre os grupos, no ângulo do tornozelo. Já o ângulo interno do joelho e o ângulo do quadril apresentaram uma correlação direta entre eles sem nenhuma correlação com a idade.

Tabela 4 - Ângulos de tornozelo, joelho e quadril na posição (P3).

Grupo	Tornozelo±DP (Graus)	Joelho±DP (Graus)	Quadril±DP (Graus)
1	114.3±8.3	97.3±8.4	23.3±4.2
2	115.7±7.2	94.3±9.6	24.1±4.4
3	112.8±6.3	96.8±9.1	23.5±3.0
4	115.3±4.7	97.4±7.9	23.2±4.1
5	112.2±6.6	96.2±10.7	24.0±3.9
6	115.4±4.8	98.6±7.3	23.4±3.7
Geral	114.0±6.6	96.6±9.0	23.6±3.8

Ângulo médio do tornozelo na posição (P3) e desvio padrão (Tornozelo±DP), ângulo médio do joelho na posição (P3) e desvio padrão (Joelho±DP), e ângulo médio do quadril na posição (P3) e desvio padrão (Quadril±DP).

Figura 15 – Médias dos ângulos do tornozelo, joelho e quadril na posição (P3).

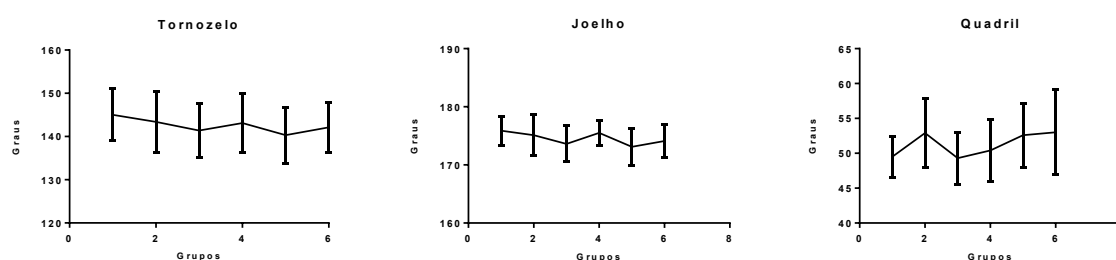
A figura 12 nos mostra que na posição (P3), assim como nas posições 1 e 2, não houve variação significativa entre os grupos no ângulo do tornozelo. Entre os ângulos interno dos joelhos e do quadril houve uma correlação inversa entre eles, ou seja, quando aumenta o ângulo interno do joelho o ângulo do quadril diminui, isto ocorreu independentemente da faixa etária dos voluntários.

A tabela 5 nos mostra a média da amplitude máxima do ângulo do tornozelo, do ângulo interno do joelho e do ângulo interno entre o centro do quadril e as pernas.

Tabela 5 – Média da amplitude máxima dos ângulos do tornozelo, joelho e quadril.

Grupo	Tornozelo±DP (Graus)	Joelho±DP (Graus)	Quadril±DP (Graus)
1	145.0±6.0	175.9±2.5	49.5±2.9
2	143.4±7.1	175.1±3.5	52.9±4.9
3	141.4±6.3	173.6±3.1	49.3±3.7
4	143.1±6.8	175.5±2.1	50.4±4.4
5	140.3±6.5	173.1±3.2	52.6±4.6
6	142.1±5.8	174.1±2.8	53.0±6.1
Geral	142.3±6.4	174.6±2.9	51.3±4.6

Média da amplitude máxima do ângulo do tornozelo e desvio padrão (Tornozelo±DP), média da amplitude máxima do joelho e desvio padrão (Joelho±DP), e média da amplitude máxima do quadril e desvio padrão (Quadril±DP).

Figura 16 – Média da amplitude máxima dos ângulos do tornozelo, joelho e quadril.

A figura 13 nos mostra uma diminuição na média da amplitude máxima do tornozelo com o aumento da idade, o mesmo acontecendo com a amplitude máxima do joelho,

enquanto a amplitude média máxima do quadril se comportou de maneira inversa a essas variáveis.

5.2.2 Variáveis espaço-temporais

As variáveis espaço-temporais coletadas na esteira foram: o deslocamento vertical, as suas posições de máximo superior e mínimo inferior em relação a origem, e o comprimento da passada.

5.2.2.1 Deslocamento vertical

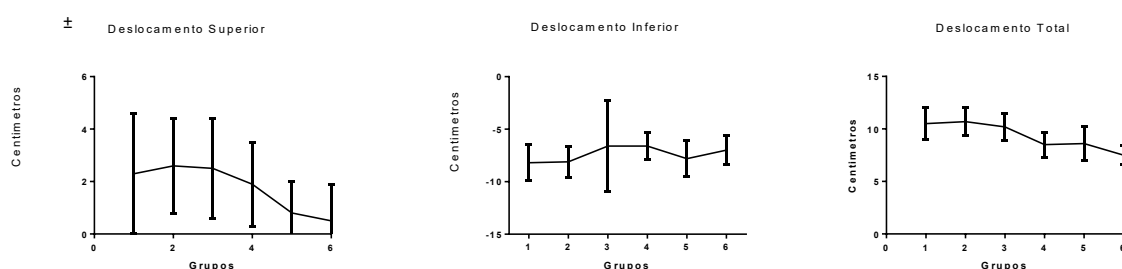
A tabela 6 nos mostra os valores em centímetros do deslocamento vertical e o desvio padrão, os valores negativos indicam que a posição alcançada está abaixo da posição de origem calibrada.

Tabela 6 - Deslocamento máximo superior em relação à origem, deslocamento máximo inferior em relação à origem e deslocamento máximo total.

Grupo	Superior \pm DP (Cm)	Inferior \pm DP (Cm)	Total \pm DP (Cm)
1	2.3 \pm 2.3	-8.2 \pm 1.7	10.5 \pm 1.5
2	2.6 \pm 1.8	-8.1 \pm 1.5	10.7 \pm 1.3
3	2.5 \pm 1.9	-6.6 \pm 4.3	10.2 \pm 1.3
4	1.9 \pm 1.6	-6.6 \pm 1.3	8.5 \pm 1.2
5	0.8 \pm 1.2	-7.8 \pm 1.7	8.6 \pm 1.6
6	0.5 \pm 1.4	-7.0 \pm 1.4	7.5 \pm 0.9
Geral	1.9 \pm 1.8	-7.5 \pm 2.2	9.6 \pm 1.7

Média do deslocamento máximo superior em relação à origem e desvio padrão (Superior \pm DP), média do deslocamento máximo inferior em relação à origem e desvio padrão (Inferior \pm DP), e média do deslocamento máximo total e desvio padrão (Total \pm DP).

Figura 17 - Deslocamento máximo superior em relação à origem, deslocamento máximo inferior em relação à origem e deslocamento máximo total.



A figura 14 apresenta uma queda do deslocamento superior com o avanço da idade. O grupo de número 6 não conseguiu nem mesmo alcançar, na média, o ponto de calibração. O deslocamento inferior, também mostrou uma redução do seu

deslocamento de acordo com a idade, conseqüentemente o deslocamento total foi diminuindo com o aumento da faixa etária.

5.2.2.2 Comprimento e frequência da passada

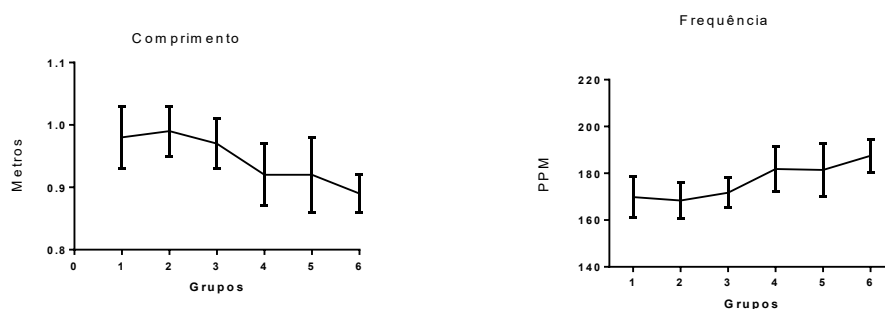
A frequência da passada foi mensurada pelo programa de análise de dados smartmocal e o comprimento da passada foi analisado utilizando velocidade da esteira que é constante e conhecida (10 Km/h).

Tabela 7 - Comprimento médio da passada e frequência média da passada na esteira para os seis grupos

Grupo	Comprimento \pm DP (Mt)	Frequência \pm DP (PPM)
1	0.98 \pm 0.05	169.8 \pm 8.9
2	0.99 \pm 0.04	168.4 \pm 7.6
3	0.97 \pm 0.04	171.7 \pm 6.3
4	0.92 \pm 0.05	181.7 \pm 9.5
5	0.92 \pm 0.06	181.4 \pm 11.2
6	0.89 \pm 0.03	187.5 \pm 7.1
Geral	0.96 \pm 0.06	174.6 \pm 10.4

Média do comprimento da passada em metros e desvio padrão (Comprimento \pm DP), média do número de passadas por minutos (PPM) e desvio padrão (Inferior \pm DP).

Figura 18 - Comprimento médio da passada e frequência média da passada



Os resultados nos mostraram uma alta correlação inversa entre a idade média dos corredores de cada grupo e o comprimento da passada na mesma velocidade medida na esteira ($p = -0,94$) e uma alta correlação direta entre a idade média dos corredores de cada grupo e a frequência da passada nas mesmas condições ($p = 0,94$).

5.3 Análise da corrida na pista

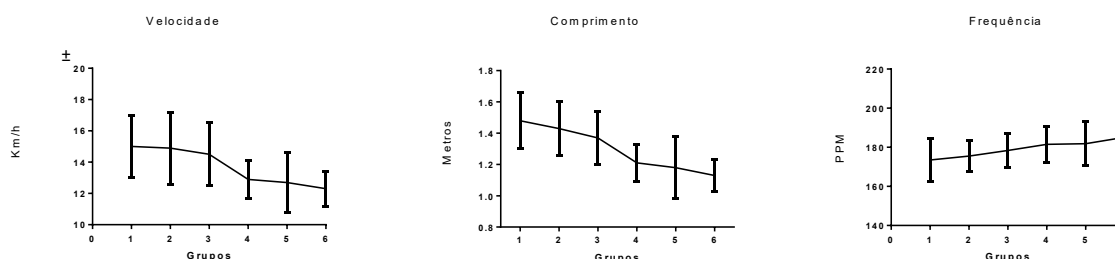
5.3.1 Variáveis espaço-temporais

Tabela 8 - Velocidade média, Comprimento médio da passada e frequência média da passada.

Grupo	Velocidade \pm DP (KM/h)	Comprimento \pm DP (Mt)	Frequência \pm DP (PPM)
1	15.0 \pm 2.0	1.48 \pm 0.18	173.5 \pm 11.2
2	14.9 \pm 2.3	1.43 \pm 0.17	175.5 \pm 8.1
3	14.5 \pm 2.0	1.37 \pm 0.17	178.4 \pm 8.6
4	12.9 \pm 1.2	1.21 \pm 0.12	181.5 \pm 9.1
5	12.7 \pm 1.9	1.18 \pm 0.20	181.8 \pm 11.3
6	12.3 \pm 1.1	1.13 \pm 0.10	185.1 \pm 12.7
Geral	14.0 \pm 2.1	1.33 \pm 0.20	178.3 \pm 10.0

Velocidade média na distância percorrida em quilômetros por hora e desvio padrão (Velocidade \pm DP), média do comprimento da passada em metros e desvio padrão (Comprimento \pm DP), e média do número de passadas por minutos (PPM) e desvio padrão (Frequência \pm DP).

Figura 19 – Velocidade média, comprimento médio da passada e frequência média da passada.



A figura 16 nos mostra que os grupos com maior faixa etária apresentaram as menores velocidades, ao mesmo tempo diminuiu o comprimento da passada e aumentaram a frequência da passada.

Assim como nos resultados obtidos em velocidade constante, os resultados nos mostraram uma alta correlação inversa entre a idade média dos corredores de cada grupo e o comprimento da passada em velocidade média dos voluntários na pista ($p = -0,97$) e uma alta correlação direta entre a idade média dos corredores de cada grupo e a frequência da passada nas mesmas condições ($p = 0,91$) e também uma alta correlação inversa entre a idade média dos corredores de cada grupo e a velocidade média dos voluntários na pista ($p = -0,94$).

5.4 Análise do salto

Foram analisados três variáveis no SVCM sobre a plataforma de força: a altura do salto, a potência do salto e o pico de amortecimento normalizado pela massa do

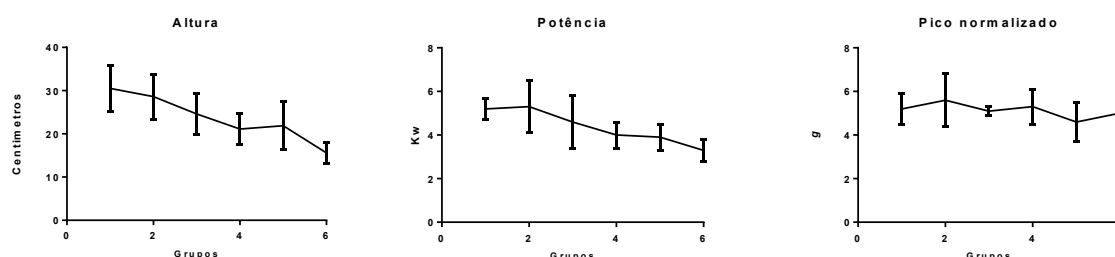
indivíduo. A altura dos saltos foi medida em centímetros, a potência em kilowatt e o pico foi medido em newtons e normalizado pelo peso de cada indivíduo, sendo o resultado apresentado por g que é o valor aproximado da força gravitacional, Os dados foram coletados e analisados pelo software EMGlab2 e exportados para uma planilha no Excel.

Tabela 9 - Altura, potência e pico normalizado no SVCM

Grupo	Altura \pm DP (Cm)	Potência \pm DP (Kw)	Pico normalizado \pm DP (g)
1	30.5 \pm 5.2	5.2 \pm 0.5	5.2 \pm 0.7
2	28.6 \pm 5.2	5.3 \pm 1.2	5.6 \pm 1.2
3	24.6 \pm 4.8	4.6 \pm 1.2	5.1 \pm 0.2
4	21.1 \pm 3.6	4.0 \pm 0.6	5.3 \pm 0.8
5	21.9 \pm 5.5	3.9 \pm 0.6	4.6 \pm 0.9
6	15.6 \pm 2.4	3.3 \pm 0.5	5.0 \pm 0.5
Geral	24.8 \pm 6.4	4.5 \pm 1.1	5.1 \pm 0.9

Média da altura máxima em centímetros alcançada pelos voluntários no SVCM e desvio padrão (Altura \pm DP), média da potência máxima em kilowatts aplicada pelos voluntários no SVCM e desvio padrão (Potência \pm DP), e média do pico de força no amortecimento do salto normalizado pela massa dos voluntários medida em g (peso do voluntário) e desvio padrão (Pico normalizado \pm DP).

Figura 20 - Altura, potência e pico normalizado no SVCM



Os resultados encontrados mostraram uma correlação inversa ($p = - 0,669$) entre a idade média dos voluntários de cada grupo com a altura máxima alcançada pelos voluntários, quanto à potência, os resultados também apresentaram uma correlação inversa ($p = - 0,589$) perante a idade média dos voluntários de cada grupo. Já o pico de força máxima normalizada pela massa de cada indivíduo não houve correlação significativa ($p = - 0,182$) quando comparada com a idade média dos voluntários de cada grupo.

6 DISCUSSÃO

6.1 Composição corporal e desempenho

No exame de análise da composição corporal por bioimpedância, investigaram-se a correlação entre o percentual de massa gorda total, o percentual de MMMI, o comprimento da passada e a frequência da passada no teste de desempenho máximo dos atletas na pista. Uma vez que o desempenho de um corredor se dá pelo produto do comprimento da passada pela frequência da passada, a FRS aplicada pelo corredor durante a fase de propulsão da corrida é determinante para o desempenho do atleta. O acúmulo de gordura faz aumentar a massa corporal do atleta causando uma diminuição no desempenho e ainda aumentando o custo energético durante a corrida. O estudo de Gonçalves et al. (2015) mostrou que a massa magra influencia na força, mas não na resistência à fadiga em idosos. Indivíduos com maior massa magra nos membros inferiores produziram maior força muscular na extensão do joelho no teste contração isométrica voluntária máxima (CIVM). Gonçalves et al. (2015) também mostraram uma correlação positiva ($p = 0.55$) entre idade e diminuição da massa corporal magra. Assim, idade e massa corporal magra são fatores que influenciam a força máxima isométrica dos idosos. A idade mostra uma relação inversa: quanto mais idosa a pessoa, menor a força alcançada. A massa corporal magra mostra esta relação: quanto maior a massa corporal magra, maior a força máxima alcançada. Assim, idade e massa corporal magra são fatores que influenciam a máxima força isométrica dos idosos. Embora os idosos com maior massa magra corporal apresentassem maior força muscular, eles não mostraram menor fadiga. Isso demonstra que força muscular e resistência à fadiga são capacidades diferentes, no mínimo sob o ponto de vista dos substratos energéticos. A fadiga muscular em idosos corredores é um importante parâmetro neuromuscular, mas ainda é raramente relatado na literatura. Indivíduos com maior massa corporal gorda, devido ao maior peso corporal, fornecem uma resistência constante ao sistema muscular. Esse fato adicionado aos efeitos deletérios que ocorrem em maior extensão nas fibras do tipo II (potência) do que nas fibras do tipo I (resistência) poderia explicar esse comportamento da resistência à fadiga. O aumento da gordura corporal é um fator importante associado com o processo de envelhecimento e pode ser prejudicial à saúde (MATSUDO, 2009).

A análise de correlação de Pearson foi utilizada para verificar a correlação entre o comprimento médio da passada (CP) e a frequência média da passada (FP) no teste de pista, contra a porcentagem de massa gorda (%Gordura) e a porcentagem de massa magra nos membros inferiores (MMMI). A correlação de Pearson mostrou que o percentual de gordura na composição corporal é inversa ao comprimento da passada ($p = - 0,618$), ou seja, quanto maior o percentual de gordura menor será o comprimento da passada, por outro lado o percentual de MMMI é possui correlação direta ao comprimento da passada ($p = 0,601$), quanto maior a porcentagem de MMMI maior será o comprimento da passada. Assim, existe uma tendência de, com o aumento da idade, aumentarmos o percentual de gordura e diminuirmos o percentual de MMMI na nossa composição corporal, o que proporciona uma diminuição do comprimento da passada com o envelhecimento. Não foi observada correlação significativa entre gordura ($p = - 0,069$) e a frequência da passada e o percentual de MMMI ($p = 0,060$).

6.2 Análises angulares no teste na esteira

Foram analisados, nesta pesquisa, três ângulos em três momentos distintos durante o teste na esteira com velocidade controlada. Conforme descrito anteriormente na metodologia, os ângulos analisados foram: o ângulo interno do tornozelo, o ângulo interno do joelho e o ângulo do quadril. Nos três instantes analisados não houve variação significativa entre os grupos na articulação do tornozelo para os movimentos estudados. Embora algumas diferenças intra grupos tenham sido observadas, essa variável não apresentou correlação significativa com o envelhecimento. Okada et al. (1994) também não encontraram correlações significantes entre a idade e a amplitude de movimento do tornozelo em corredores competitivos. No estudo realizado por Bus (2003), foram encontrados resultados similares ao do presente estudo. Os sujeitos avaliados por Bus (2003) podiam controlar a velocidade, ao contrário deste estudo, no qual todos os voluntários foram analisados nas mesmas condições. Quanto à flexão do joelho, os idosos exibiram menor grau de flexão no contato inicial (P1), nenhuma diferença significativa na posição (P2) e menor excursão na flexão do joelho na posição (P3) durante o apoio. No estudo conduzido por Bus (2003), foram encontrados comportamentos similares ao desta pesquisa, em sujeitos com idade entre 55 e 65 anos. Já para o ângulo interno do joelho houve uma diminuição na fase de contato inicial (P1) e aumento na

fase de apoio (P3) nos idosos, o que pode ser explicado pelo aumento da rigidez articular com o processo de envelhecimento biológico que já foi relatado em estudo de Vandervoort (1992). Bus (2003) atribuiu o maior grau de flexão do joelho durante o contato inicial em corredores mais velhos ao fato de que a rigidez articular do joelho limita a extensão do joelho antes do contato inicial do pé contra o solo. Além disso, tal flexão do joelho serviria para reduzir a carga no sistema musculoesquelético logo após o impacto inicial. Já o ângulo do quadril mostrou uma relação inversa ao comportamento do ângulo do joelho, o que pode ser explicado por uma compensação desse ângulo ocorrida pelo padrão de marcha “precavida” adotada pelos idosos para fornecer maior estabilidade e menor risco de quedas durante a corrida ser maior no joelho em relação ao tornozelo (BUS, 2003; RAMSEY; WRETENBERG, 1999). Além disso, as estratégias adaptativas do joelho dos idosos podem ter sido mais importantes do que as do tornozelo em resposta ao impacto a que é submetido durante o período de apoio da corrida (BUS, 2003). Alguns estudos têm demonstrado que, ao adotar uma maior magnitude de flexão do joelho e maior extensão do quadril durante o contato inicial, o impacto inicial é reduzido (GERRITSEN; VAN DEN BOGERT; NIGG, 1995; MCMAHON; VALIANT; FREDERICK, 1987). Porém, os efeitos causados pela mudança do comportamento angular do tornozelo durante essa fase da marcha e da corrida não são bem compreendidos. Dessa forma, os idosos podem alterar o padrão do joelho e do quadril e não do tornozelo na corrida, intuitivamente, com essa finalidade. Os achados de Bus (2003) corroboram os achados deste estudo.

6.3 Amplitude de movimento

Foi analisada a amplitude máxima do movimento angular, que é a média das maiores amplitudes angulares de cada uma das articulações analisadas e aplicada a correlação de Pearson, para verificar a correlação entre a amplitude angular das articulações encontradas na análise da esteira com a idade média de cada grupo e o desempenho dos voluntários no teste na pista. Apesar de o índice de Pearson ter mostrado baixa correlação entre a amplitude angular na esteira, no que se refere a idade dos corredores e o desempenho deles na pista, foi possível analisar em quais articulações a amplitude se comportou diretamente ou inversamente ao movimento. Nas articulações do tornozelo e do joelho, a amplitude de movimento mostrou uma diminuição com a idade e um aumento com o desempenho na pista, já o ângulo do

quadril se comportou de maneira contrária, ou seja, apresentou um aumento de amplitude com o aumento da idade e uma diminuição com a melhora do desempenho na pista. A ADM nas articulações do tornozelo e do joelho dos corredores foi caracterizada por ser menor para os corredores mais velhos, esses resultados estão de acordo com os achados da literatura sobre a cinemática de corrida de pessoas mais velhas (HAMILTON, 2016; OKADA et al., 1994). Okada et al.(1994) estudaram a cinemática de 46 corredores do sexo masculino em uma corrida de 5000 m, com idades entre 40 e 81 anos. A ADM da articulação do joelho também apresentou correlação inversa com a idade, ou seja quanto maior a idade do corredor menor a ADM da articulação do joelho. No entanto, todos os corredores selecionaram a própria velocidade, que era substancialmente menor nos grupos etários mais velhos. Os efeitos da idade e da velocidade nestes resultados não puderam ser distinguidos. Hamilton (2016) estudou a cinemática da corrida em 162 homens e mulheres com idades entre 30 e 90 anos, e também descobriu que a ADM do joelho foi inversamente correlacionada com a idade, independentemente da rapidez da corrida. O estudo de Bus (2003) feito com dois grupos de corredores com faixas etárias diferentes, 13 jovens adultos com idades entre 20 e 35 anos e 16 idosos com idades entre 55 e 65 anos, também encontrou uma ADM do joelho e tornozelo inversamente proporcionais à idade, e ainda apresentou correlações diretas altamente significativas com propulsão FRS. Portanto, diferenças no FRS podem explicar uma grande porcentagem da variância na cinemática em ambos os grupos, embora essa suposição deva ser tratada com cautela porque as relações de causa e efeito não puderam ser estabelecidas. A rigidez das articulações das extremidades inferiores não foi medida neste estudo, mas sabe-se que ela aumenta com a idade (SUCH et al., 1975; VANDERVOORT et al., 1992). Não foram encontrados na literatura estudos que correlacionassem a ADM do quadril entre corredores jovens e idosos na mesma velocidade. No presente estudo, os resultados mostraram uma maior ADM no ângulo interno do quadril. Esses valores foram encontrados na posição (P1) no momento em que o pé toca o solo. O maior grau de flexão do joelho e maior ângulo de extensão do quadril na posição (P1) dos corredores idosos também podem ser um resultado direto do aumento do impacto no solo causado pela diminuição da camada de gordura subtalar e pelo aumento da rigidez articular, que, por razões mais estratégicas, podem ter desempenhado um papel em que corredores mais velhos utilizam-se desses artifícios para reduzir o

impacto e aumentar o amortecimento sobre o sistema músculo-esquelético diretamente após o impacto. Juntamente com os achados da redução da ADM em articulações da extremidade inferior e aumento da ADM do quadril, esses resultados refletem um padrão de marcha mais cauteloso em que os corredores mais velhos podem obter mais estabilidade e menor risco de queda.

6.4 Comprimento e frequência da passada na esteira

O comprimento e a frequência da passada dos voluntários foram analisados na esteira em velocidade controlada a 10Km/h, o que implica uma correlação direta e inversa respectivamente entre as duas variáveis. Assim como em Bus (2003); (HAMILTON, 2016; OKADA et al., 1994), os corredores mais velhos apresentaram um aumento na frequência da passada e uma diminuição no seu comprimento. Corredores mais velhos possuem estaturas significativamente mais baixas do que os participantes mais jovens e a correlação de Pearson mostrou índices baixos entre a estatura e o comprimento da passada dos corredores ($p = 0,21$). Várias evidências na literatura confirmam que indivíduos mais altos não necessariamente executam um maior comprimento da passada em relação a indivíduos de menor estatura a uma determinada velocidade de corrida. Por exemplo, Cavanagh e Williams (1982) e Cavanagh e Kram (1989) relataram valores de correlação inversa entre a estatura corporal e o comprimento da passada ($p = - 0,09$). Cavanagh et al. (1980) relataram uma correlação inversa entre o comprimento da perna e o comprimento da passada ($p = - 0,10$). Isso sugere que medidas antropométricas, como a altura, não são determinantes primários das variáveis básicas da passada na corrida e questiona a necessidade de normalização. Mais provavelmente, outros fatores, como a produção de força de reação do solo e o tipo de fibra muscular, também contribuem para determinar a magnitude do comprimento e da frequência da passada. Como mecanismos de compensação mencionados anteriormente, a rigidez das articulações, alteração da composição corporal, segurança e minimização do custo energético (CAVANAGH; WILLIAMS, 1982) podem ser fatores contribuintes significativos para determinação do comprimento e da frequência da passada praticados pelo atleta durante uma corrida, e podem explicar, em parte, as diferenças significativas encontradas entre os corredores mais velhos e os mais jovens.

6.5 Deslocamento vertical

Para a análise do deslocamento vertical, foi feita uma calibração, antes do início da corrida, para registrar a posição do marcador em relação à origem. O deslocamento vertical total (DVT) foi dividido em duas partes, a primeira sendo o deslocamento máximo superior (DMS), que é o deslocamento acima da posição de origem, e a segunda parte, o deslocamento máximo inferior (DMI), que é o deslocamento abaixo da posição de origem. Não foi encontrado na literatura correlacionamento entre o deslocamento vertical na corrida de jovens adultos e idosos, porém, Dillman (1975); (HALL, 2016; CAVANAGH; LAFORTUNE, 1980) foram unânimes em suas pesquisas quanto à relação inversa entre velocidade de deslocamento e deslocamento vertical, ou seja, quanto maior a velocidade de deslocamento menor será o deslocamento vertical. Nesta pesquisa foi feita a análise das variações do deslocamento vertical entre os diferentes grupos em uma mesma velocidade. Foi encontrada uma correlação inversa entre a idade e o DVT ($p = -0,59$), o que indica que quanto mais idoso menor é o DVT, ainda foi encontrada uma variação média de 29% no DVT do grupo dos mais jovens para o grupo dos mais idosos. Outras variações significativas encontradas foram em relação ao DMS e ao DMI. Os grupos de corredores mais jovens apresentaram o DMS médio de 2,5cm, enquanto o grupo dos mais idosos não apresentou variação no DMS, e a variação do DMI médio encontrado nos grupos mais jovens foi de 8,1cm e no grupo dos mais idosos apenas 7,0cm. Estes dados nos mostram que existe uma alteração na biomecânica da corrida conforme envelhecemos. Com o passar dos anos tendemos a correr mais “agachados”. A análise de Pearson mostrou uma forte correlação inversa ($p = -0,81$) entre a frequência da passada e o DVT entre todos os voluntários durante o teste de corrida na esteira. Como vimos na análise da frequência da passada, e corroborando com os resultados de Bus (2003); (HAMILTON, 2016; OKADA et al., 1994) os corredores mais velhos apresentaram um aumento na frequência da passada em relação aos mais jovens, provavelmente, pelos mesmos fatores que contribuem para a diminuição da DVT nos corredores mais idosos. Quanto ao DMS possuir maior diminuição em relação à origem do que o DMI, o DMS. (HASEGAWA; YAMAUCHI; KRAEMER, 2007) é resultante do movimento concêntrico da extensão dos ângulos do tornozelo, joelho e quadril, que exigem maior MMTI relativa à massa corporal total, enquanto o DMI é resultante do movimento excêntrico destas mesmas articulações, exigindo menor MMTI relativa à

massa corporal total. Como vimos anteriormente, devido à sarcopenia (KORHONEN et al., 2009; TARPENNING et al., 2004), tendemos a perder MMMI e a aumentar a nossa massa de gordura com o envelhecimento.

6.6 Desempenho na pista

Como esperado, a velocidade média da corrida na pista em desempenho máximo dos corredores idosos foi menor do que a dos corredores mais jovens. Esse resultado corrobora com Bus (2003); (HAMILTON, 2016; OKADA et al., 1994). Essa queda de desempenho com a idade se deve ao somatório de todos os fatores degenerativos que se desenvolvem ao longo do envelhecimento descritos por (SUCH et al., 1975; LARSSON; GRIMBY; KARLSSON, 1979; HSU et al., 1998) demandas por segurança e minimização de custo metabólico. A minimização desses fatores degenerativos pode levar à melhora e ao prolongamento do desempenho dos corredores ao longo do envelhecimento.

6.7 Comprimento e frequência da passada na pista

Os resultados encontrados nesta pesquisa corroboram com os dados encontrados por Bus (2003) que indicam uma queda no comprimento e um aumento na frequência da passada, mas provavelmente, fatores, como a produção de força de reação do solo, MMMI, massa corporal e o comprimento dos membros inferiores determinam a magnitude do comprimento e da frequência da passada, conforme indicado nas correlações encontradas entre esses parâmetros e os grupos em diferentes faixas etárias. Com o envelhecimento, o corpo passa a ter maior dificuldade para manter o mesmo desempenho da juventude. Como alternativa, o corpo passa a utilizar mecanismos alternativos para diminuir os efeitos dos fatores deletérios do envelhecimento. A diminuição do comprimento e o aumento do número de passadas podem ser artifícios utilizados pelo corpo para diminuir o impacto com o solo, evitar lesões e minimizar o custo energético durante a corrida (CAVANAGH; WILLIAMS, 1982). Esses fatores podem explicar, em parte, as diferenças significativas encontradas entre os corredores mais velhos e os mais jovens. Outro dado interessante observado neste estudo foi que entre os grupos de corredores mais idosos não houve diferença significativa entre a frequência da passada encontrada no teste da esteira e no desempenho máximo na pista. O aumento do desempenho desses grupos foi ocasionado exclusivamente pelo

aumento do comprimento da passada, enquanto os grupos dos corredores adultos jovens apresentaram aumento tanto no comprimento da passada como também na frequência da passada, isso pode ser explicado pelo fato de os corredores idosos já terem atingido, provavelmente, o limite da sua frequência de passadas restando apenas o aumento do comprimento como alternativa para o aumento do desempenho máximo.

6.8 Salto vertical na plataforma de força

No salto vertical contra movimento (SVCM) sobre a plataforma de força, foram analisadas três variáveis, a altura do salto, a potência do salto e o pico máximo da força aplicada na plataforma no momento da aterrissagem sobre a plataforma, normalizado pela massa corporal do voluntário. A altura do salto foi correlacionada com a idade média dos corredores em cada grupo ($p = - 0,669$), mostrando uma correlação inversa, ou seja, quanto maior a idade menor a altura máxima alcançada pelo voluntário, o mesmo ocorrendo na correlação entre a potência e a idade média dos corredores em cada grupo ($p = - 0,589$). Outra correlação encontrada foi entre a potência do salto e o comprimento da passada no teste de desempenho máximo na pista ($p = 0.501$). Para a variável pico normalizado, foi aplicado o teste-t e não foi verificado variação estatística significativa, este resultado foi contra a literatura (BUS, 2003; CAVANAGH; WILLIAMS, 1982) que afirmam que corredores mais idosos diminuem o comprimento e o aumentam do número de passadas como artifícios utilizados pelo corpo para diminuir o impacto com o solo e evitar lesões. Uma vez que não foi encontrada diferença no pico normalizado entre os grupos de diferentes faixas etárias, não deve ser esta uma variável responsável pelo aumento do comprimento e diminuição da frequência da passada.

7 CONCLUSÃO

No presente estudo mostrou que existe uma mudança na biomecânica da corrida conforme envelhecemos. O ângulo do tornozelo não sofre alteração com o nosso envelhecimento, mas o ângulo interno do joelho tende a ficar menos flexionado enquanto o ângulo do quadril tende a aumentar a sua amplitude máxima para compensar a menor flexibilidade da articulação do joelho. O deslocamento vertical diminui com o aumento da idade. Os corredores mais velhos tendem a correr mais agachados, enquanto os mais jovens tendem a deslocar todo o corpo para uma posição mais alta durante a fase de voo na corrida. Corredores mais velhos tendem a diminuir o comprimento da passada e a aumentar a frequência da passada quando comparados aos mais jovens. As causas para essas diferenças são atualmente pouco conhecidas, mas podem ser o resultado da delicada interação entre a cinemática e fatores cinéticos influenciados por outros fatores como a degeneração musculoesquelética, demandas por segurança e minimização de custo energético durante a corrida. Aparentemente a perda de massa muscular é o principal fator causador das alterações na biomecânica da corrida entre corredores jovens e idosos, a flexibilidade também pode ser um fator relevante nessas alterações. A inserção de treinamentos resistidos e de flexibilidade pode ser uma boa estratégia para a manutenção do desempenho de corredores ao longo do envelhecimento.

8 REFERÊNCIAS

ALBERTO, C.; BRUNIEIRA, V. **ANÁLISE BIOMECÂNICA DA LOCOMOÇÃO HUMANA: ANDAR E CORRER**. [s.l.: s.n.].

ALNAQEEB, M. A.; AL ZAID, N. S.; GOLDSPINK, G. Connective tissue changes and physical properties of developing and ageing skeletal muscle. **Journal of anatomy**, 1984.

ALTON, F. et al. A kinematic comparison of overground and treadmill walking. *Clinical biomechanics*. **Clinical Biomechanics**, v. 13, n. 6, p. 434–440, 1998.
[https://doi.org/10.1016/S0268-0033\(98\)00012-6](https://doi.org/10.1016/S0268-0033(98)00012-6)

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. **Medicine and science in sports and exercise**, 2009.

ANN, T.; SKINNER, A.; PIERCY, J. **Fisioterapia de Tydi**. Tradução de Terezinha Oppido. 12. ed. Santos: [s.n.].

ARAMPATZIS, A. et al. Why do older sprinters reach the finish line later? **Exercise and Sport Sciences Reviews**, 2011.
<https://doi.org/10.1097/JES.0b013e318201efe0>

BURNFIELD, J. M. et al. The influence of lower extremity joint torque on gait characteristics in elderly men. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, 2000.
<https://doi.org/10.1053/apmr.2000.7174>

BUS, S. A. Ground reaction forces and kinematics in distance running in older-aged men. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 35, n. 7, p. 1167–1175, 2003.
<https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000074441.55707.D1>

CAVANAGH, P. R.; KRAM, R. Stride length in distance running: velocity, body dimensions, and added mass effects. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, 1989.
<https://doi.org/10.1249/00005768-198908000-00020>

CAVANAGH, P. R.; LAFORTUNE, M. A. Ground reaction forces in distance running. **Journal of Biomechanics**, 1980.
[https://doi.org/10.1016/0021-9290\(80\)90033-0](https://doi.org/10.1016/0021-9290(80)90033-0)

CAVANAGH, P. R.; WILLIAMS, K. R. The effect of stride length variation on oxygen uptake during distance running. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, 1982.
<https://doi.org/10.1249/00005768-198214010-00006>

CHAKRAVARTY, E. F. et al. Reduced disability and mortality among aging runners: A 21-year longitudinal study. **Archives of Internal Medicine**, 2008.
<https://doi.org/10.1001/archinte.168.15.1638>

CLAUDINO, J. G. et al. Pre vertical jump performance to regulate the training volume. **International Journal of Sports Medicine**, 2012.

COFRÉ, L. E. et al. Aging modifies joint power and work when gait speeds are matched. **Gait and Posture**, 2011.
<https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2010.12.030>

CONOBOY, P.; DYSON, R. Effect of aging on the stride pattern of veteran marathon runners. **British Journal of Sports Medicine**, 2006.
<https://doi.org/10.1136/bjsm.2006.026252>

CRONIN, J. B.; HING, R. D.; MCNAIR, P. J. Reliability and validity of a linear position transducer for measuring jump performance. **Journal of Strength and Conditioning Research**, 2004.
[https://doi.org/10.1519/1533-4287\(2004\)18<590:RAVOAL>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1519/1533-4287(2004)18<590:RAVOAL>2.0.CO;2)

DILLMAN, C. J. Kinematic analyses of running. **Exercise and sport sciences reviews**, v. 3, p. 193–218, 1975.
<https://doi.org/10.1249/00003677-197500030-00010>

FARLEY, C. T.; GONZÁLEZ, O. Leg stiffness and stride frequency in human running. **Journal of Biomechanics**, 1996.
[https://doi.org/10.1016/0021-9290\(95\)00029-1](https://doi.org/10.1016/0021-9290(95)00029-1)

FUKUCHI, R. K.; DUARTE, M. Comparison of three-dimensional lower extremity running kinematics of young adult and elderly runners. **Journal of Sports Sciences**, 2008.
<https://doi.org/10.1080/02640410802209018>

GERRITSEN, K. G. M.; VAN DEN BOGERT, A. J.; NIGG, B. M. Direct dynamics simulation of the impact phase in heel-toe running. **Journal of Biomechanics**, 1995.
[https://doi.org/10.1016/0021-9290\(94\)00127-P](https://doi.org/10.1016/0021-9290(94)00127-P)

GONÇALVES, B. L. et al. Association among body composition, muscle performance and functional autonomy in older adults. **Fisioterapia em Movimento**, v. 28, n. 1, p. 49–59, 2015.
<https://doi.org/10.1590/0103-5150.028.001.AO05>

GOSSELIN, L. E. et al. Effect of exercise training on passive stiffness in locomotor skeletal muscle: Role of extracellular matrix. **Journal of Applied Physiology**, 1998.
<https://doi.org/10.1152/jappl.1998.85.3.1011>

GUCCIONE, A. **Fisioterapia geriátrica**. Tradução de José Eduardo Ferreira de Figueiredo e Marcelo Alves Chagas. 2. ed. Rio de Janeiro: [s.n.].

HALL, S. **Biomecânica Basica**. 7. ed. Rio de Janeiro: [s.n.].

HAMILTON, N. Changes in Sprint Stride Kinematics with Age in Master's Athletes. **Journal of Applied Biomechanics**, 2016.

HASEGAWA, H.; YAMAUCHI, T.; KRAEMER, W. J. Foot strike patterns of runners at the 15-km point during an elite-level half marathon. **Journal of Strength and Conditioning Research**, 2007.
<https://doi.org/10.1519/R-22096.1>

HAY, J. **Biomecânica das técnicas desportivas**. 2. ed. Rio de Janeiro: [s.n.].
 HSU, T. C. et al. Comparison of the mechanical properties of the heel pad between young and elderly adults. **Archives of physical medicine and rehabilitation**, v. 79, n. 9, p. 1101–4, set. 1998.
[https://doi.org/10.1016/S0003-9993\(98\)90178-2](https://doi.org/10.1016/S0003-9993(98)90178-2)

IMPELLIZZERI, F. M. et al. Effect of plyometric training on sand versus grass on muscle soreness and jumping and sprinting ability in soccer players. **British Journal of Sports Medicine**, 2008.
<https://doi.org/10.1136/bjsm.2007.038497>

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.
<https://doi.org/10.1080/02640419608727717>

JUDGEROY, J. O.; DAVIS, B.; OUNPUU, S. Step Length Reductions in Advanced Age: The Role of Ankle and Hip Kinetics. **The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences**, 1996.
<https://doi.org/10.1093/gerona/51A.6.M303>

KARAMANIDIS, K.; ARAMPATZIS, A. Mechanical and morphological properties of different muscle-tendon units in the lower extremity and running mechanics: Effect of aging and physical activity. **Journal of Experimental Biology**, 2005.
<https://doi.org/10.1242/jeb.01830>

KAUFFMAN, T. **Manual de reabilitação de geriátrica**. Tradução de Telma Lúcia de Azevedo Hennemann. 1. ed. Rio de Janeiro: [s.n.].

KORHONEN, M. T. et al. Biomechanical and skeletal muscle determinants of maximum running speed with aging. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, 2009.
<https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181998366>

LARSSON, L.; GRIMBY, G.; KARLSSON, J. Muscle strength and speed of movement in relation to age and muscle morphology. **Journal of applied physiology: respiratory, environmental and exercise physiology**, v. 46, n. 3, p. 451–6, mar. 1979.
<https://doi.org/10.1152/jappl.1979.46.3.451>

MASSEY, C. J. et al. Effects of aging and degeneration on the human intervertebral disc during the diurnal cycle: A finite element study. **Journal of Orthopaedic Research**, 2012.

<https://doi.org/10.1002/jor.21475>

MATSUDO, S. M. M. Envelhecimento, atividade física e saúde. **Envelhecimento E Saúde**, 2009.

MCGIBBON, C. A. Toward a better understanding of gait changes with age and disablement: Neuromuscular adaptation. **Exercise and Sport Sciences Reviews**, 2003.

<https://doi.org/10.1097/00003677-200304000-00009>

MCGINNIS, P. **Biomecânica do esporte e do exercício**. Tradução Débora Cantergi. 3. ed. Porto Alegre: [s.n.].

MCMAHON, T. A.; VALIANT, G.; FREDERICK, E. C. Groucho running. **Journal of Applied Physiology**, 1987.

<https://doi.org/10.1152/jappl.1987.62.6.2326>

NERI, A. **Palavras-chave em gerontologia**. [s.l.: s.n.].

NETTO, M. P. Gerontologia: a velhice e o envelhecimento em visão globalizada. 2002.

NETTO, M. P. et al. **Fisiologia do envelhecimento**. 2. ed. São Paulo: [s.n.].

NOGUEIRA, M. Análise e comparação das alterações biomecânicas associadas à corrida de velocidade com arrasto. p. 74, 2008.

NOVACHEK, T. **The Biomechanics of Running Techniques in Orthopaedics**, 1990. Disponível em:

<<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.467.9707&rep=rep1&type=pdf>>. Acesso em: 14 out. 2019

OKADA, H. et al. Biomechanical study on changes in running kinematics with aging in master's distance runners. **Journal of Biomechanics**, 1994.

[https://doi.org/10.1016/0021-9290\(94\)91024-3](https://doi.org/10.1016/0021-9290(94)91024-3)

RAMSEY, D. K.; WRETENBERG, P. F. **Biomechanics of the knee: Methodological considerations in the in vivo kinematic analysis of the tibiofemoral and patellofemoral joint** **Clinical Biomechanics**, 1999.

[https://doi.org/10.1016/S0268-0033\(99\)00015-7](https://doi.org/10.1016/S0268-0033(99)00015-7)

SALGADO, J. V. V.; MIKAIL, M. P. T. C. Corrida de rua: análise do crescimento do número de provas e de praticantes. **Conexões**, v. 4, n. 1, p. 90–98, 6 nov. 2007.

<https://doi.org/10.20396/conex.v4i1.8637965>

SAW, A. E.; MAIN, L. C.; GASTIN, P. B. **Monitoring the athlete training response: Subjective self-reported measures trump commonly used objective measures: A systematic review** **British Journal of Sports Medicine**, 2016.

SUCH, C. H. et al. Quantitative study of stiffness in the knee joint. **Annals of the Rheumatic Diseases**, v. 34, n. 4, p. 286–291, 1975.
<https://doi.org/10.1136/ard.34.4.286>

SZMUCHROWSKI, L. A. et al. **Determination of the minimum number of vertical jumps to monitor the responses to plyometric training**. [s.l: s.n.].

TARPENNING, K. M. et al. Endurance Training Delays Age of Decline in Leg Strength and Muscle Morphology. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, 2004.
<https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000106179.73735.A6>

VANDERVOORT, A. A. et al. Age and sex effects on mobility of the human ankle. **Journals of Gerontology**, 1992.
<https://doi.org/10.1093/geronj/47.1.M17>

VANDERVOORT, A. A.; MCCOMAS, A. J. Contractile changes in opposing muscles of the human ankle joint with aging. **Journal of Applied Physiology**, v. 61, n. 1, p. 361–367, 1 jul. 1986.
<https://doi.org/10.1152/jappl.1986.61.1.361>

VERKERKE et al. Measuring changes in step parameters during an exhausting running exercise. **Gait & posture**, v. 8, n. 1, p. 37–42, 1 ago. 1998.
[https://doi.org/10.1016/S0966-6362\(98\)00017-4](https://doi.org/10.1016/S0966-6362(98)00017-4)

9 APÊNDICES

APÊNDICE 1

Ficha de cadastro e anamnese



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
Laboratório de Neuromecânica e Fisioterapia/Biomecânica - LANEF
Rua Benjamin Constant, nº1286 - Uberlândia/MG

Cadastro de voluntários para participação em projetos de pesquisa

Este cadastro é para você participar do banco de dados de voluntários em projetos de pesquisa realizados no laboratório de neuromecânica e biomecânica na Faculdade de Educação Física da Universidade Federal de Uberlândia. Caso você seja selecionado para participar de alguma pesquisa, você será convidado por um de nossos pesquisadores para participar do projeto como voluntário. Você será informado dos procedimentos a serem realizados e poderá participar ou não da pesquisa de acordo com a sua vontade. Todos os seus dados serão mantidos em sigilo.

Data: _____/_____/_____

DADOS PESSOAIS:

Nome: _____

Data de Nascimento: ____/____/____

Gênero: () Masculino () Feminino

Endereço: _____ Nº _____

Complemento: _____ Cidade: _____

Bairro: _____

CEP: _____ E-mail: _____

Telefones: Celular () _____ Fixo () _____

Pessoa para contato em caso de emergência: _____

Parentesco: _____ Celular () _____

Fumante? () Sim () Não

Se positivo quantos cigarros por dia? _____

Consome bebida alcoólica? () Sim () Não

Hipertenso? () Sim () Não

Se positivo () Controlado () Não controlado

Arritmia ou alguma doença cardíaca? () Sim () Não

Se positivo qual? _____

Qual o seu lado dominante? () Direito () Esquerdo

Teve lesão ou fratura nos membros inferiores nos últimos 6 meses? () Sim () Não

Já fez alguma cirurgia? () Sim () Não

Se positivo qual: _____

Possui diagnóstico de osteoartrose? () Sim () Não.

Se positivo em qual articulação: _____

Sentiu algum desconforto ou tontura nos últimos 3 meses? () Sim () Não

Faz consulta médica periodicamente? () Sim () Não

Sente alguma dor durante os treinos de corrida? () Sim () Não.

Sente alguma dor após os treinos de corrida? () Sim () Não.

Há quanto tempo você pratica a atividade de corrida? _____ anos.

Qual a distância média de treino por semana nos últimos 60 dias? _____ Km.

Qual o seu melhor tempo em prova nos 5 Km? _____ minutos.

Qual a maior distância que você já correu? _____ Km.

Prática outras atividades físicas? () Sim () Não

() Nataação

() Ciclismo

() Musculação

() Crossfit

() Pilates

() Funcional

() Outras _____

Faz alongamento antes de correr? () Sim () Não

Faz aquecimento antes de correr? () Sim () Não

Faz alongamento depois de correr? () Sim () Não

Faz desaquecimento depois de correr? () Sim () Não

Normalmente você se alimenta pouco antes de correr? () Sim () Não

Normalmente você se alimenta logo depois de correr? () Sim () Não

Você faz uso de suplementação () Sim () Não

Você treina ou já treinou com alguma assessoria ou personal training? () Sim () Não

APÊNDICE 2

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado a participar da pesquisa intitulada “**Análise da técnica de corrida por meio de variáveis biomecânicas de corredores de rua em diferentes faixas etárias**”, sob a responsabilidade dos pesquisadores da Universidade Federal de Uberlândia - **Mário Eduardo Santos Rodrigues, Adriano Alves Pereira, Silvio Soares dos Santos, Guilherme Gulate de Agostini, Barbara Gama da Silva, José Duarte Naves Junior, Diego Licnerski Borges e Augusto Affonso Neto.**

Nesta pesquisa nós estamos buscando verificar as alterações biomecânicas e cinemáticas ao longo do envelhecimento de atletas praticantes de corrida de rua.

O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido será obtido pelo pesquisador Mário Eduardo Santos Rodrigues, previamente a realização da avaliação proposta nesta pesquisa que acontecerá no Laboratório de Neuromecânica e Fisioterapia/Biomecânica – LANEF. Você poderá, a qualquer tempo, decidir se aceita ou não continuar participando desta pesquisa.

Na sua participação, você realizará uma avaliação que consistirá na coleta dos seus dados pessoais, como data de nascimento, endereço e algumas informações sobre o seu estado de saúde, a sua identificação será por um número código, preservando assim o sigilo de sua identidade, em seguida será mensurado numa balança, os valores do seu peso, massa muscular, porcentagem de gordura no corpo. Esse exame não apresenta riscos a sua saúde e, é um exame simples e de rotina clínica. Depois será feita uma avaliação biomecânica em um teste de esteira a uma velocidade de 10 Km/h durante 2 minutos que será realizado após 5 minutos de caminhada para aquecimento, posteriormente serão feitos três saltos verticais sobre a plataforma de salto. Por fim, será feito um teste de 2.400 metros na pista com o atleta tentando realizar em menor tempo possível. O tempo estimado da visita é de 01:30 (uma hora e trinta minutos). Caso não tenha tempo disponível ou por condições climáticas não seja possível realizar os testes no mesmo dia, estes poderão ser concluídos em outro dia.

Não existe risco para a sua identificação. Os resultados da pesquisa serão publicados e ainda assim a sua identidade será preservada.

Você não terá nenhum gasto nem ganho financeiro por participar na pesquisa. Após a realização da avaliação inicial será fornecido um lanche.

Não será realizado nenhum procedimento que lhe traga qualquer desconforto ou risco à sua vida, no entanto se ocorrer qualquer desconforto ou dor, o pesquisador responsável e a equipe de trabalho detêm habilidades e competências para utilizar medidas de alívio do desconforto e da dor. E se caso isso ocorra, será interrompida a sua avaliação. Você se beneficiará de uma avaliação que permite verificar a sua composição corporal e uma análise da sua mecânica de corrida.

Você é livre para deixar de participar da pesquisa a qualquer momento sem qualquer prejuízo ou coação. Até o momento da divulgação dos resultados, você também é livre para solicitar a retirada dos seus dados da pesquisa.

Uma via original deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido ficará com você. Em caso de qualquer dúvida ou reclamação a respeito da pesquisa, você poderá entrar em contato com: prof. Dr. Adriano Alves Pereira, telefone (34) 99107-8576, Av. João Naves de Ávila, 2121, Bloco 1A, Sala 320. Você poderá também entrar em contato com o CEP - Comitê de Ética na Pesquisa com Seres Humanos na Universidade Federal de Uberlândia, localizado na Av. João Naves de Ávila, nº 2121, bloco 1A, sala 224, campus Santa Mônica – Uberlândia/MG, 38408-100; telefone: 34-3239-4131. O CEP é um colegiado independente criado para defender os interesses dos participantes das pesquisas em sua integridade e dignidade e para contribuir para o desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos conforme resoluções do Conselho Nacional de Saúde.

Uberlândia, de de 20.....

Pesquisador: Mário Eduardo S. Rodrigues

Eu aceito participar do projeto citado acima, voluntariamente, após ter sido devidamente esclarecido.

Voluntário:

Código: _____