

GENOVEVA MANUELA LOBO MARQUES COELHO TEIXEIRA

TIAGO MANUEL CABRAL DOS SANTOS BARBOSA
(Orientador)

ANTÓNIO JOSÉ ROCHA MARTINS DA SILVA
(Co-orientador)

CARACTERIZAÇÃO E COMPARAÇÃO
CINEMÁTICA DE MOVIMENTOS BÁSICOS DE
HIDROGINÁSTICA A DIFERENTES RITMOS DE
EXECUÇÃO

- Análise do “Balanço lateral” -

2º Ciclo em Ciências Do Desporto

Actividades De Academia



Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro
Vila Real, 2010

Aos meus pais, **Luís Mário Coelho Teixeira** e **Maria Manuela Lobo Marques**, pois

sem eles não seria quem sou.

Às minhas irmãs, **Lia**, **Joana** e **Catarina**.

Aos meus sogros, **Sr. Luís** e **D. Fátima**.

Ao **Luís Antero**, pelo sentido que dá à minha vida.

Agradecimentos

Apesar do carácter individual inerente a este tipo de trabalhos, tivemos o apoio e usufruímos dos conhecimentos, do esforço e dedicação de várias pessoas, sem as quais, o caminho que percorremos seria muito mais árduo e difícil. Deste modo, gostaríamos de expressar, de forma bem vincada, apesar da dificuldade em conseguir transcrever para o papel, o nosso profundo agradecimento:

Ao Professor Doutor Tiago Manuel Cabral dos Santos Barbosa, orientador do presente estudo, manifestamos a nossa gratidão por todo o apoio, a nível científico, pela disponibilidade e empenhado com que orientou a elaboração desta dissertação, promovendo de forma responsável a nossa autonomia de investigação. Referimos também o exemplo de verticalidade e carácter, bem como, a amizade e facilidades concedidas com que sempre nos distinguiram.

Ao Professor Doutor António José Rocha Martins da Silva, co-orientador desta dissertação, manifestamos a nossa gratidão por todo o apoio e disponibilidade demonstrados.

À Dr. Cristiana gostaríamos de agradecer por toda a disponibilidade, amizade, empenho e muita dedicação, por todos os ensinamentos e sugestões prestados na elaboração desta dissertação e pelo auxílio esclarecido e solícito que prestou no procedimento metodológico.

À Cristiana e Joana, por toda a amizade, afecto, carinho e alento incondicional.

À Renata pelo apoio, e disponibilidade dispensada.

A todos os colegas de trabalho, que de uma forma ou de outra nos apoiaram, embora não tendo referência particular não serão, contudo, esquecidos.

Aos meus pais Luís Mário Coelho Teixeira e Maria Manuela Lobo Marques, por tudo o que me proporcionaram, apesar das contrariedades e dificuldades que vivemos. Pelo amor dispensado, pelo carinho demonstrado e por todo o apoio ao longo destes anos.

Às minhas irmãs, Lia, Joana e Catarina pelo carinho e amizade durante todos estes anos.

Aos meus sogros, Sr. Luís e D. Fátima, pelo carinho, apoio, amizade e ajuda durante estes anos.

Por fim, mas não menos importante ao maior de todos os amigos, ao meu amor e companheiro, Luís Antero, por toda a compreensão durante este ano tão difícil, por todas as palavras de carinho e incentivo, pelo companheirismo, ajuda e por todo o amor demonstrado. Muito obrigado meu amor, sem ti não teria chegado aqui!

Índice Geral

Dedicatória	I
Agradecimentos	II
Índice geral	V
Resumo	VIII
Abstract	IX
Índice de Figuras	X
Índice de Tabelas	XIII
Índice de Siglas e Abreviaturas	XIV
1. Introdução	17
2. Revisão da Literatura	21
2.1. Conceitos de Hidroginástica	21
2.2. Análise da cinemática de movimentos no meio aquático	21
2.3. Benefícios da Hidroginástica	23
2.3.1. Caracterização dos movimentos no meio aquático	28
2.3.2. Cadência musical	29
2.3.3. Variação de Intensidade	31
2.3.4. Movimentos Aquáticos Básicos	33
2.3.5. Cinemática	34
3. Problema, Objectivo e Hipóteses	40
3.1. Problema	40
3.2. Objectivo	40

3.2.1 Objectivo geral	40
3.2.2. Objectivos específicos	40
3.3. Hipóteses	41
3.3.1. Hipótese Básica	41
3.3.2. Hipóteses Secundárias	41
4. Metodologia	43
4.1. Amostra e envolvimento	43
4.1.1. Amostra	43
4.1.2. Caracterização do envolvimento	43
4.2. Preparação dos elementos da amostra	44
4.3. Registo das imagens	45
4.3.1. Equipamentos	45
4.3.2. Procedimentos	47
4.4. Análise das imagens	48
4.4.1. Equipamentos	48
4.4.2. Procedimentos	49
4.5. Variáveis em estudo	52
4.5.1. Variável independente	52
4.5.2. Variáveis dependentes	52
4.6. Procedimento estatístico	53
5. Apresentação e Discussão dos resultados	55
5.1. Período	55
5.2. Anca	56

5.3. Tronco	59
5.4. Mão Direita	62
5.5. Mão Esquerda	65
5.6. Pé Direito	68
5.7. Pé Esquerdo	71
5.8. Ângulo Coxa-Tronco	74
5.9. Ângulo Coxa-Perna	76
6. Conclusões	79
6.1. Propostas de novos trabalhos	80
7. Bibliografia	82

Resumo

A Hidroginástica é uma actividade física que, reúne características que estimulam o desenvolvimento das principais componentes da aptidão física [100]. Para Rocha [90], esta é uma actividade que por ser realizada dentro de água, pode ser praticada por indivíduos de diversas faixas etárias, pois oferece uma reduzida carga mecânica sobre o aparelho locomotor, num ambiente supostamente descontraído e agradável do ponto de vista psicológico.

O objectivo geral do presente estudo consistiu em analisar a associação entre a cadência e o padrão cinemático, um movimento básico de Hidroginástica “balanço lateral” a diferentes Cadências. A amostra estudada foi constituída por 6 instrutoras de Hidroginástica, do sexo feminino, com pelo menos um ano de experiência na leccionação deste tipo de programas, sem qualquer patologia músculo-esquelética nos últimos seis meses e não grávidas.

A metodologia por nós utilizada, consistiu num registo em vídeo no plano frontal, do exercício básico de Hidroginástica “Balanço Lateral”, recorrendo a um par de câmaras, proporcionando assim uma dupla projecção do desempenho acima e abaixo do nível da água, em 5 cadencias incrementais (120 bpm, 135 bpm, 150 bpm, 165 bpm e 180 bpm).

Os resultados demonstraram que correu uma diminuição do período do ciclo no decurso do protocolo incremental. Na generalidade dos casos não se verificaram relações significativas tanto, entre o deslocamento como entre a velocidade e a cadência. O ângulo relativo entre a coxa e o tronco não apresentou uma relação significativa com a cadência. Mas o ângulo relativo entre a coxa e a perna confirmou a existência de uma relação significativa entre este e a cadência.

Palavras-Chave: Exercícios de Hidroginástica, balanço lateral, cadência musical, cinemática.

Abstract

Head-out aquatic exercise is a physical activity which combines features that stimulate the development of the main components of physical activity [100]. To Rocha [90], the fact that this specific activity is performed under water, allows subjects from several age groups to practice it, essentially because it offers low mechanic charge to the musculoskeletal system, in a supposedly relaxed and pleasant environment.

The aim of this study was to scrutinize the relationships between kinematic pattern and music cadence, using a basic head-out aquatic exercise, the sailor jigs, at different cadences. The studied sample was composed by six young women with at least one year of experience conducting this type of head-out aquatic programs, non pregnant and with no kind of skeletal muscle injury reported on the last six months.

Employed methodology was to record on video all activity, on coronal plane, using a pair of cameras, enabling a double projection, from above and underwater performance, in 5 growing cadences, precisely speaking, 120 bpm, 135 bpm, 150 bpm, 165 bpm and 180 bpm.

Results have shown that, a cycle period decrease occurred through the incremental protocol. On most part of cases, significant relationships did not been verified on velocity, displacement or cadence. No significant relationship have been disclose between cadence and relative angle between thigh and trunk. Notwithstanding this, the relative angle between thigh and leg confirmed the existence of a significant relationship between it and the imposed cadence.

Key Words: Head-out aquatic exercise, sailor jigs, musical cadence, kinematic.

Índice de Figuras

Figura 1. Balanço Lateral	34
Figura 2. Perspectiva dos pontos anatómicos de referência a serem digitalizados.	44
Figura 3. Perspectivas gerais do volume de calibração.	45
Figura 4. Stick Figure - Balanço lateral.....	50
Figura 5. Relação entre o Período e a cadência musical ao realizar o movimento básico de Hidroginástica “Balanço Lateral”.	55
Figura 6. Relação entre o deslocamento da anca na Horizontal e a cadência musical ao realizar o movimento básico de Hidroginástica “Balanço Lateral”.	56
Figura 7. Relação entre o deslocamento da anca na Vertical e a cadência musical ao realizar o movimento básico de Hidroginástica “Balanço Lateral”.	57
Figura 8. Relação entre a velocidade da anca na Horizontal e a cadência musical ao realizar o movimento básico de Hidroginástica “Balanço Lateral”.	57
Figura 9. Relação entre a velocidade da anca na Vertical e a cadência musical ao realizar o movimento básico de Hidroginástica “Balanço Lateral”.	58
Figura 10. Relação entre o deslocamento do tronco na Horizontal e a cadência musical ao realizar o movimento básico de Hidroginástica “Balanço Lateral”.	59
Figura 11. Relação entre o deslocamento do tronco na Vertical e a cadência musical ao realizar o movimento básico de Hidroginástica “Balanço Lateral”.	60
Figura 12. Relação entre a velocidade do tronco na Horizontal e a cadência musical ao realizar o movimento básico de Hidroginástica “Balanço Lateral”.	61
Figura 13. Relação entre a velocidade do tronco na Vertical e a cadência musical ao realizar o movimento básico de Hidroginástica “Balanço Lateral”.	61
Figura 14. Relação entre o deslocamento da mão direita na Horizontal e a cadência musical ao realizar o movimento básico de Hidroginástica “Balanço Lateral”.	62

Figura 15. Relação entre o deslocamento da mão direita na Vertical e a cadência musical ao realizar o movimento básico de Hidroginástica “Balanço Lateral”.	63
Figura 16. Relação entre a velocidade da mão direita na Horizontal e a cadência musical ao realizar o movimento básico de Hidroginástica “Balanço Lateral”	63
Figura 17. Relação entre a velocidade da mão direita na Vertical e a cadência musical ao realizar o movimento básico de Hidroginástica “Balanço Lateral”.	64
Figura 18. Relação entre o deslocamento da mão esquerda na Horizontal e a cadência musical ao realizar o movimento básico de Hidroginástica “Balanço Lateral”.	65
Figura 19. Relação entre o deslocamento da mão esquerda na Vertical e a cadência musical ao realizar o movimento básico de Hidroginástica “Balanço Lateral”.	66
Figura 20. Relação entre a velocidade da mão esquerda na Horizontal e a cadência musical ao realizar o movimento básico de Hidroginástica “Balanço Lateral”.	66
Figura 21. Relação entre a velocidade da mão esquerda na Vertical e a cadência musical ao realizar o movimento básico de Hidroginástica “Balanço Lateral”	67
Figura 22. Relação entre o deslocamento do pé direito na Horizontal e a cadência musical ao realizar o movimento básico de Hidroginástica “Balanço Lateral”.	68
Figura 23. Relação entre o deslocamento do pé direito na Vertical e a cadência musical ao realizar o movimento básico de Hidroginástica “Balanço Lateral”	69
Figura 24. Relação entre a velocidade do pé direito na Horizontal e a cadência musical ao realizar o movimento básico de Hidroginástica “Balanço Lateral”	69
Figura 25. Relação entre a velocidade do pé direito na Vertical e a cadência musical ao realizar o movimento básico de Hidroginástica “Balanço Lateral”.	70
Figura 26. Relação entre o deslocamento do pé esquerdo na Horizontal e a cadência musical ao realizar o movimento básico de Hidroginástica “Balanço Lateral”.	71

Figura 27. Relação entre o deslocamento do pé esquerdo na Vertical e a cadência musical ao realizar o movimento básico de Hidroginástica “Balanço Lateral”.	72
Figura 28. Relação entre a velocidade do pé esquerdo na Horizontal e a cadência musical ao realizar o movimento básico de Hidroginástica “Balanço Lateral”.	72
Figura 29. Relação entre a velocidade do pé esquerdo na Vertical e a cadência musical ao realizar o movimento básico de Hidroginástica “Balanço Lateral”.	73
Figura 30. Relação entre o ângulo coxa-tronco do lado direito e a cadência musical ao realizar o movimento básico de Hidroginástica “Balanço Lateral”.	74
Figura 31. Relação entre o ângulo coxa-tronco do lado esquerdo e a cadência musical ao realizar o movimento básico de Hidroginástica “Balanço Lateral”.	75
Figura 32. Relação entre o ângulo coxa-perna direita e a cadência musical ao realizar o movimento básico de Hidroginástica “Balanço Lateral”.	76
Figura 33. Relação entre o ângulo coxa-perna esquerda e a cadência musical ao realizar o movimento básico de Hidroginástica “Balanço Lateral”.	77

|

Índice de Tabelas

Tabela 1. Média e desvio padrão dos valores da idade, das características antropométricas e dos minutos de aulas dadas por semana dos sujeitos que constituíram a amostra	43
Tabela 2. Pontos anatómicos de referência digitalizados, em cada fotograma.	50
Tabela 3. Definição das variáveis cinemáticas.	53

Índice de Siglas e Abreviaturas

AEA - *Aquatic Exercise Association*

APAS - *Ariel Performance Analysis System*” da *Ariel Dynamics Inc*

Bpm - Batimentos por minuto

cm – Centímetros

d - Deslocamento

DLT - *Direct Linear Transformation*

FC - Frequência Cardíaca

IMC - Índice de massa corporal

[La⁻] - Concentração de lactatemia

M – Metros

MI - Membros inferiores

MS - Membros superiores

N - Número de sujeitos que constituiu a amostra

P – Período

p - Valor de significância

PAD - Pressão arterial diastólica

PAS - Pressão arterial sistólica

R² - Coeficiente de determinação

R4/V4 - Ritmo musical a que se atinge o valor de 4 mmol/l no sangue/adaptado ao ambiente aquático

SPSS – Statistical Package for the Social Sciences®

v - Velocidade linear

VO₂máx - Consumo máximo de oxigénio

%FCmáx – Percentagem da frequência cardíaca máxima

ϕ - Ângulo relativo

Introdução

1. INTRODUÇÃO

A Hidroginástica é uma actividade física que, reúne características que estimulam o desenvolvimento das principais componentes da aptidão física [100]. Para Rocha [90], esta é uma actividade que por ser realizada dentro de água, pode ser praticada por indivíduos de diversas faixas etárias, pois oferece uma reduzida carga mecânica sobre o aparelho locomotor, num ambiente supostamente descontraído e agradável do ponto de vista psicológico.

Para Mendonça [75], o termo Hidroginástica é usado para designar de um modo geral, uma vasta variedade de propostas de exercícios aquáticos, desenvolvida para a melhoria da aptidão física em sedentários. Especula-se ainda a sua utilização na melhoria ou manutenção da condição física em desportistas de várias modalidades, como treino complementar à sua preparação física.

Segundo *Aquatic Exercise Association* (AEA) [6], a música utilizada para programas de exercício aeróbio em piscina rasa, para a população em geral, deve ter uma cadência entre os 125 e os 150 batimentos por minuto (bpm).

A *Aquatic Exercise Association* (AEA) [6], classifica os ritmos utilizados nas aulas de Hidroginástica como sendo, o tempo de água, o meio tempo de água e o tempo de terra ou tempo duplo. O tempo de água é efectuado, executando um movimento em cada segunda batida musical, quando incorporada música a quatro tempos. O meio tempo de água é efectuado, executando um movimento em cada quarta batida musical, quando incorporada música a quatro tempos. Finalmente o tempo de terra ou tempo duplo, é efectuado, executando um movimento em cada batida musical, sendo este recomendado em curtos períodos de tempo.

Os autores Sova [92], Colado e Moreno [35] defendem que os movimentos na Hidroginástica devem ser realizados com grande amplitude, de modo a tirar partido das

propriedades físicas da água e do exercício neste meio. Contudo, sabe-se que esta amplitude pode ser condicionada pela cadência musical, uma vez que os exercícios podem ser realizados ao ritmo da música. O que pode significar ter de diminuir a amplitude dos movimentos para aumentar o ritmo de execução. Aqui, prende-se a questão: será que a diminuição da amplitude em detrimento do ritmo de execução é apropriada do ponto de vista biomecânico?

Este estudo despoleta-se com a necessidade de perceber a influência que o ritmo de execução pode ter na cinemática dos movimentos básicos de Hidroginástica. Esta dissertação realizou-se no âmbito da Hidroginástica, avaliando do ponto de vista biomecânico, um movimento básico de Hidroginástica (Balanço lateral), estabelecendo uma relação entre a cadência e a cinemática (nomeadamente o deslocamento e a velocidade e os dos diferentes segmentos) pretendendo aferir o efeito do ritmo de execução dos movimentos na cinemática segmentar.

Ou seja, o propósito desta investigação centrou-se na necessidade de analisar a influência do ritmo musical na cinemática dos movimentos básicos de Hidroginástica. Desta forma define-se como objectivo geral do estudo, analisar a associação entre a cadência e o padrão cinemático, um movimento básico de Hidroginástica “balanço lateral” a diferentes Cadências.

O trabalho foi organizado em diferentes capítulos. No capítulo 1. Introdução, fez-se o enquadramento do âmbito do estudo e da sua pertinência, apresentando ainda os objectivos e a estrutura do trabalho.

O capítulo 2. Revisão da Literatura está subdividida em 3 subcapítulos:

(i) No primeiro, definimos a Hidroginástica segundo os diversos autores que a estudaram;

(ii) No segundo subcapítulo, fez-se a delimitação teórica e a revisão de estudos sobre a análise da cinemática de movimentos no meio aquático;

(iii) O terceiro subcapítulo, está dedicado a uma delimitação teórica sobre a Hidroginástica, abordamos os seus benefícios, os pressupostos essenciais para a prevenção de lesões, referenciamos as adaptações agudas e crônicas, subjacentes à prática de Hidroginástica. Referimos ainda a relação entre a cadência musical e os ritmos de execução, relatamos as condicionantes para a variação de intensidade, abordamos as categorias em que são divididos os exercícios e descrevemos o exercício em estudo. Por fim esclarecemos o âmbito de estudo da biomecânica e os seus fundamentos.

No capítulo 3. Problema, Objectivo e Hipóteses, apresentamos o Problema, o Objectivo e as Hipóteses em estudo.

No capítulo 4. Metodologia, caracterizamos as principais características da amostra em estudo; apresentamos os procedimentos para a recolha dos dados; referimos os procedimentos antes, durante e após a realização do teste. Finalmente apresentamos os procedimentos estatísticos adoptados.

No capítulo 5. Apresentação e Discussão dos resultados, iniciamos pela apresentação dos dados, terminando com a análise e discussão dos resultados.

No capítulo seguinte, 6. Conclusões, apresentamos as conclusões mais relevantes, assim como, as recomendações e sugerimos novas propostas de trabalho. Por fim, apresentamos a Bibliografia (7).

Revisão da Literatura

2. Revisão da Literatura

2.1. Conceitos de Hidroginástica

A Hidroginástica é uma actividade, com exercícios específicos e que visam tirar o melhor partido do meio em que são realizados. Segundo Kruehl [71], a Hidroginástica é uma forma de preparação física, com exercícios aquáticos específicos, que se baseiam no aproveitamento da resistência da água, facilitando o treino físico com um mínimo impacto articular, aumentando a resistência muscular localizada, a resistência aeróbia e a flexibilidade, com diminuição da percentagem de massa gorda e da frequência cardíaca de repouso, diminuindo risco de lesões articulares. Já para Koszuta [68], estes movimentos específicos facilitam o movimento, a preparação física e o treino de força. Em síntese, a Hidroginástica é um programa de actividade física especialmente orientada para a saúde, que consiste em sessões que incluem exercícios executados no meio aquático, com ou sem material. Esta actividade tem dois elementos distintivos das restantes actividades aquáticas. O primeiro é o facto de ser realizada predominantemente na posição vertical. O segundo é a constante manutenção da cabeça emersa. O objectivo desta actividade é a melhoria da aptidão física. Das diversas componentes da aptidão física a desenvolver, destacam-se a força e a resistência muscular, a capacidade cariorespiratória e a amplitude articular. Metodologicamente a Hidroginástica alicerça-se na resistência oferecida pela água, criando desta forma uma sobrecarga no aparelho locomotor do praticante.

2.2. Análise da cinemática de movimentos no meio aquático

Moraes [80] realizou um estudo, que foi dividido em 4 momentos: (i) no primeiro foram verificados os dez exercícios mais utilizados pelos professores de

Hidroginástica; (ii) no segundo foi determinado o número médio de repetições de cada um dos exercícios de Hidroginástica; (iii) no terceiro foi determinado o tempo mínimo de execução do exercício para este atingir o platô de VO_2 ; (iv) e no quarto foi testada a fidelidade da metodologia proposta pelo autor. O balanço lateral é um dos dez exercícios mais utilizados pelos 36 professores de Hidroginástica, de diferentes regiões do Brasil, estudados pelo autor. Segundo este, quando os indivíduos trabalham numa mesma percepção subjectiva de esforço (i.e., intensidade moderada), os exercícios apresentam diferenças estatisticamente significativas em relação ao número médio de repetições. Estas diferenças encontradas podem ser atribuídas a vários factores como, as propriedades físicas da água, os tipos de movimento do corpo e a acção e reacção do solo. Ainda segundo o mesmo autor, os exercícios são executados em diferentes números de repetições. O exercício balanço lateral, foi um dos dois exercícios de menor número de repetições, do estudo acima referido. Especula o autor que à medida que os membros superiores e inferiores se aproximam da superfície, a flutuação aumenta e, consequentemente diminui a velocidade do movimento e o número de repetições.

Devido à escassez de estudos teóricos respeitantes à análise cinemática em Hidroginástica, grande parte do entendimento sobre a cinemática de movimentos básicos de Hidroginástica alicerça-se em estudos cinemáticos sobre a marcha.

Existem alguns estudos que analisaram o ciclo da marcha na água [42]; [53]; [74]; [111], força de reacção do solo [85]; [111]. Murray et al. [83] verificaram que numa amostra de indivíduos idosos, com idades compreendidas entre 60 e 87 anos, o tempo de duplo apoio da passada, foi superior do que numa amostra de indivíduos jovens adultos, tanto em cadência auto-seleccionada, como em cadência acelerada. Relativamente aos aspectos temporais e espaciais do ciclo da marcha, foram encontradas diferenças entre os dois meios. A velocidade adoptada para caminhar no

ambiente aquático é mais reduzida do que a adoptada para caminhar no ambiente terrestre [42]; [53]; [77]. Esta diferença encontrada entre os dois meios foi observada para diferentes faixas etárias e níveis de imersão do corpo na água. E mesmo quando se solicitou aos executantes que caminhassem mais lentamente ou mais rapidamente do que a cadencia auto-seleccionada, a velocidade foi inferior no ambiente aquático do que no ambiente terrestre [77]. A duração do período de apoio é superior no ambiente aquático [53], mas não é diferente entre diferentes níveis de imersão [25] para os adultos. Da mesma forma que o período de apoio, a duração do período de balanço foi superior no ambiente aquático do que no terrestre para os adultos [53], porém não se alterou frente a diferentes profundidades [25]. Para as articulações do joelho e anca, a amplitude de movimento foi maior no ambiente aquático do que no ambiente terrestre, apenas na velocidade confortável e rápida [111].

2.3. Benefícios da Hidroginástica

Para Takeshima et al., [96] o exercício físico aquático produz reacções fisiológicas diferentes daquelas produzidas no meio terrestre. Isto deve-se tanto ao efeito hidrostático da água nos sistemas cardio-respiratórios; como à sua capacidade de resposta do sistema termo-regulador. Com efeito, Ervilha et al. [46], afirmam que existe uma crescente preocupação em entender o comportamento dos sistemas biológicos humanos no meio aquático, uma vez que a procura por exercícios neste ambiente é cada vez maior. Torna-se assim importante perceber as repercussões das propriedades físicas da água no exercício físico no meio aquático, assim como, as adaptações agudas e crónicas que lhe estão subjacentes.

Na actualidade, as actividades aquáticas, têm sido alvo de diversos estudos (p.e., [71]; [49]; [101]; [54]) estudando os benefícios associados a este tipo de prática. Entre

eles destacam-se, a melhoria da capacidade cardio-respiratória, da composição corporal (p.e. [96]), os aumentos nos níveis de força (p.e. [82]) e da flexibilidade (p.e. [96]).

Diversos autores descreveram incrementos do consumo máximo de oxigénio ($\text{VO}_{2\text{máx}}$) depois de um programa de treino de pelo menos sete semanas. Broman et al., [31] efectuou um programa em água profunda, [52] em step aquático e, [97] e [96] em dança ou marcha na água. Broman et al. [31], relatam que na corrida em águas profundas, a pressão hidrostática pode aumentar a estimulação tanto da proliferação capilar como das actividades enzimáticas oxidativas. Depois de um programa de treino aquático a frequência cardíaca (FC) em repouso decresce, mantendo-se a pressão sanguínea inalterada [31]; [28]. Alguns estudos existentes verificaram melhorias significativas de força muscular, depois de programas com a duração de oito semanas [58]; [62]; [89]; [36], até 10 semanas [87], 12 semanas [96]; [28] e 24 semanas [37] com mulheres sedentárias.

Bocalini et al., [28]; Colado et al., [37]; Hoeger e tal., [62], relatam que as propriedades físicas da água induzem aumentos da flexibilidade. A água quente reduz os espasmos musculares, melhorando o alcance do movimento o que representa um benefício para determinadas condições físicas e patológicas.

Relativamente às adaptações ao nível da composição corporal, alguns estudos revelam decréscimos significativos da gordura corporal, de 7,5%, [36], a 2,7% [62] ou 1,32% [78], em sujeitos saudáveis, sedentários, depois de programas de treino de 8 semanas. Programas de maior duração revelaram diminuições de gordura corporal, mais acentuados [2]; [37]; [76]; [99]).

No entanto, para além dos benefícios em termos de adaptações crónicas, como as acima referidas, também são frequentemente descritos benefícios em termos de adaptações agudas.

Para Benelli et al. [26], Bjertnaes et al. [27] e Holmér [63], os benefícios do exercício aquático são a redução do esforço cardíaco comparativamente ao meio terrestre. Isto deve-se à bradicardia reflexa de mergulho, à redistribuição do volume sanguíneo, ao retorno venoso facilitado e, em certas situações, à predominância de equilíbrios do tipo horizontal. A menor incidência de carga mecânica nas articulações comparadas aos mesmos exercícios realizados em terra é para [47], [93], [104], [33], [105], [106] e [107], a maior vantagem dos exercícios de Hidroginástica.

Wilmore e Costil [109], defendem que a condutividade termal da água é cerca vinte e seis vezes maior do que o ar e, as perdas de calor corporais quatro vezes mais rápidas para a mesma temperatura. A água fria (14°C) promove uma diminuição da temperatura rectal e um aumento da FC em 5%, aumento da pressão arterial sistólica (PAS) em 7% e da pressão arterial diastólica (PAD) em 8%, quando controlada a temperatura do ar [95]. Os autores estudaram ainda a imersão a uma temperatura neutra, no caso 32°C. Não verificaram nenhuma alteração ao nível da temperatura rectal, nem tão pouco da taxa metabólica. Contudo, tal promoveu uma braquicardia de 15% e um decréscimo da PAS em 11% e da PAD em 12%.

Segundo Nahimura et al. [84], quando imersos a uma temperatura de 40°C, os sujeitos apresentam um aumento da FC e um aumento do índice do sistema parassimpático cardíaco, comparativamente a uma imersão a 25°C, quando se encontram condições controladas em terra. No entanto, num meio a 40°C durante e depois do exercício que incrementa o aumento da FC, o índice do sistema parassimpático cardíaco decresce durante o exercício. Ainda assim, a maior parte dos exercícios de Hidroginástica são executados a uma temperatura de aproximadamente 27°C. Esta temperatura parece ser baseada no conhecimento adquirido na natação pura desportiva e não nos exercícios de Hidroginástica. Mais ainda, a temperatura

seleccionada, para a natação pura desportiva, não é baseada em resultados experimentais mas em decisões empíricas [21]. Contudo, os autores referem que as temperaturas da água à volta dos 27°C, parecem ser as que melhor se adequam a respostas fisiológicas desejadas durante os exercícios aquáticos. Todavia, diferentes programas de exercícios aquáticos, induzem diferentes intensidades de exercícios e, por este motivo a necessidade de encontrar temperaturas da água que se revelem confortáveis e, ou, preventivas do stress termo regulador, torna-se decisiva.

Quando a temperatura da água é elevada, a aula deve ser adaptada para evitar um sobreaquecimento, dever-se-á não descurar na hidratação, a fase de relaxamento deve ser mais extensa, incidir nos alongamentos e relaxamento apropriado. AEA [6] definiu, como valores orientadores para a temperatura da água em programas de fitness aquáticos, valores compreendidos entre 28° e 30°C.

Relativamente ao efeito da profundidade da água, [19], consideram que a percepção subjectiva de esforço é mais elevada quando se exercita imerso ao nível da anca, comparativamente com a imersão ao nível do peito. [19], [26] e, [98], observaram que a FC decresce significativamente quanto maior a imersão do corpo. Comparando exercícios efectuados em baixa profundidade e exercícios efectuados em profundidade, verificou-se que a FC, a concentração de lactatemia $[La^-]$ e o $VO_2máx$ apresentam níveis mais elevados nos exercícios efectuados em baixa profundidade [26]; [44]. Se os exercícios em baixa profundidade representam um método eficiente para manter o condicionamento cardiovascular, algumas duvidas são levantadas quanto á eficiência dos exercícios realizados em profundidade [50]; [44]; [34]. [88] apresentam algumas explicações que podem justificar este facto: (i) a curta duração dos programas de exercícios na água: (ii) a confiança nos sujeitos para controlarem a intensidade do

exercício a um máximo inferido; (iii) alterações nas características cinemáticas e neuromusculares da técnica a ser desempenhada.

Quando o nível da água se encontra abaixo do peito, é necessário que os níveis de impacto sejam atenuados para prevenir lesões músculo-esqueléticas [6]. Para estes autores a velocidade do movimento pode alterar a intensidade, não sendo este o método mais efectivo para o efeito, podendo até comprometer o equilíbrio muscular.

Shono et al. [94] e Yu et al. [112], referem que a velocidade desempenha um efeito significativo em diversos parâmetros fisiológicos, tal como, a percepção subjectiva de esforço, a FC e VO_2 . A velocidade está relacionada com as forças de arrasto, logo, à medida que a velocidade aumenta, os sujeitos são submetidos a uma força de arrasto crescente, necessitando por isso de uma potência metabólica mais elevada para superar esta força externa. Consequentemente, todos os parâmetros fisiológicos aumentam também. Além disso, parece existir uma relação significativa entre variações fisiológicas e cinemáticas na locomoção imersa [66].

O aumento do número de membros em acção no exercício, parece provocar um aumento significativo de respostas agudas ao exercício. Este efeito pode ser explicado: (i) o trabalho mecânico efectuado, aumenta a força de arrasto e consequentemente a percepção subjectiva de esforço [112]; (ii) o número de músculos em actividade promove uma maior necessidade de oxigénio e de nutrientes, aumentando a produção metabólica e a FC [21]. Em vários grupos de estudos foram comparadas respostas agudas em exercícios onde foram utilizados ou apenas pernas, ou apenas braços. A percepção subjectiva de esforço verificou ser mais elevada para exercícios de braços, pelo menos em programas fora de água (no solo) [30]; [32]; [65].

2.3.1. Caracterização dos movimentos no meio aquático

Devido à ausência total ou parcial do efeito do peso corporal, é possível que, os exercícios sejam realizados com acentuada redução da carga mecânica a que está sujeita a estrutura locomotora [85]. Podem também ser exploradas condições fisiológicas de exercitação muito particulares, nomeadamente favorecedoras de uma redução do esforço cardíaco-circulatório para um exercício de intensidade bioenergética similar [63]. Os exercícios podem ser realizados em posições menos habituais, como o decúbito ventral, dorsal ou lateral, sem que, por isso, a capacidade do movimento seja estrangida como acontece no solo. Assim sendo, torna-se possível uma verdadeira exercitação tridimensional, permitindo ainda, que os exercícios se diversifiquem. Esta realidade abre caminho à exploração de uma riqueza quinestésica, que decorre, da imponderabilidade em si mesma e da possibilidade aumentada de conjugação de exercícios em diferentes planos [103].

Com vista a reduzir o risco de lesões e assegurar o equilíbrio muscular, os exercícios em Hidroginástica devem privilegiar os maiores grupos musculares [6]. Ainda com vista a reduzir o risco de lesões, [14], afirmam que os movimentos realizados na interface ar-água devem ser evitados, uma vez que devido à saída sistemática dos membros superiores da água, ocorrerá um aumento significativo do momento de força, que criará um movimento do tipo balístico, difícil de controlar, aumentando as probabilidades de surgimento de uma lesão.

Evans et al. [47] e Cassady e Nielsen [33], defendem que as aulas podem ser planeadas de forma a incorporarem o uso de grupos musculares, tanto dos membros superiores como dos membros inferiores, através de uma série completa de movimentos articulares com um mínimo desgaste muscular que resulta, num menor prejuízo

músculo-esquelético. Trabalhando contra a resistência da água, a aptidão cardio-respiratória pode ser aperfeiçoada ou mantida [47] e [67].

Relativamente ao custo energético, sabe-se que este é inferior na água em relação ao verificado em terra, devido à FC para o mesmo trabalho mecânico ser inferior, assim como a activação neuromuscular dos músculos posturais [30].

2.3.2. Cadência musical

Os instrutores de Hidroginástica usam a música enquanto elemento caracterizador. Ou seja, as aulas são preparadas e leccionadas em função da métrica e da cadência musical.

A música tem uma estrutura rítmica e uma determinada velocidade. Velocidade esta que é medida em batidas por minuto (bpm). Na Hidroginástica normalmente é utilizada música de estrutura binária que se configura em blocos. Estes blocos musicais estão estruturados em 32 batidas, subdivididos em 4 frases, que equivalem a 8 batidas, a isto se chama métrica musical. Nas estruturas binárias um golpe forte é seguido de um golpe fraco, e são estas estruturas musicais que, definem a cadência musical, [35].

O tempo rítmico mais utilizado em Hidroginástica para a realização dos exercícios é o tempo de água. No tempo de água, cada 2 batidas musicais, correspondem à execução de um movimento. Quatro batidas permitem a execução de um ciclo completo. Assim, o aumento da cadência musical, aumenta a frequência de exercitação. Por outro lado, a literatura técnica sugere a execução dos movimentos em amplitude articular completa. Assim, coloca-se a questão de qual a cadência ideal para o efeito.

Barbosa et al. [21], definem tempo de água como, a execução de uma determinada acção do exercício executado no seu todo, a cada duas batidas musicais. Os

autores concluem assim, que devido a isto, a frequência do movimento está directamente relacionada com a cadência da música. Isto porque, o aumento da cadência musical, aumenta a velocidade do movimento e consequentemente a sua frequência.

Barbosa e Queirós [14], afirmam que se deve privilegiar o tempo de água, utilizando os restantes em função do exercício a realizar. O tempo de terra induz velocidades de execução supostamente muito elevada, o que compromete a execução dos exercícios em todo o seu arco do movimento. Enquanto o meio tempo de água, tende a promover intensidades de execução bastante modestas, devido ao momento passivo nos, 2º e 4º tempos.

O ritmo musical a que se atinge o valor de 4 mmol/l no sangue (R4) é a adaptação do conceito de V4 aos exercícios de Hidroginástica [20]. Na medida em que durante a prática da larga maioria dos exercícios básicos de Hidroginástica não há translação do corpo, o conceito de “velocidade” parece ser pouco ajustado. O que efectivamente ocorre é a execução periódica de um determinado movimento sem translação. Assim, o termo “ritmo” parece mais feliz. Cumulativamente, e como dito anteriormente, o período (i.e., o tempo absoluto para execução de um ciclo completo) está intimamente associado à métrica musical e por conseguinte ao ritmo musical. Logo, reforça-se a pertinência do termo “ritmo” em detrimento de “velocidade” nesta actividade em particular. O R4 para mulheres jovens activas, determinado, depois de intermitente e progressivo foi 148.13 ± 17.53 bpm. No entanto estes valores são muito individuais e dificilmente aplicáveis a todos os indivíduos do grupo ou classe. Logo, a determinação do alcance da intensidade (zona alvo), para mulheres jovem e activas foi desenvolvida com base nos quartis 25 e 75 dos sujeitos avaliados [20]. Com esse objectivo, a taxa de esforço inferido em R4, a FC em R4 e a percentagem teórica máxima de FC em R4, foram calculadas. Assim os autores especificam que R4 varia de

136.03 bpm (quartil 25) e 158.28 bpm (quartil 75), a taxa de esforço inferido em R4 varia entre 13,25 e 16, 75, a FC em R4 varia de 162.25 bpm a 178.5 bpm e a Percentagem da frequência cardíaca máxima (%FCmáx) em R4 de 82.00% a 89.75%. Comparando estes dados, com as linhas orientadoras do [13], estes são considerados apropriados, mas podem ser ligeiramente ajustados para as actividades aquáticas de modo a promoverem uma prescrição de exercício mais precisa, para indivíduos jovens, saudáveis e fisicamente activos.

2.3.3. Variação de Intensidade

Munson, et al., [81], relata que a água oferece uma resistência aproximadamente 12 vezes superior à oferecida pelo ar. Ao realizar movimentos na água, é necessário alterar o ritmo dos movimentos, de modo a criar resistência na água. A velocidade deverá ser ajustada de modo a que os movimentos sejam executados sem vibrações ou comprometendo o alinhamento ou ainda a utilização de um movimento completo. Se o exercício estiver a ser efectuado de forma demasiadamente rápida, ocorrerá um desalinhamento corporal de forma incontrolada.

Os autores Barbosa et al. [21], afirmam que para atingir uma intensidade de esforço desejada é necessária uma apropriada cadência musical. Uma vez que o aumento da cadência musical aumenta a velocidade do movimento e esta, está intimamente relacionada com as forças de arrasto, o maior arrasto induz uma maior necessidade de energia.

Em relação à variação de intensidade, muitos são os factores que a condicionam. Segundo Barbosa e Queirós [14], a área de secção transversa na direcção do movimento é uma delas. Com o aumento desta área, ocorre o aumento da intensidade da força de

arrasto. Com a sua diminuição, diminui também a força de arrasto, diminuindo assim a intensidade de exercitação.

A intensidade de exercitação pode ser aumentada, promovendo alterações da direcção e/ou sentido do deslocamento, aumentando a aceleração do movimento que aumentará a força exercida e fazendo com que os membros superiores em vez de assistirem, resistam ao movimento [15]; [51]; [112].

Para um determinado movimento básico, à mesma cadência musical, foram observadas percepções subjectivas de esforço, FC e [La] significativamente superiores quando, exercitando simultaneamente pernas e braços, comparativamente a quando foram exercitadas apenas pernas [112]; [41]; [94]; [39].

Também as alavancas anatómicas (alavancas do corpo humano), podem variar a intensidade de execução. O centro articular é o fulcro, a resistência é realizada pela força da gravidade e a força muscular gera o movimento. O braço da alavanca, é a distância mais curta desde o fulcro ao ponto de aplicação da força, ou seja, ao local de inserção do músculo. O braço da resistência, é a distância perpendicular entre o ponto de aplicação da resistência, ou seja, centro de massa do corpo, ao fulcro [5]; [15]. Para os autores, alterando o braço da resistência, é possível variar a intensidade de exercitação. Assim sendo, quanto maior o braço da resistência, maior será a intensidade de exercitação.

Em resumo para aumentar a intensidade de exercitação, deve aumentar-se a aceleração dos segmentos envolvidos, aumentar a área de superfície frontal, aumentando o arrasto a vencer e aumentar o braço da resistência.

2.3.4. Movimentos Aquáticos Básicos

Barbosa e Queirós [15], afirmam que, o equilíbrio do sujeito, no meio aquático, depende da inter-relação entre a força de impulsão hidrostática e a força da gravidade. Ainda segundo os mesmos autores, para manutenção do equilíbrio dinâmico, em movimentos realizados no plano frontal, os membros inferiores (MI) e os superiores (MS), devem deslocar-se em sentidos opostos. Em movimentos realizados no plano sagital, os MI e MS devem deslocar-se em oposição. Estes deslocamentos em diferentes sentidos e em oposição fazem com que a projecção vertical da linha de gravidade passe pela base de sustentação do corpo, permitindo a manutenção de um correcto alinhamento corporal.

Sanders [91], do ponto de vista técnico divide os exercícios aquáticos em 6 grupos principais. São eles (i) andar; (ii) correr; (iii) balanços; (iv) chutar; (v) saltar e; (vi) tesouras.

O movimento em estudo é o balanço lateral que faz parte do grupo de exercícios de “balanços”. Este movimento, é caracterizado pelos apoios alternados dos MI e, o deslocamento simultâneo dos MS. Assim, quando um dos MI se encontra em abdução, o outro está em apoio plantar e os MS deslocam-se para o lado oposto ao MI em abdução, de forma a equilibrar o corpo. Quando o MI em abdução inicia a adução, o MI que se encontrava em apoio plantar inicia a abdução, para que se efectue o balanço pelo movimento alternado dos MI. Os MS movimentam-se em oposição ao movimento de abdução dos membros superiores, com as palmas das mãos orientadas no sentido do deslocamento.

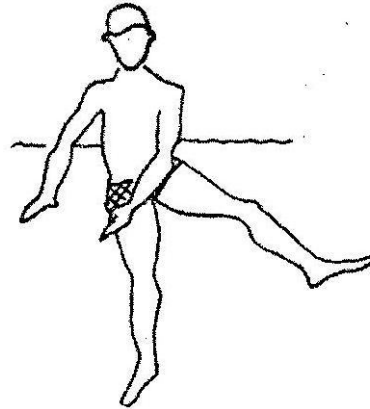


Figura 1. Balanço Lateral

2.3.5. Cinemática

O corpo Humano pode ser definido fisicamente como um complexo sistema de segmentos articulados em equilíbrio estático ou dinâmico, onde o movimento é causado por forças internas actuando fora do eixo articular, provocando deslocamentos angulares dos segmentos e, por forças externas ao corpo [12]. Os autores definem a Biomecânica como sendo a ciência que descreve, analisa e modela os sistemas biológicos. Uma ciência que devido à natureza do fenómeno investigado se torna interdisciplinar. A Biomecânica do movimento humano tenta explicar como as formas de movimento dos corpos de seres vivos acontecem na natureza a partir de parâmetros cinemáticos e dinâmicos [113].

Segundo Hay [59], a Biomecânica é a ciência que estuda as forças internas e externas que actuam no corpo humano e, os efeitos produzidos pelas mesmas. Ou seja, esta definição mais não será que uma adaptação da definição de mecânica mas, aplicada a sistemas biológicos, neste caso o corpo humano. Pode-se assim, distinguir a existência da Biomecânica interna e, da Biomecânica externa [59]; [9]; [11]. A biomecânica interna preocupa-se com as forças internas, as forças transmitidas pelas estruturas biológicas internas do corpo, tais como forças musculares, forças nos tendões, ligamentos, ossos e cartilagens articulares, entre outras. A determinação das forças internas dos músculos e

das articulações representa ainda um problema metodológico não totalmente resolvido na biomecânica, mas seguramente constitui-se a base fundamental para melhor compreensão de critérios para o controle de movimento [12]. A biomecânica externa representa os parâmetros de determinação quantitativa e ou qualitativa referente às mudanças de lugar e posição do corpo humano em movimentos desportivos, com auxílio de medidas descritivas cinemáticas e/ou dinâmicas, portanto aquelas que referem-se às características observáveis exteriormente na estrutura de movimento. Por sua vez, McGinnis [73], refere que será integrado na Biomecânica interna o estudo dos biomateriais, do sistema esquelético, do sistema nervoso e, do sistema muscular. Ainda o mesmo autor, integra na Biomecânica externa o estudo da cinética linear e angular, da cinemática linear e angular, do equilíbrio e, da mecânica dos fluidos.

A Biomecânica é ainda caracterizada por uma outra definição, como sendo o estudo da estrutura e da função dos sistemas biológicos, utilizando os métodos da Mecânica [45]; [56]; [4].

Para Amadio [10], a Biomecânica deriva das ciências naturais, ocupa-se das análises físicas do sistema biológico e, conseqüentemente de análises do movimento humano. O estudo do movimento resulta de investigações que são obtidas pelo uso de métodos e técnicas próprias.

A biomecânica estuda o movimento humano através da análise da Física dos sistemas biológicos [8].

Para Abrantes [3], o objecto de estudo da Biomecânica do comportamento motor é a produção não determinista do sistema locomotor resultante das solicitações mecânicas exteriores e das respostas biológicas organizadas sob o ponto de vista cinemático e dinâmico. A Biomecânica não estuda como se controla, mas qual o resultado do que foi controlado e quais as respectivas causas e conseqüências de

movimento e força que são processados no corpo e no exterior. Para o autor Biomecânica, é o estudo dos movimentos e das forças que são consequências das relações mecânicas estabelecidas e controladas pelo executante, quer com o seu próprio corpo, quer dessas relações mecânicas com o meio físico exterior.

Através da Biomecânica do Desporto e das suas áreas de conhecimento aplicadas, é possível analisar as causas e parâmetros relacionados ao movimento desportivo. O movimento é assim considerado como o objecto central de estudos, analisando as suas causas e efeitos produzidos em relação à optimização do rendimento [12]. Os autores referem-se assim, a uma Biomecânica do Desporto, que se dedica ao estudo do corpo humano e do movimento desportivo em relação às leis e princípios físico-mecânicos, incluindo os conhecimentos anatómicos e fisiológicos do corpo humano. Mais amplamente, a Biomecânica do Desporto caracteriza e optimiza as técnicas de movimento através de conhecimentos científicos que delimitam a área de actuação da ciência, que tem no movimento desportivo, o seu objecto central de estudo.

No domínio da Biomecânica do Desporto faz parte do campo de pesquisa as seguintes aplicações que caracterizam o estudo do movimento humano: Desporto de alto rendimento; Desporto escolar e actividades de recreação; Prevenção e reabilitação orientados à saúde e; Actividades do quotidiano e do trabalho [12].

O estudo de movimento humano tem sido muito utilizado na Biomecânica para detectar padrões que reproduzam características individuais ou de grupos específicos. Um dos movimentos mais pesquisados é a locomoção, principalmente, a análise de dados cinemáticos dos membros inferiores [40]. O movimento humano apresenta-se estruturalmente modificado de acordo com as características próprias de cada individuo, conforme a sua natureza morfológica, o tipo de actividade que o individuo realiza e a sua idade [79].

Normalmente, são fixados marcadores externos na superfície cutânea para definir a posição dos segmentos corporais. Os ângulos articulares e os ângulos segmentares são definidos a partir dos referidos marcadores. Enquanto os ângulos articulares se referem aos ângulos entre dois segmentos e são considerados ângulos relativos, ângulos segmentares referem-se aos ângulos em relação à horizontal e são considerados ângulos absolutos.

Os métodos experimentais utilizados pela Biomecânica do movimento humano para abordar as diversas formas de movimento são a cinemetria, dinamometria, antropometria, electromiografia, [9]; [110]; [24]. Utilizando estes métodos, o movimento poderá ser descrito e modelado matematicamente, permitindo uma melhor compreensão dos mecanismos internos reguladores e executores do movimento do corpo humano [11].

Barela [22], considera a Cinemática como uma metodologia de avaliação da Biomecânica que estuda as posições, deslocamentos e acelerações do corpo ou dos segmentos corporais durante determinado movimento. A cinemetria fundamenta-se na análise de parâmetros cinemáticos, que se baseiam na recolha de imagens do movimento em estudo e a sua análise posterior. Sendo assim definida como, o conjunto de métodos que busca medir parâmetros cinemáticos do movimento como a posição, orientação, velocidade e aceleração [61]. Dentre os diversos processos de análise cinemática, cinematografia, cronofotografia, cineradiografia e estroboscopia, a vídeometria é o mais utilizado. A vantagem da vídeometria, em comparação com a cinematografia, deve-se entre outros factores, à possibilidade de se obter imagens de alta qualidade fotograma a fotograma, o menor custo do material de registo e a maior facilidade de digitalização automática [23].

A partir das variáveis, trajectória e tempo para executar o movimento, observam-se indicadores cinemáticos de importância estrutural para a avaliação do rendimento desportivo. São eles, variações lineares e angulares de posição, velocidades lineares e angulares, velocidade do centro de gravidade, dos segmentos e das articulações, determinação das variações da aceleração do movimento, tempo de reacção e tempo de movimento, entre outras variáveis a serem seleccionadas consoante os propósitos da análise e necessidades indicadas pelos técnicos e/ou atletas [70].

Problema, Objectivo e Hipóteses

3. PROBLEMA, OBJECTIVO E HIPÓTESES

3.1. Problema

Será que o ritmo musical tem influência na cinemática do movimento básico de Hidroginástica “balanço lateral”?

3.2. Objectivo

3.2.1. Objectivo Geral

O objectivo geral do presente estudo consistiu em analisar a associação entre a cadência e o padrão cinemático, um movimento básico de Hidroginástica “balanço lateral” a diferentes Cadências.

3.2.2. Objectivos específicos

1. Analisar a associação entre a cadência e o padrão linear da cinemática segmentar (duração, velocidade) durante a execução do movimento básico “balanço lateral”.
2. Analisar a associação entre a cadência e padrão angular da cinemática segmentar (ângulo) durante a execução do movimento básico “balanço lateral”.

3.3. Hipóteses

3.3.1. Hipótese Básica

H_{01} – não existem associações significativas no padrão cinemático do movimento básico de Hidroginástica “balanço lateral” em função da cadência.

3.3.2. Hipóteses Secundárias

H_{01} – não existem associações significativas no padrão cinemático linear segmentar do movimento básico de Hidroginástica “balanço lateral” em função da cadência.

H_{02} – não existem associações significativas no padrão cinemático angular segmentar do movimento básico de Hidroginástica “balanço lateral” em função da cadência.

4. METODOLOGIA

4.1. Amostra e envolvimento

4.1.1. Amostra

O estudo foi realizado com uma amostra de 6 instrutoras de Hidroginástica, do sexo feminino, com pelo menos um ano de experiência na leccionação deste tipo de programas, sem qualquer patologia músculo-esquelética nos últimos seis meses e não grávidas.

Tabela 1 - Média e desvio padrão dos valores da idade, das características antropométricas e dos minutos de aulas dadas por semana dos sujeitos que constituíram a amostra.

	N	Idade (anos)	Massa Corporal (kg)	Estatura (m)	IMC (kg/m ²)	Aulas (min/sem)
Sexo Feminino	6	23,50±3,51	57,17±4,07	1,66±0,06	20,60±0,55	270,00±80,50

IMC – Índice de massa corporal; **N** – número de sujeitos que constituiu a amostra

4.1.2. Caracterização do envolvimento

A aplicação do protocolo tendo em vista a recolha das imagens, teve lugar num só dia e, foi realizada numa piscina coberta e com a água aquecida a 30° C e 75 % de humidade relativa. A cuba tem 16 metros (m) de comprimento, por 8 m de largura (4 pistas) e 0.90 m de profundidade.

4.2. Preparação dos elementos da amostra

As instrutoras de Hidroginástica que demonstraram disponibilidade para integrar o estudo, foram esclarecidas dos propósitos do mesmo e das tarefas que teriam de efectuar. Antes das instrutoras serem preparadas para a aplicação do protocolo e para a recolha das imagens, foram lembradas dos objectivos do estudo e das tarefas que iriam realizar.

Para facilitar o processamento informático das imagens, as instrutoras foram marcadas nos principais pontos anatómicos de referência a serem digitalizados, com fita adesiva de cor preta. Foram marcadas as duas regiões cárpicas (punhos), os dois olecrâneos (cotovelos), as duas articulações escapulo-umerais (ombros), o tronco médio, os trocânteres femorais os côndilos femurais (joelhos), e, as duas regiões tíbio-társicas (tornozelos) como ilustrado na figura 2.

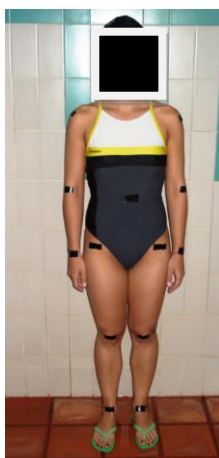


Figura 2. Perspectiva dos pontos anatómicos de referência a serem digitalizados.

4.3. Registo das imagens

4.3.1. Equipamentos

Os registos de vídeo dos praticantes foram feitos através de um par de câmaras de vídeo, uma subaquática (JVC, GR-SX1, SVHS) incluída numa caixa estanque (Ikelite Underwater Systems, EUA) e uma de superfície (JVC, GR-SXM25, SVHS). As imagens da câmara que se encontrava no suporte mais elevado, registou as acções efectuadas pela instrutora acima da superfície da água. Já as imagens com origem na câmara localizada no suporte inferior, registou as acções que se verificavam abaixo da superfície da água.

Ambas as câmaras (de superfície e subaquática), do sistema de captação de imagem, foram apoiadas em suportes de aço inoxidável com duas prateleiras. O sistema permite o registo de imagens de superfície 50 centímetros (cm) acima da superfície da água e de imagens subaquáticas a 30 cm abaixo da superfície da mesma. Este sistema permite também integrar no campo de captação a totalidade do corpo do sujeito durante a realização de um ciclo completo do movimento, dentro de um volume de calibração rectangular (0,675 m de largura por 0,855 m de altura), para posterior digitalização (Fig. 3).



Figura 3. Perspectivas gerais do volume de calibração.

As câmaras foram reguladas de maneira a que os seus eixos ópticos convergissem para o sujeito e delimitassem, nos limites do seu campo de visão, todo o sistema de calibração.

A conversão posterior das coordenadas do sistema informático em coordenadas reais foi possível através da colocação de um sistema de coordenadas fixo como descrito anteriormente e apresentado na figura 3 de modo a permitir a reconstituição 2D das imagens reais. Antes da captação das imagens, foi registado durante 3 minutos um objecto de calibração bidimensional de forma rectangular.

As imagens obtidas pelas duas câmaras foram sincronizadas em tempo real e reunidas numa mesa de mistura vídeo (Panasonic Digital AV Mixer WJ-AVE55 VHS), originando uma só imagem, que era enviada para uma televisão (Sony Black Triniton KV-14T1E). Assim, a metade superior do monitor era constituída pelas imagens oriundas da câmara que se encontrava acima da superfície da água e, a metade inferior pelas imagens provenientes da câmara colocada abaixo da superfície da água, produzindo desta forma imagens de “duplo meio”.

Após a mistura, as imagens tinham saída para um gravador de vídeo (Panasonic AG 7350 SVHS) onde foram registadas em fita magnética. Estas imagens possibilitaram a gravação das imagens, no sentido de facultar a reconstituição das dimensões (horizontais e verticais) da imagem real da amostra, com uma frequência de amostragem de 50Hz [16].

Cada par de câmaras foi ajustado e alinhado através de um referencial visual externo e por uma instrutora, visível pelas duas câmaras, colocados no plano do movimento, para que a linha de separação das duas imagens coincidissem com a linha da água.

Para mais, teve-se a preocupação dos eixos ópticos de cada par de câmaras que se encontravam nos suportes estarem orientados convergentemente, de modo a garantir a reconstituição das dimensões da instrutora, na imagem misturada de “duplo meio” (ar-água), como sugerem [102].

Todas as câmaras foram previamente reguladas para uma velocidade de obturação de 1:250. Os eixos ópticos de todas as câmaras foram orientados de forma a, que as instrutoras fossem registadas, no mínimo, a partir de uma distância de aproximadamente 6 metros. A sincronização das câmaras foi realizada, colocando no campo de registo de cada uma delas um LED que era ligado regular e simultaneamente em todas, para marcar o início da sincronização.

4.3.2. Procedimentos

Cada instrutora, antes de se iniciar o teste propriamente dito, realizou um curto aquecimento específico. Este aquecimento foi realizado em tempo de água, com a seguinte sequência: (i) Caminhada livre pela piscina com braços de braços (64 tempos); (ii) - Elevação alternada do joelho, com braços alternados para a frente e para trás (16 tempos); (iii) Elevação alternada dos membros inferiores em extensão (pouca amplitude), com braços alternados ao membro inferior (16 tempos); (iv) Chuto à frente alternado de grande amplitude, com braços alternados ao membro inferior (16 tempos); (v) Balanço lateral alternado (16 tempos); (vi) Agachamentos com salto (16 tempos); (vii) Polichinelo (16 tempos); (viii) Repete os últimos 2 blocos coreográficos.

A tarefa experimental consistiu num protocolo incremental e progressivo de patamares de quatro frases musicais de 32 tempos cada (portanto, de 16 ciclos gestuais completos) em cada uma das cadências seleccionadas (80% (120bpm), 90% (135bpm), 100% (150bpm), 110% (165bpm), 120% (180bpm) da R4 [20] para o movimento

básico de balanço lateral. Para controlo do ritmo de execução foi utilizado um metrónomo digital (Korg, MA-30, Tokyo, Japan) ligado a um sistema de som. Todos os movimentos foram realizados em “tempo de água”. O conceito de tempo de água caracteriza-se pela execução de um movimento segmentar em cada duas batidas musicais. Todos os praticantes estavam familiarizados com o conceito de “tempo de água” e seguiram o ritmo musical ao longo do teste. Contudo, quando necessário, os avaliadores deram *feed-backs* verbais às instrutoras para que estas pudessem manter a sincronização entre a cadência musical e a frequência do movimento.

4.4. Análise das imagens

4.4.1. Equipamentos

O estudo consistiu na análise cinemática de um movimento básico, em cada uma das cadências seleccionadas 80%, 90%, 100%, 110%, 120% da R4 [20]. Para tal, foi usado o sistema de análise tridimensional do movimento “*Ariel Performance Analysis System*” (APAS) da *Ariel Dynamics Inc.*

Para além do aplicativo acima referido, também foram utilizados para a análise das imagens um computador pessoal com um processador *Celeron*TM a 333MHz, um leitor de vídeo (Panasonic AG 7355) a uma frequência de 50 fotogramas por segundo, uma impressora (Epson ESC P2), um drive externo *Iomega*[®] com capacidade para 250MB e, um leitor e gravador de *Compact Disks Hewlett Packard CD-Writer Plus 9210i*[®].

4.4.2. Procedimentos

As características cinemáticas bidimensionais foram determinadas sob planos separados (aéreo e subaquático), a partir da digitalização das imagens do movimento filmado [48]. O posterior tratamento numérico foi efectuado num sistema de análise de vídeo (*Ariel Performance Analysis System-APAS*, Ariel Dynamics Inc, EUA), que analisa as características cinemáticas do movimento. A reconstrução da cinemática do praticante foi feita através da aplicação do algoritmo DLT (*Direct Linear Transformation*) [1], sendo este o método mais citado para calibração de câmaras e reconstrução de imagens.

Os procedimentos metodológicos efectuados para a análise das imagens recolhidas, através do APAS, para cada câmara foram:

Recolha e registo de cada movimento básico.

Consistiu na conversão das imagens registadas em fita magnética, em formato de vídeo para *Windows® 9.x* ou *NT* (.avi).

Definição do modelo espacial

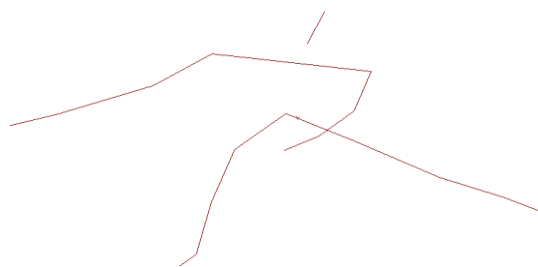
Foi utilizado o modelo de Zatsiorsky adaptado por [114], que se compõe de 19 pontos anatómicos de referência.

A Tabela 2 apresenta os pontos anatómicos de referência digitalizados em cada fotograma.

Tabela 2. Pontos anatômicos de referência digitalizados, em cada fotograma.

1. Extremidade distal do metatarso direito	10. Corpo da mandíbula
2. Maléolo lateral direito	11. Extremidade superior da cabeça
3. Côndilo femoral direito	12. Acrômio esquerdo
4. Grande trocanter femural direito	13. Epicondilo lateral esquerdo (Olecrâneo)
5. Tronco médio	14. Região cárpica esquerda
6. Extremidade distal do metacarpo direito	15. Extremidade distal do metacarpo esquerdo
7. Região cárpica direita	16. Grande trocanter femural esquerdo
8. Epicondilo lateral direito (Olecrâneo)	17. Côndilo femoral esquerdo
9. Acrômio direito (articulação escapulo-umeral)	18. Maléolo lateral esquerdo
	19. Extremidade distal do metatarso esquerdo

De seguida, realizou-se a ligação e identificação entre os diversos pontos anatômicos de referência que fizeram parte do modelo.

**Figura 4. Stick Figure - Balanço lateral**

Introdução das coordenadas de posição (x,y) do sistema de referência utilizado.

Como já indicado previamente, o sistema de referência utilizado tinha uma forma rectangular com 0,675 m de largura e, 0,855 m de altura. Estes pontos estavam marcados a preto. O ponto intermédio foi marcado com a linha da água. As marcações tiveram como intuito aumentar o número de pontos de referência.

Digitalização dos pontos anatómicos de referência e do ponto de controlo, em cada fotograma.

O sistema de digitalização terminou com a introdução das coordenadas de posição do sistema de referência usado para cada uma das câmaras, prevendo 6 pontos de referência, sendo que apenas um (ponto fixo) foi marcado fora do volume de calibração.

O ponto de controlo é um ponto fixo que teve de ser visível, em cada câmara, durante todo o período de filmagem. Adicionalmente, em cada fase do movimento, também se digitalizou num único fotograma, os pontos que constituíam o sistema de referência utilizado.

Após se terem efectuado os procedimentos previamente descritos para todos os fotogramas a analisar, realizou-se:

Reconstrução bidimensional de cada movimento básico

A reconstrução das imagens foi feita a partir do procedimento “*Direct Linear Transformation*” (DLT) desenvolvido por [1].

Filtragem dos resultados

Executou-se a filtragem dos resultados com o filtro *Digital Filter Algorithm*, com uma frequência de corte de 5Hz ($x = 5$; $y = 5$), para remover pequenos erros aleatórios decorrentes do processo de digitalização, como sugere [16].

Para o efeito, aplicamos uma metodologia idêntica à indicada por [110] e já utilizada em natação pura desportiva (e.g., [14]; [17]) com recurso a dupla passagem de um filtro digital [18].

Visualização dos resultados por meio gráfico, numérico e pictórico.

A partir do módulo display foram recolhidos e exportados os dados cinemáticos para posterior tratamento e que permitirá a produção de curvas médias dos elementos da amostra para cada variável dependente.

4.5. Variáveis em estudo

4.5.1. Variável independente

As variáveis independentes em estudo foram, os Ritmos de Execução a 80%, 90%, 100%, 110%, 120% da R4 tal como definida por [20].

4.5.2. Variáveis dependentes

Na Tabela 3 são apresentadas as variáveis cinemáticas dependentes, sendo indicadas as abreviaturas e unidades e, as respectivas definições.

Tabela 3. Definição das variáveis cinemáticas.

Variáveis cinemáticas Dependentes	Abreviatura/ Unidades	Definição
Período	p (s)	Tempo necessário para que um movimento realizado pelos segmentos corporais se volte a repetir.
Deslocamento	d (m)	Distancia percorrida pelos segmentos corporais do praticante.
Ângulo relativo	ϕ (°)	Ângulo efectuado entre dois segmentos corporais adjacentes.
Velocidade linear	v (s)	Distância percorrida pelos segmentos corporais do praticante por unidade de tempo.

4.6. Procedimento estatístico

No procedimento estatístico, os resultados foram analisados em três vertentes: (i) estatística Exploratória (Determinar normalidade da distribuição teste de shapiro-wilks e identificação de outliers), (ii) estatística descritiva (média, valores máximos e mínimos e desvio padrão), (iii) estatísticas inferenciais (modelos de regressão linear simples, calculando o valor do coeficiente de determinação, o valor do p e recta de ajuste da nuvem de dispersão dos dados entre as cadências estudadas e as variações cinemáticas).

Foi definido um valor de significância para $p \leq 0.05$. Todos os procedimentos e figuras foram efectuados em software próprio, Statistical Package for the Social Sciences® (SPSS), (SPSS inc., Chicago, USA), versão 16.0 para Windows®.

Apresentação e Discussão dos Resultados

5. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

5.1. Período

A figura 5 apresenta o Período de execução do balanço lateral ao longo das cadências estudadas, ($R^2 = 0,775$; $p < 0,01$). Ou seja, verifica-se uma relação significativa entre a cadência e o período de execução.

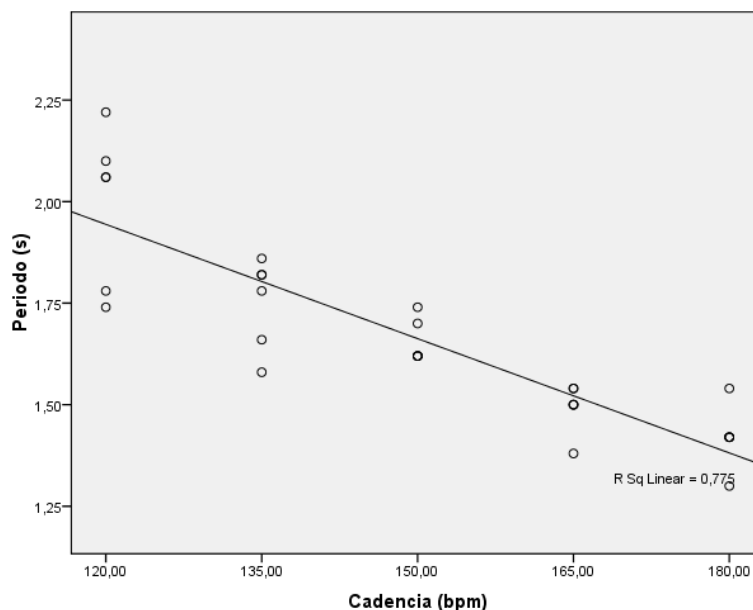


Figura 5. Relação entre o Período e a cadência musical ao realizar o movimento básico de Hidroginástica “Balanço Lateral”.

Verificamos assim que o aumento da cadência impôs a diminuição do período. O que seria de esperar, uma vez que como afirma [20], o período (i.e., o tempo absoluto para execução de um ciclo completo) está intimamente associado à métrica musical e por conseguinte ao ritmo musical. Estes resultados vão de encontro com o estudo de [86], onde referem que se verificou uma elevada relação entre o período do ciclo e a cadência, com o decréscimo da variável tempo, no decurso do protocolo incremental.

5.2. Anca

Na figura 6 é apresentado o deslocamento horizontal da anca ao longo das cadências estudadas. Pela análise da figura verifica-se que não existiu uma relação significativa entre a cadência e o deslocamento deste ponto anatômico, ($R^2 = 0,076$; $p = 0,139$).

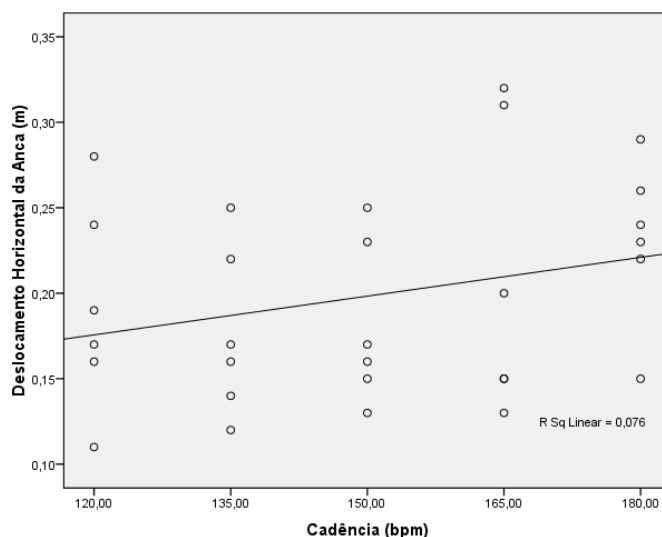


Figura 6. Relação entre o deslocamento da anca na Horizontal e a cadência musical ao realizar o movimento básico de Hidroginástica “Balanço Lateral”.

Observando a figura 7 verificamos o deslocamento vertical da anca ao longo das cadências estudadas, que apresentam um coeficiente de determinação reduzido e um valor de probabilidade acima do valor de significância adoptado ($R^2 = 0,094$; $p = 0,099$). Desta forma, não se verifica, uma relação significativa entre a cadência e o deslocamento deste ponto anatômico.

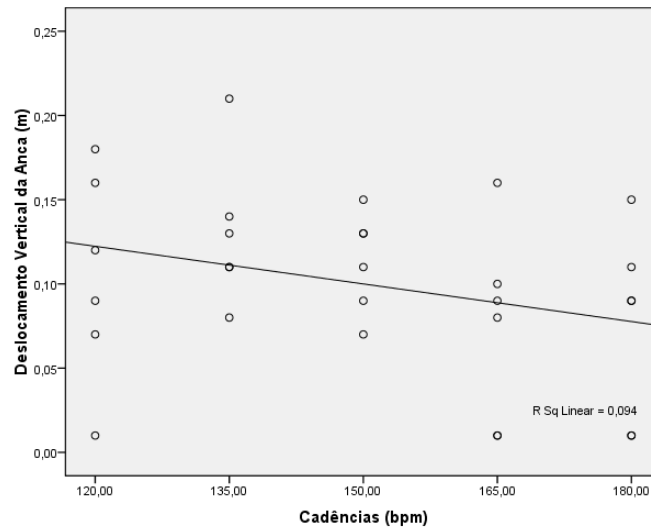


Figura 7. Relação entre o deslocamento da anca na Vertical e a cadência musical ao realizar o movimento básico de Hidroginástica “Balanço Lateral”.

A figura 8 apresenta a velocidade horizontal da anca ao longo das cadências estudadas. Ou seja, a velocidade deste ponto anatômico, não apresenta qualquer relação com a cadência ($R^2 = 0,000$; $p = 0,967$).

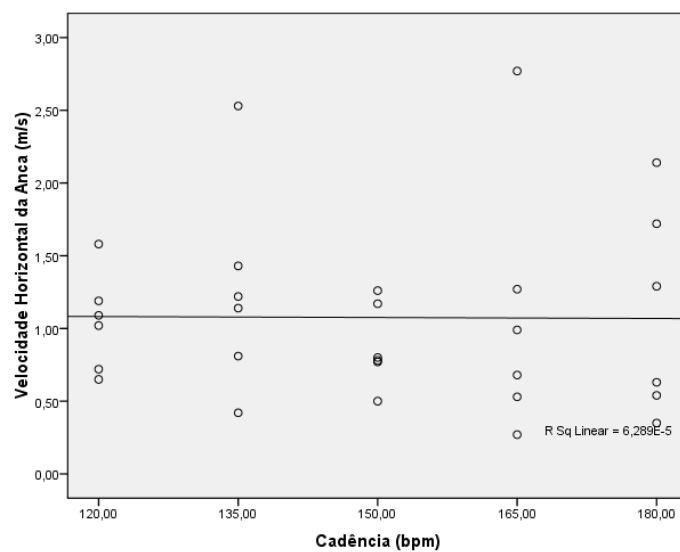


Figura 8. Relação entre a velocidade da anca na Horizontal e a cadência musical ao realizar o movimento básico de Hidroginástica “Balanço Lateral”.

Figura 8. Relação entre a velocidade da anca na Horizontal e a cadência musical ao realizar o movimento básico de Hidroginástica “Balanço Lateral”.

Na figura 9 apresenta-se a velocidade vertical da anca ao longo das cadências estudadas. Verificamos novamente que a relação entre a cadência e a velocidade deste ponto anatômico, não foi significativa ($R^2 = 0,002$; $p=0,838$).

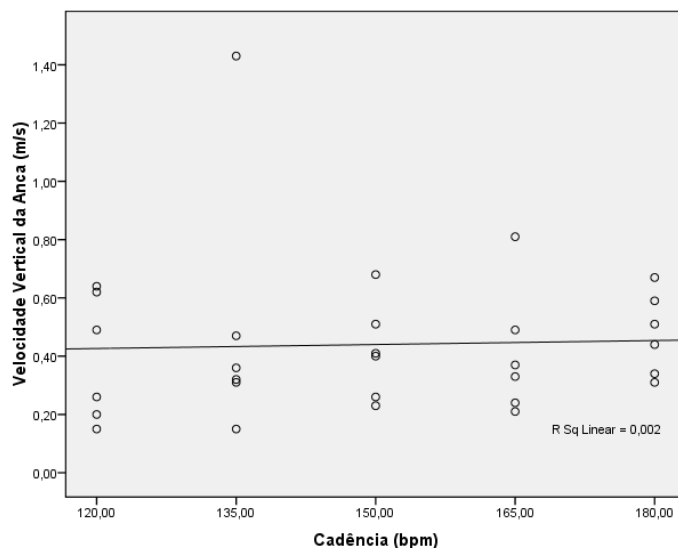


Figura 9. Relação entre a velocidade da anca na Vertical e a cadência musical ao realizar o movimento básico de Hidroginástica “Balanço Lateral”.

O deslocamento horizontal deste ponto anatômico aumenta ligeiramente ao longo das cadências em estudo, sem que estes resultados sejam significativos. Verificamos ainda que apenas 7,6% do comportamento da anca é explicado pela cadência musical. Uma vez que para cumprir a cadência, os sujeitos efectuam o movimento sem grande impulsão no solo, numa posição mais neutra, obrigando a que o deslocamento seja efectuado mais num plano horizontal. Como afirma [86] não houve uma relação significativa entre o deslocamento horizontal ou vertical do movimento durante as cadências impostas.

Relativamente ao deslocamento vertical deste ponto anatómico, como acima enunciado, diminui para cumprir a cadência imposta. Para cumprir a cadência imposta, os sujeitos efectuam o movimento minimizando a impulsão no solo, o que obriga a que o deslocamento seja efectuado predominantemente num plano horizontal.

Em relação à velocidade, tanto horizontal como vertical, não se verificaram diferenças significativas, ao contrário do estudo levado a cabo por [86]. Isto pode-se dever, ao facto de a anca não ter tido uma relação significativa no seu deslocamento, o que conduziu que a relação entre a velocidade ao longo das cadências estudadas também não fosse significativa.

5.3. Tronco

Ao nível do tronco, a figura 10 apresenta o seu deslocamento horizontal ao longo do protocolo incremental. Com a análise do gráfico conclui-se que não existiu uma relação significativa entre a cadência e o deslocamento deste ponto anatómico ($R^2 = 0,021$; $p = 0,447$).

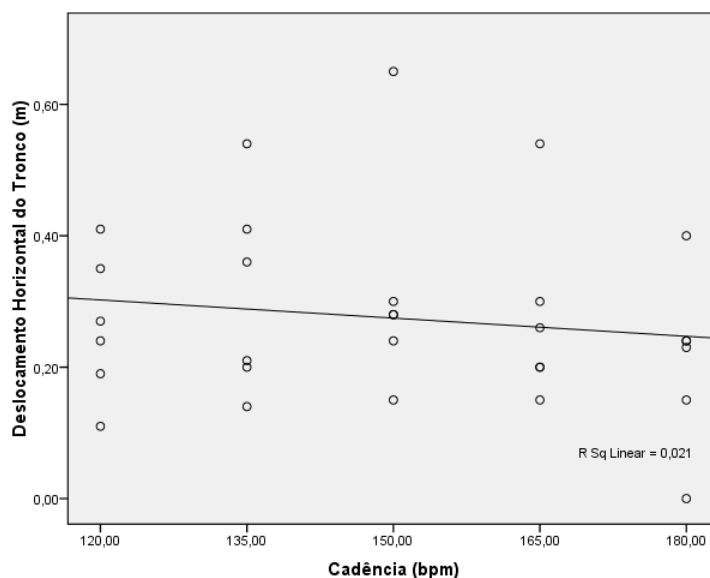


Figura 10. Relação entre o deslocamento do tronco na Horizontal e a cadência musical ao realizar o movimento básico de Hidroginástica “Balanço Lateral”.

Na figura 11 é apresentado o deslocamento vertical do tronco ao longo das cadências estudadas, que tal como o deslocamento horizontal, não se verifica uma relação significativa entre a cadência e o deslocamento deste ponto anatómico ($R^2 = 0,046$; $p=0,254$).

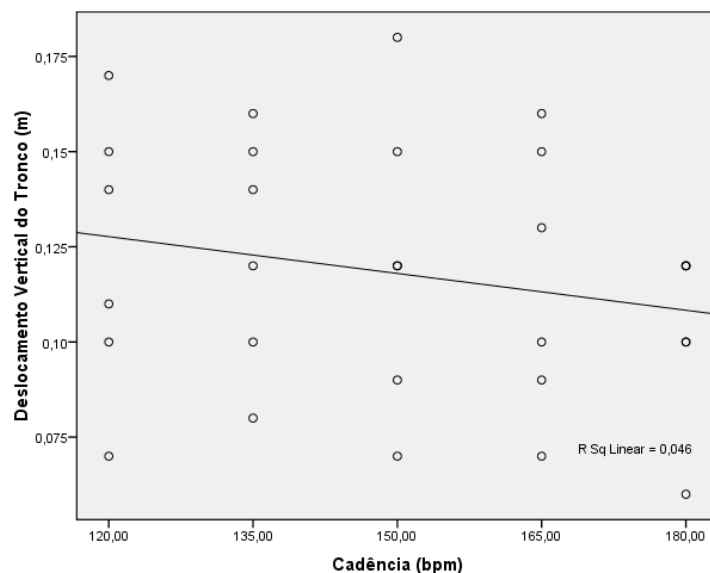


Figura 11. Relação entre o deslocamento do tronco na Vertical e a cadência musical ao realizar o movimento básico de Hidroginástica “Balanço Lateral”.

Na figura 12 apresenta-se a velocidade horizontal do tronco ao longo das cadências estudadas, ($R^2=0,047$; $p=0,251$). E verificamos que a cadência, mais uma vez, não apresenta uma relação significativa com a velocidade deste ponto anatómico.

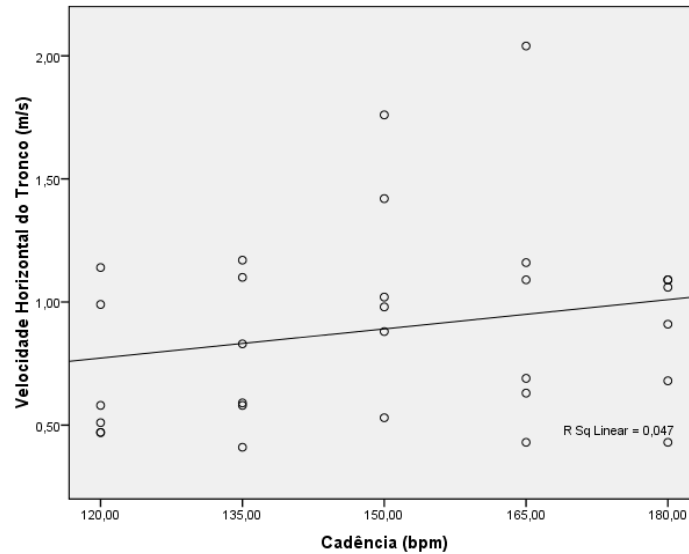


Figura 12. Relação entre a velocidade do tronco na Horizontal e a cadência musical ao realizar o movimento básico de Hidroginástica “Balanço Lateral”.

A figura 13 exibe a velocidade vertical do tronco ao longo das cadências estudadas, ($R^2 = 0,000$; $p = 0,977$). Não se verificando relação entre a cadência e a velocidade deste ponto anatômico, sendo mesmo nula.

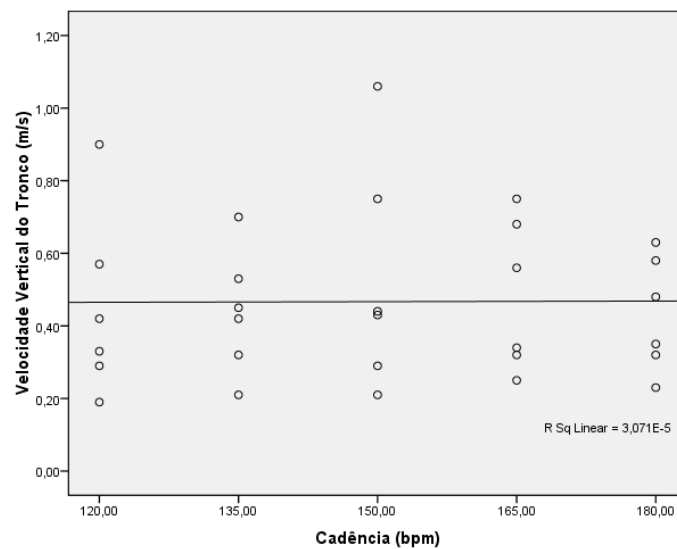


Figura 13. Relação entre a velocidade do tronco na Vertical e a cadência musical ao realizar o movimento básico de Hidroginástica “Balanço Lateral”.

O deslocamento horizontal apresentou um ligeiro decréscimo ao longo do protocolo, que pode ser causado por uma maior estabilidade do movimento. Como já referido, com o aumento da cadência, assume-se uma posição mais neutra não existindo grandes deslocamentos verticais do tronco, daí haver um decréscimo do deslocamento vertical do tronco ao longo das cadências em estudo. Contudo, verifica-se uma ténue tendência para o aumento da velocidade horizontal e uma manutenção da velocidade vertical ao longo do protocolo, não sendo significativa o que corrobora com o estudo de [86], indo contra do estudo de [80].

5.4. Mão Direita

Analisando a figura 14 visualizamos o deslocamento horizontal da mão direita ao longo das cadências estudadas. Averiguamos que não existe uma relação significativa entre a cadência e o deslocamento deste ponto anatómico ($R^2 = 0,005$; $p=0,721$).

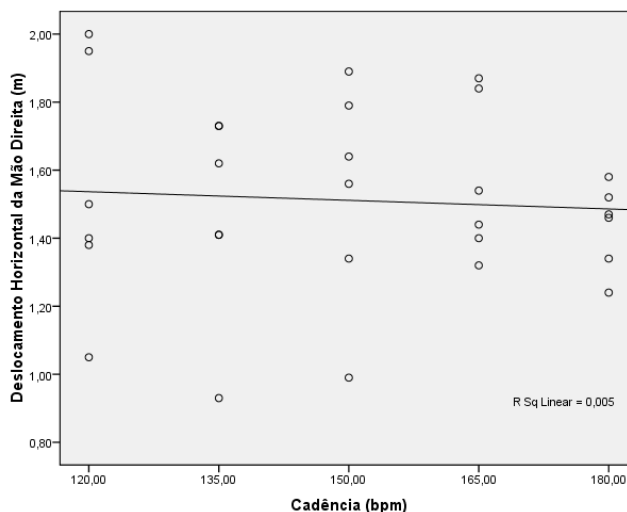


Figura 14. Relação entre o deslocamento da mão direita na Horizontal e a cadência musical ao realizar o movimento básico de Hidroginástica “Balanço Lateral”.

Na figura 15 expomos o deslocamento vertical da mão direita ao longo das cadências estudadas. Não se verificando uma relação significativa entre a cadência e o deslocamento deste ponto anatômico, ($R^2 = 0,030$; $p=0,316$).

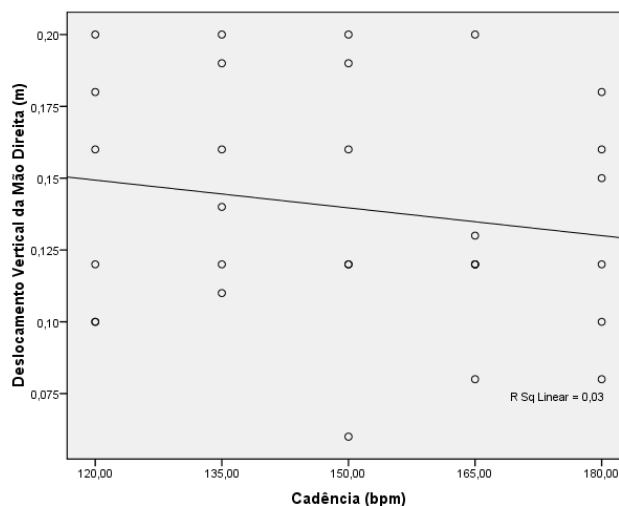


Figura 15. Relação entre o deslocamento da mão direita na Vertical e a cadência musical ao realizar o movimento básico de Hidroginástica “Balanço Lateral”.

A figura 16 apresenta a velocidade horizontal da mão direita ao longo das cadências estudadas. Onde não se verificou uma relação entre a cadência e a velocidade deste ponto anatômico ($R^2 = 0,000$; $p=0,988$).

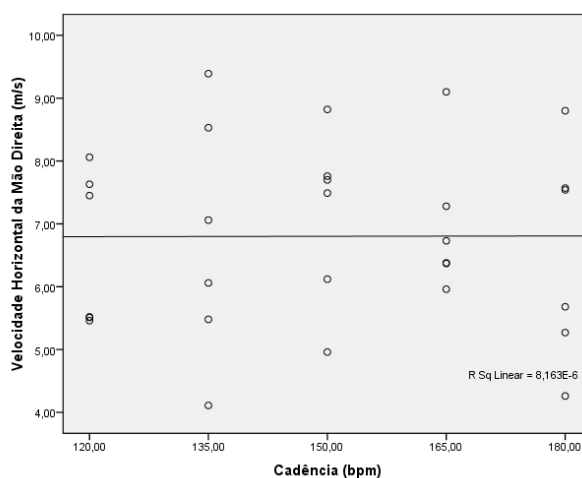


Figura 16. Relação entre a velocidade da mão direita na Horizontal e a cadência musical ao realizar o movimento básico de Hidroginástica “Balanço Lateral”.

Na figura 17 apresentamos a velocidade vertical da mão direita ao longo das cadências estudadas, ($R^2 = 0,000$; $p = 0,949$), não existindo relação entre esta e a cadência.

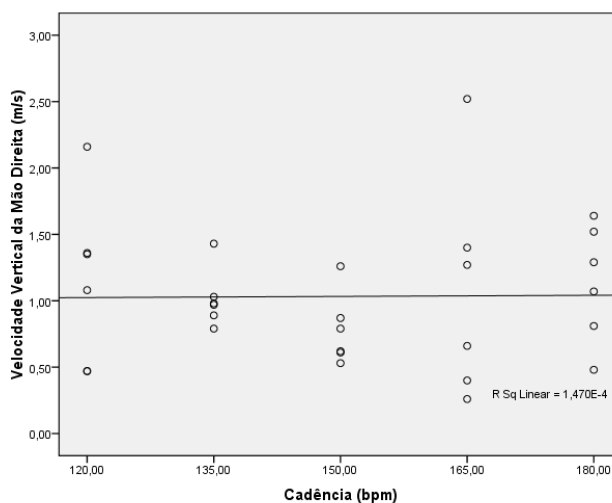


Figura 17. Relação entre a velocidade da mão direita na Vertical e a cadência musical ao realizar o movimento básico de Hidroginástica “Balanço Lateral”.

Analisando a figura 14 verificamos que o deslocamento horizontal da mão direita ao longo do protocolo, decresce ligeiramente sem uma relação significativa. O que pode ser explicado pela flexão dos MS para cumprir a cadência imposta. Pela análise da figura 15, verificamos que o deslocamento vertical da mão direita diminui ao longo das cadências o que pode ser explicado pela diminuição do deslocamento vertical do tronco, diminuindo assim também o deslocamento vertical da mão. [86], referem no seu estudo, que não houve diferenças significativas entre o deslocamento tanto horizontal como vertical ao longo do protocolo incremental que é o mesmo que se verificou neste estudo. A velocidade horizontal e vertical deste ponto anatômico, mantêm-se. Estes resultados, contrariam a descrição de [80], que especula que à medida que os membros superiores e inferiores se aproximam da superfície, a flutuação aumenta e, conseqüentemente diminui a velocidade do movimento e o número de repetições. Já o estudo de [86], que

refere que na maior parte dos seus dados a velocidade foi moderada, positiva e significativamente relacionadas com as cadências musicais.

5.5. Mão Esquerda

Na figura 18 exibimos o deslocamento horizontal da mão esquerda ao longo das cadências estudadas, ($R^2 = 0,031$; $p = 0,350$). Pela análise da figura e dos valores expostos não foi verificada uma relação significativa entre a cadência e o deslocamento deste ponto anatômico.

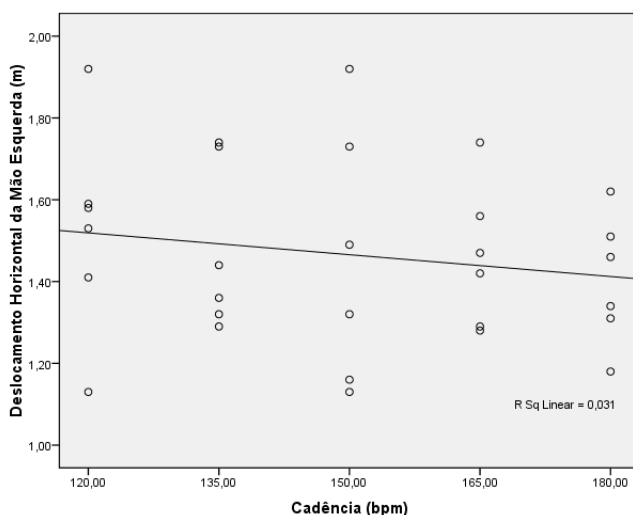


Figura 18. Relação entre o deslocamento da mão esquerda na Horizontal e a cadência musical ao realizar o movimento básico de Hidroginástica “Balanço Lateral”.

Da análise da figura 19 verifica-se que o deslocamento vertical da mão esquerda ao longo das cadências estudadas, ($R^2 = 0,190$; $p = 0,016$) apresentou uma relação negativa e

significativa com a cadência. Ou seja, o aumento da cadência impôs a diminuição do deslocamento vertical da mão esquerda.

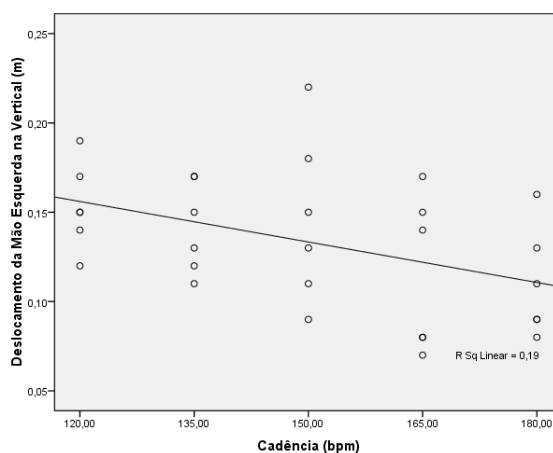


Figura 19. Relação entre o deslocamento da mão esquerda na Vertical e a cadência musical ao realizar o movimento básico de Hidroginástica “Balanço Lateral”.

A velocidade horizontal da mão esquerda ao longo das cadências estudadas, é apresentada na figura 20. Esta não apresentou uma relação significativa entre a cadência e a velocidade deste ponto anatômico, sendo a sua relação nula ($R^2 = 0,002$; $p = 0,819$).

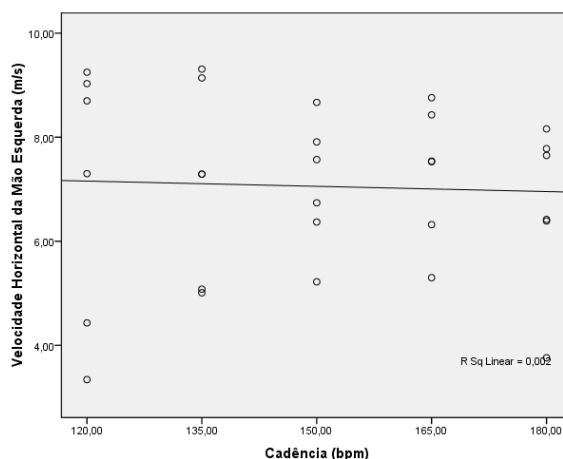


Figura 20. Relação entre a velocidade da mão esquerda na Horizontal e a cadência musical ao realizar o movimento básico de Hidroginástica “Balanço Lateral”.

Na figura 21 é apresentada a velocidade vertical da mão esquerda ao longo das cadências estudadas, ($R^2= 0,002$; $p=0,816$). Onde não se verifica uma relação significativa entre a cadência e o deslocamento deste ponto anatômico.

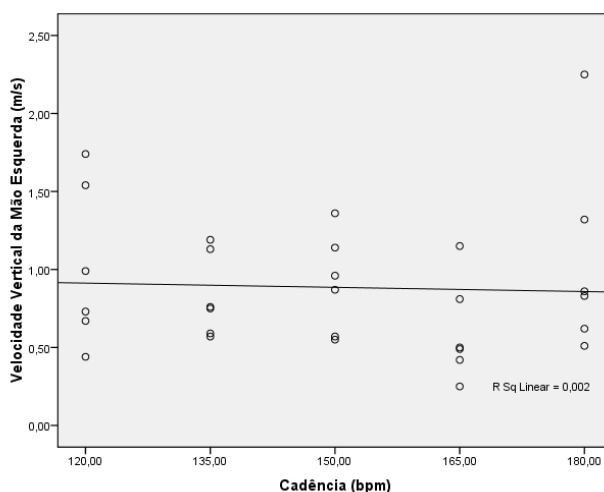


Figura 21. Relação entre a velocidade da mão esquerda na Vertical e a cadência musical ao realizar o movimento básico de Hidroginástica “Balanço Lateral”.

O deslocamento horizontal da mão esquerda apresenta-se de forma decrescente sem que este se relacione de forma significativa com o protocolo. O que já foi anteriormente confirmado para a mão direita. Contudo o deslocamento vertical da mão esquerda apresenta um valor significativo na relação com o protocolo com um $p<0,05$. Isto significa que a amplitude de movimento da mão esquerda diminuiu. Este valor Contraria o estudo de [86], que não encontrou nenhuma relação significativa entre qualquer variável do deslocamento e a cadência musical. Em relação á velocidade tanto na horizontal como na vertical não apresentam valores significativos apesar de baixarem ligeiramente, indo de encontro ao estudo de [80], que especula que à medida que os membros superiores e inferiores se aproximam da superfície, a flutuação aumenta e, consequentemente diminui a velocidade do movimento e o número de repetições. E afastando-se da descrição de [86], que refere que na maior parte dos seus dados a

velocidade foi moderada, positiva e significativamente relacionadas com as cadências musicais.

5.6. Pé Direito

A figura 22 mostra o deslocamento horizontal do pé direito ao longo das cadências estudadas. Onde, pela sua análise se verifica uma relação significativa e negativa entre a cadência e o deslocamento deste ponto anatômico ($R^2 = 0,187$; $p=0,017$).

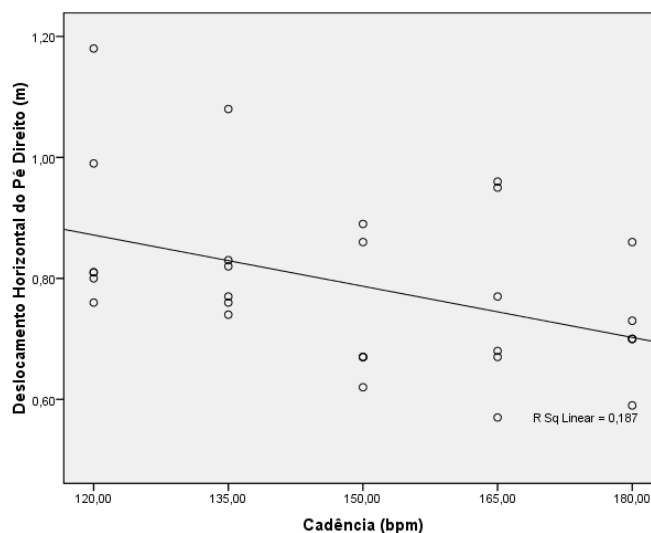


Figura 22. Relação entre o deslocamento do pé direito na Horizontal e a cadência musical ao realizar o movimento básico de Hidroginástica “Balanço Lateral”.

O deslocamento vertical do pé direito ao longo das cadências estudadas, apresenta-se na figura 23. Não existindo relação entre a cadência e o deslocamento deste ponto anatômico ($R^2 = 0,000$; $p=0,947$).

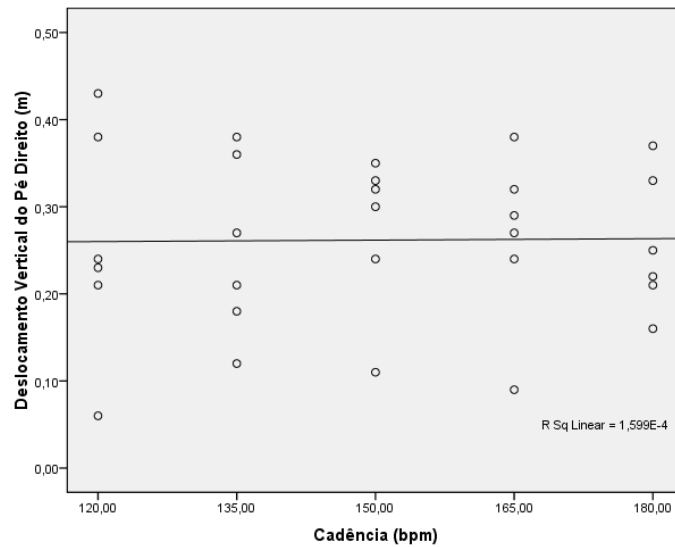


Figura 23. Relação entre o deslocamento do pé direito na Vertical e a cadência musical ao realizar o movimento básico de Hidroginástica “Balanço Lateral”.

A figura 24 apresenta a velocidade horizontal do pé direito ao longo das cadências estudadas. Não existindo uma relação significativa entre, a velocidade deste ponto anatômico com a cadência ($R^2 = 0,005$; $p=0,699$).

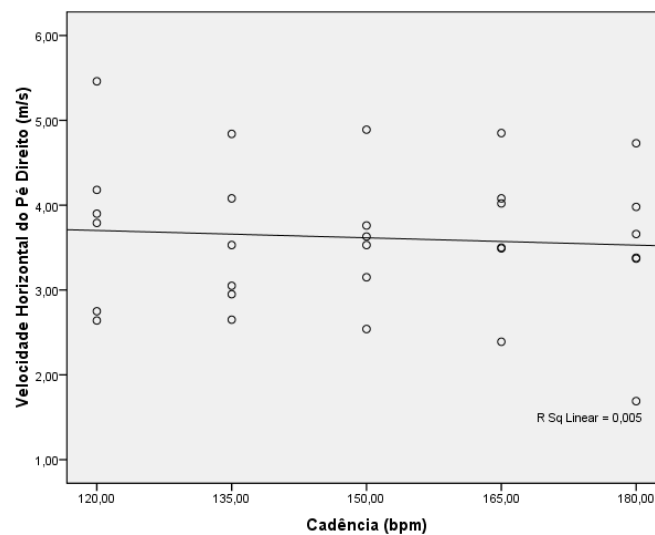


Figura 24. Relação entre a velocidade do pé direito na Horizontal e a cadência musical ao realizar o movimento básico de Hidroginástica “Balanço Lateral”

Na figura 25 apresentamos a velocidade vertical do pé direito ao longo das cadências estudadas. Onde não se verifica uma relação significativa entre a cadência e a velocidade deste ponto anatómico ($R^2 = 0,064$; $p = 0,178$).

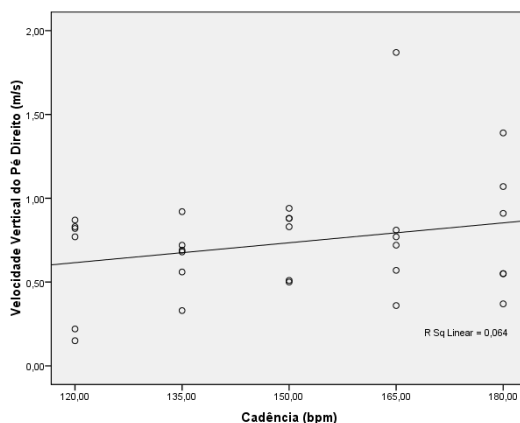


Figura 25. Relação entre a velocidade do pé direito na Vertical e a cadência musical ao realizar o movimento básico de Hidroginástica “Balanço Lateral”.

O deslocamento horizontal do pé direito apresenta um decréscimo ao longo do protocolo, o que se traduz numa relação significativa com a cadência. Este facto pode ser explicado, como já referido anteriormente para outros segmentos, para cumprir a cadência imposta, os sujeitos efectuam o movimento minimizando a impulsão no solo, o que obriga a que o deslocamento seja efectuado predominantemente num plano horizontal, diminuindo assim a amplitude do movimento. Já o deslocamento vertical apresenta uma relação nula com a cadência. Relativamente às velocidades, horizontal e vertical, estas não apresentam uma relação significativa com a cadência, contrariando assim o estudo de [86] que refere que existe um aumento da velocidade com o aumento da cadência, para se evitar a diminuição da amplitude do movimento. Contudo como afirma [66], a velocidade está relacionada com as forças de arrasto, logo, à medida que a velocidade aumenta, os sujeitos são submetidos a uma força de arrasto crescente, o que

pode justificar estes resultados uma vez que este movimento é caracterizado por movimentar uma grande massa de água, uma vez que os MI são grandes e efectuam um movimento ascendente e descendente, sendo desta forma, submetidos a uma elevada força de arrasto, o que poderá ter conduzido a uma estabilização da velocidade para conseguir cumprir o incremento das cadências.

5.7. Pé Esquerdo

A figura 26 ostenta o deslocamento horizontal do pé esquerdo ao longo das cadências estudadas. Verificando-se uma relação significativa entre a cadência e o deslocamento deste ponto anatómico ($R^2=0,335$; $p<0,001$). Onde o aumento da cadência impôs a diminuição do deslocamento horizontal do pé esquerdo.

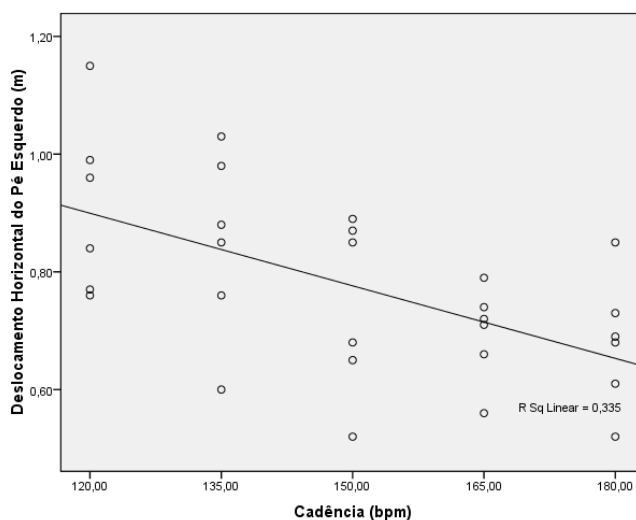


Figura 26. Relação entre o deslocamento do pé esquerdo na Horizontal e a cadência musical ao realizar o movimento básico de Hidroginástica “Balanço Lateral”.

Na figura 27 é apresentado o deslocamento vertical do pé esquerdo ao longo das cadências estudadas. Que se traduz na não existência de uma relação significativa entre a cadência e o deslocamento deste ponto anatómico ($R^2=0,000$; $p=0,972$).

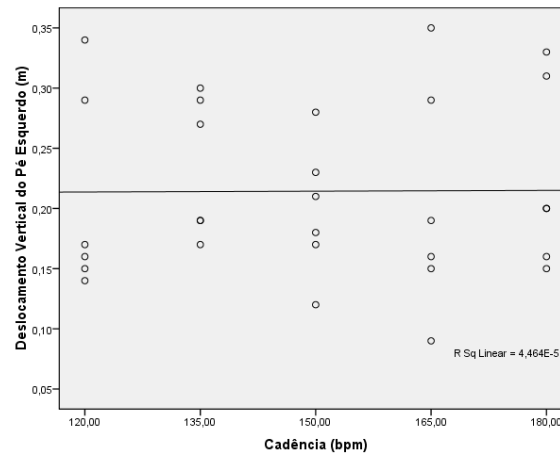


Figura 27. Relação entre o deslocamento do pé esquerdo na Vertical e a cadência musical ao realizar o movimento básico de Hidroginástica “Balanço Lateral”.

Apresentamos na figura 28 a velocidade horizontal do pé esquerdo ao longo das cadências estudadas. Não se verificando uma relação significativa entre a cadência e a velocidade deste ponto anatômico ($R^2=0,051$; $p=0,231$).

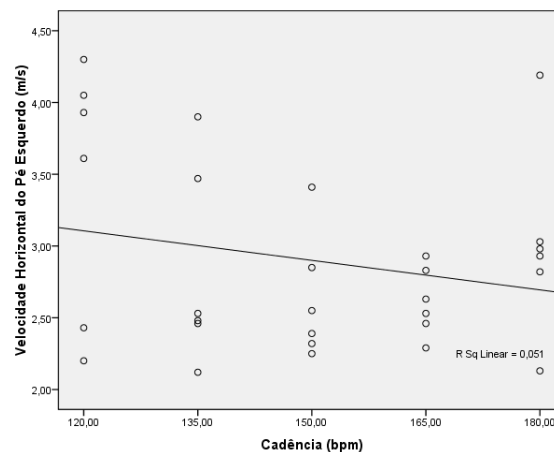


Figura 28. Relação entre a velocidade do pé esquerdo na Horizontal e a cadência musical ao realizar o movimento básico de Hidroginástica “Balanço Lateral”.

Na figura 29 é apresentada a velocidade vertical do pé esquerdo ao longo das cadências estudadas. Onde, não se verifica uma relação significativa entre a cadência e a velocidade deste ponto anatômico ($R^2=0,041$; $p=0,285$).

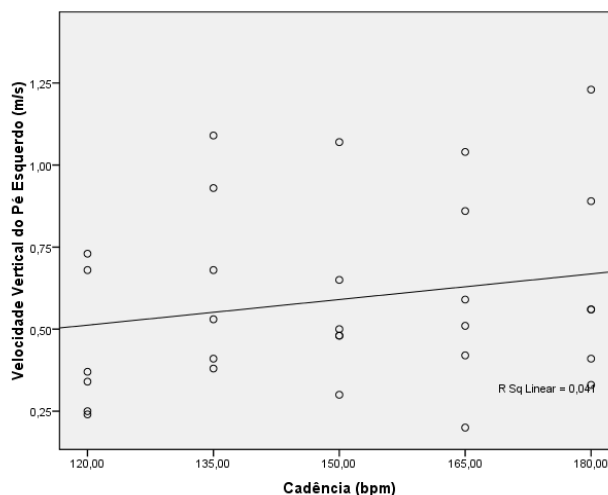


Figura 29. Relação entre a velocidade do pé esquerdo na Vertical e a cadência musical ao realizar o movimento básico de Hidroginástica “Balanço Lateral”.

Tal como aconteceu no pé direito, também o deslocamento horizontal do pé esquerdo apresentou um decréscimo ao longo do protocolo, que se traduziu numa relação significativa entre esta variável e a cadência contrariando o estudo de [86]. Mais uma vez, se pode concluir que, a amplitude do movimento diminuiu com a cadência. E o deslocamento vertical também se traduziu numa relação nula entre este e a cadência desta feita, indo ao encontro do estudo anteriormente mencionado.

Em relação às velocidades, a horizontal apresenta um decréscimo com o aumento da cadência não sendo o seu valor significativo, mas que vai de encontro com o estudo de [80], que especula que à medida que os membros superiores e inferiores se aproximam da superfície, a flutuação aumenta e, consequentemente diminui a velocidade do movimento e o número de repetições. Já a velocidade vertical aumenta com o aumento das cadências e vai de encontro com o estudo de [86] onde refere que na maior parte dos

seus dados a velocidade foi moderada, positiva e significativamente relacionadas com as cadências musicais, apesar deste aumento não ter valores significativos.

5.8. Ângulo Coxa-Tronco

Na figura 30 é apresentado o ângulo relativo entre a coxa e o tronco do lado direito ao longo das cadências estudadas. Neste caso, não se verificam relações significativas entre ambas as variáveis ($R^2=0,003$; $p=0,757$).

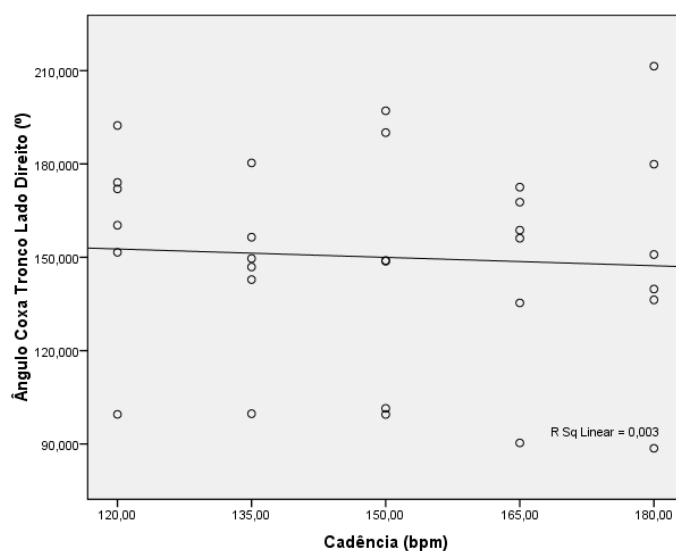


Figura 30. Relação entre o ângulo coxa-tronco do lado direito e a cadência musical ao realizar o movimento básico de Hidroginástica “Balanço Lateral”.

A figura 31 apresenta o ângulo relativo entre a coxa e o tronco do lado esquerdo ao longo das cadências estudadas. A análise destes dados conduz-nos à verificação já efectuada na figura anterior, de que não se verifica uma relação significativa entre a cadência e o ângulo relativo destes segmentos, sendo que nesta a relação é nula ($R^2=0,000$; $p=0,911$).

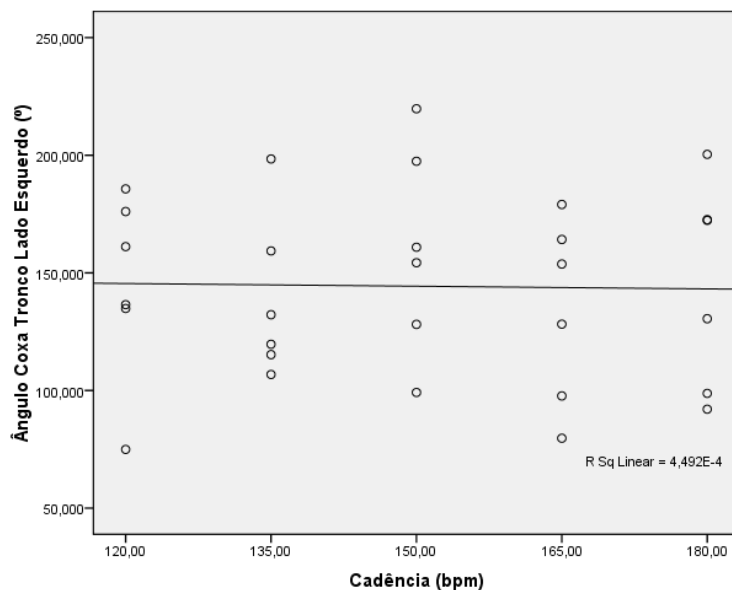


Figura 31. Relação entre o ângulo coxa-tronco do lado esquerdo e a cadência musical ao realizar o movimento básico de Hidroginástica “Balanço Lateral”.

È conveniente salientar, que não se encontra na literatura dados que nos possam servir de referência e de comparação, pelo que a discussão da relação dos ângulos relativos com a cadência, terá de se limitar, única e exclusivamente, à nossa interpretação com base nas suposições formuladas.

Estes valores demonstram-nos que não existe uma relação significativa entre a cadência e o ângulo relativo destes segmentos. Tal facto pode ser explicado pela correcta execução técnica do movimento por parte das instrutoras que não recorreram à acentuada flexão do tronco sobre a coxa, para compensarem o balanço dificultado pela resistência da água, dos MI.

5.9. Ângulo Coxa-Perna

A figura 32 apresenta o ângulo relativo entre a coxa e a perna direita ao longo das cadências estudadas. Existindo uma relação significativa entre a cadências e o ângulo relativo destes segmentos ($R^2=0,286$; $p=0,002$); diminuindo-se o ângulo ao longo do protocolo incremental

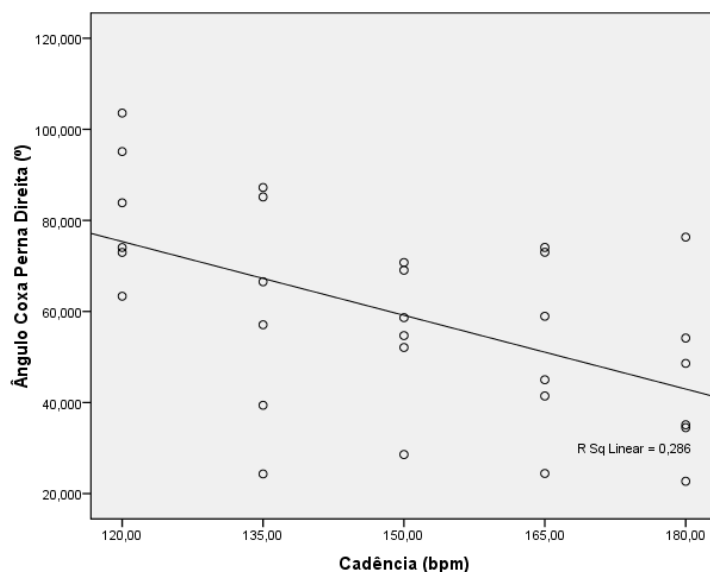


Figura 32. Relação entre o ângulo coxa-perna direita e a cadência musical ao realizar o movimento básico de Hidroginástica “Balanço Lateral”.

Na figura 33 expõe-se o ângulo relativo entre a coxa e a perna esquerda ao longo das cadências estudadas. Desta feita, verifica-se mais uma vez uma relação significativa entre a cadência e o ângulo ($R^2=0,141$; $p=0,041$).

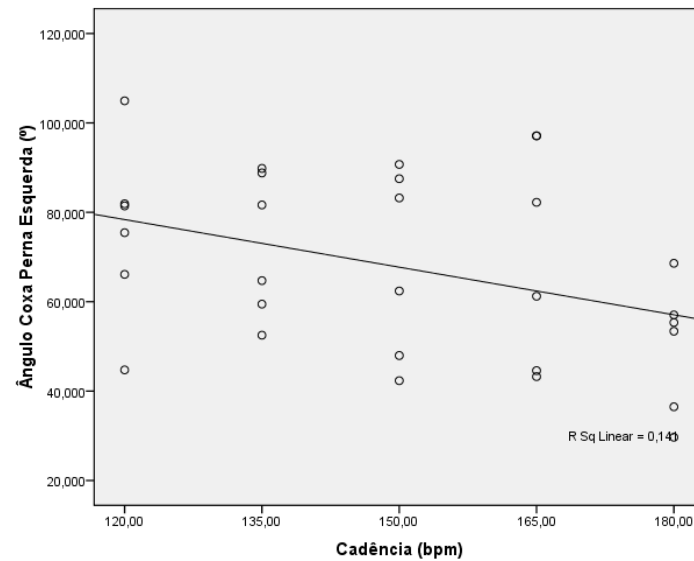


Figura 33. Relação entre o ângulo coxa-perna esquerda e a cadência musical ao realizar o movimento básico de Hidroginástica “Balanço Lateral”.

Pela análise das figuras 32 e 33 confirma-se a existência de uma relação significativa entre a cadência e o ângulo relativo destes segmentos. Possivelmente para o executante conseguir cumprir o exercício dentro da cadência musical, flectiu mais os MI o que pode justificar que os ângulos tenham diminuído, diminuindo assim a amplitude do movimento.

Apesar de não ter estudado, é possível que o mesmo tenha ocorrido com os MS.

Conclusões

6. CONCLUSÕES

De acordo com os objectivos por nós definidos e após a apresentação e discussão dos resultados, pensamos ser possível destacar, as principais conclusões e reflexões que emergem da discussão dos resultados, assim:

Verificou-se uma elevada relação entre o período do ciclo e a cadência, com o decréscimo da variável tempo, no decurso do protocolo incremental, ou seja o aumento da cadência impôs a diminuição do período.

Em relação ao deslocamento, na generalidade dos casos não se verificaram relações significativas com a cadência, á excepção do deslocamento vertical da mão esquerda e do deslocamento horizontal do pé direito e do pé esquerdo.

Nas variáveis de velocidade não se verificaram casos de relações significativas com a cadência.

No que respeita aos ângulos, se por um lado, o ângulo relativo entre a coxa e o tronco não apresentou uma relação significativa com a cadência. Por outro, o ângulo relativo entre a coxa e a perna confirmou a existência de uma relação significativa entre este e a cadência.

Verificando as conclusões retiradas da análise e discussão dos resultados, podemos constatar que se aceita a hipótese nula da existência de associações significativas no padrão cinemático linear segmentar do movimento básico de Hidroginástica “balanço lateral” em função da cadência. E se rejeita a hipótese nula da existência de associações significativas no padrão cinemático angular segmentar do movimento básico de Hidroginástica “balanço lateral” em função da cadência.

6.1. Proposta de trabalhos futuros

No âmbito dos resultados do nosso estudo, propomos que em estudos futuros sejam considerados aspectos, tais como:

A realização de um estudo similar, com movimentos básicos de outro grupo de movimentos.

A realização de um estudo similar, com utilização de materiais de Hidroginástica.

Bibliografia

7. BIBLIOGRAFIA

1 – ABDEL-AZIZ, Y., KARARA, H. Direct linear transformation from comparator coordinates into object space coordinates in close-range photogrammetry. Proceedings of the Symposium on Close-Range Photogrammetry. Falls Church, VA: American Society of Photogrammetry, 1971.

2 – ABRAHAM, J., SZCZERBA, M. and JACKSON, M. The effects of an eleven week aqua aerobic program on relatively inactive college age women. Medicine & Science in Sports and Exercise 26, S103, 1994.

3 – ABRANTES, JOÃO MCS. Fundamentos e Elementos de Análise em Biomecânica do Movimento Humano. Reedição do autor. Movlab-Universidade Lusofona. Lisboa, 2008.

4 – ADRIAN, M. e COOPER, J. Biomechanics of Human Movement. McGraw-Hill. Boston, 1995.

5 – AEA. Manual do Profissional de Fitness Aquático. Ed: Shape, 2001.

6 – AEA. Standards and Guidelines for Aquatic Fitness Programming, 2008.

7 – ALBERTON, C.L. Respostas cardiorespiratórias e neuromusculares da corrida estacionária em diferentes cadências nos meios aquático e terrestre. Porto Alegre: Escola de Educação Física da UFRGS, 2007.

8 – AMADIO, A. C. Introdução à biomecânica do esporte considerações sobre métodos de investigação. Revista Paulista de Educação Física. 1 (1): 13-15, 1986.

9 – AMADIO, A. Fundamentos da Biomecânica do Esporte. Considerações sobre a Análise Cinética e Aspectos Neuro-musculares do Movimento. Tese de Doutorado. Escola de Educação Física da Universidade de São Paulo. Não Publicado, 1989.

10 – AMADIO, A. A ciência do esporte: aspectos da biomecânica. Revista Espaço. 1(2):5-9, 1993.

11 – AMADIO, A. Fundamentos Biomecânicos para a Análise do Movimento Humano. Edição da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1996.

12 – AMADIO, A, SERRÃO J. Contextualização da biomecânica para a investigação do movimento: fundamentos, métodos e aplicações para análise da técnica esportiva. Escola de Educação Física da Universidade de São Paulo, Rev. Bras. Educ. Fís. Esp., São Paulo, v.21, p.61-85, 2007.

13- *American College Of Sports Medicine*. ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription. Lippincott Williams &Wilkins, Baltimore, Maryland, 2000.

14 – BARBOSA TM, QUEIRÓS T. Manual Prático de Actividades Aquáticas e Hidroginástica. 2ª Edição. Ed. Xistarca. Lisboa, 2005.

- 15 – BARBOSA T.M. Fundamentos biomecânico da hidroginástica. In Revista Horizonte. Vol. XVIII – 105, 2003.
- 16 – BARBOSA T.M., KESKINEN K., FERNANDES R., COLAÇO C., LIMA A., VILAS-BOAS J.P. Energy cost and intra-cyclic variations of the velocity of the centre of mass in butterfly stroke. Eur J Appl Phhysiol. 93: 519-523, 2005.
- 17 – BARBOSA T.M., LIMA F., PORTELA A., NOVAIS D., MACHADO L., COLAÇO P., GONÇALVES P., FERNANDES R., KESKINEN K., VILAS-BOAS J.P. Relationships between energy cost, swimming velocity and speed fluctuation in competitive swimming strokes. In: Vilas-Boas JP, Alves F, Marques A (eds). Biomechanics and Medicine in Swimming X. Portuguese Journal of Sport Sciences. 6(supl 2): 192-194, 2006.
- 18 – BARBOSA T.M., FERNANDES R.J., MOROUÇO P, VILAS-BOAS J.P. Predicting the intra-cyclic variation of the velocity of the centre of mass from segmental velocities in Butterfly stroke: a pilot study. J Sports Sci Med. 7, 201 – 209, 2008.
- 19 – BARBOSA, T.M., GARRIDO, M.F. and BRAGADA, J.A. Physiological adaptations to head-out aquatic exercises with different levels of body immersion. Journal of Strength and Conditioning Research 21, 1255-1259, 2007.
- 20 – BARBOSA, T.M., SOUSA, V, SILVA, A.J., REIS, V.M., MARINHO, D.A. and BRAGADA, J.A. Effects of music cadence in the acute physiological adaptations to

head-out aquatic exercises. Journal of Strength and Conditioning Research, in press, 2009a.

21 – BARBOSA, T.M., MARINHO D.A., REIS, V.M., SILVA, A.J., and BRAGADA, J.A. Physiological assessment of head – out aquatic exercises in healthy subjects: A qualitative review. Journal of Sports Science and Medicine, 2009b.

22 – BARELA, A.M.F. Análise biomecânica do andar de adultos e idosos nos ambientes aquáticos e terrestres. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

23 – BARTLETT, R. Introduction to Sports Biomechanics. E & FN Spon. New York, 1997.

24 – BAUMMAN, W. Métodos de Medição e Campos de Aplicação da Biomecânica: Estado da Arte e Perspectivas. VI Congresso Brasileiro de Biomecânica. Brasília, 1995.

25 – BECKER, R. A., GEHM, F., MARTINEZ, F. G., LOSS, J. F. Análise cinemática da marcha humana em ambiente aquático. Parte II: diferentes profundidades. In CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMECÂNICA, 10., Ouro Preto. UFMG, p. 111-114, 2003.

26 – BENELLI P., DITROILO M., de VITO G., Physiological responses to fitness activities: a comparison between land-based and water aerobics exercise. J Strength and Cond Research 18: 719-722, 2004.

- 27 – BJERTNAES L., HAUGE A., KJEKSHUS J., SOYLAND E., Cardiovascular responses to face immersion and apnea during steady state muscle exercise. A heart catheterization study on humans. *Acta Physiol Scand* 120: 605-612, 1984.
- 28– BOCALINI, D.S., SERRA, A.J., MURAD, N. and LEVY, R.F. Water versus land-based exercise effects on physical fitness in older women. *Geriatric & Gerontology International* 8, 265-271, 2008.
- 29 – BONACHELA, V. Manual básico de hidroginástica. Rio de Janeiro: Sprint, 1994.
- 30 – BORG, G., HASSMEN, P. and LAGERTROM, M. Perceived exertion related to heart rate and blood lactate during arm and leg exercise. *European Journal of Applied Physiology* 56, 679-685, 1987.
- 31 – BROMAN, G., QUINTANA, M., LINDBERG, T., JANSSON, E. and KAIJSER, L. High intensity deep water training can improve aerobic power in elderly women. *European Journal of Applied Physiology* 98, 117-123, 2006.
- 32 – BUTTS, N.K., KNOX, K.M. and FOLEY, T.S. Energy costs of walking on a dual-action treadmill in men and women. *Medicine & Science in Sports and Exercise* 27, 121-125, 1995.
- 33 – CASSADY S.L. AND NIELSEN D.H. Cardiorespiratory responses of healthy subjects to calisthenics performed on land versus in water. *Physical Therapy*, 72(7):532-538, 1992.

- 34 – CHU, K.S. and RHODES, E.C. Physiological and cardiovascular changes associates with deep water running in the young. Possible implications for the elderly. *Sports Medicine* 31, 33-46, 2001.
- 35 – COLADO, J.C., MORENO, J. A. *Fitness acuatico*. INDE Publicaciones, Zaragoza, 2001.
- 36 – COLADO, J.C., TELLA, V., TRIPLETT, N.T. and GONZÁLEZ, L.M. Effects of a short-term aquatic resistance program on strength and body composition in fit young men. *Journal of Strength and Conditioning Research* 23, 549-559, 2009b.
- 37 – COLADO, J.C., TRIPLETT, N.T., TELLA, V., SAUCEDO, P. and ABELLÁN, J. Effects of aquatic resistance training on health and fitness in postmenopausal women. *European Journal of Applied Physiology* 106, 113-112, 2009c.
- 38 – COLMAN, V.; PERSYN, U. *PC-seminars on sport technique and trainig, bridging the theory-practice gap*. SDS, Universidade Católica de Leuven, Leuven, 1989.
- 39 – COSTA, G., AFONSO, S., BRAGADA, J.A., REIS, V.M. and BARBOSA, T.M. Comparison of acute physiological adaptations between three variants of a basic head-out water exercise. *Brazilian Journal of Kineanthropometry and Human Performance* 10, 323-329, 2008.

- 40 – CUNHA, S. A., BRENZIKOFER, R. & LIMA FILHO, E. C. Investigação sobre padrões no movimento da corrida. IN.: Anais do V Congresso Brasileiro de Biomecânica. Pp.:7-12, (1993).
- 41 – DARBY, L., and YAECKLE, B. Physiological responses during two types of exercise performed on land and in water. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* 40, 303-311, 2000.
- 42 – DEGANI, A. M., BARELA, J. A. Parâmetros espaço-temporais e angulares do andar de indivíduos idosos em ambiente aquático. In: Congresso Brasileiro de Biomecânica, 9. Gramado. UFRS, 2001. p. 152-157, 2001.
- 43 – DONSKOI, D. & ZATSIORSKI, V. Biomecánica de los Ejercicios Físicos. Ed. Pueblo y Educación, Havana-Cuba, 1988.
- 44 – DOWZER, C.N., REILLY, T., CABLE, N.T. and NEVILL, A. Maximal physiological responses to deep and shallow water running. *Ergonomics* 42, 275-281, 1999.
- 45 – ENOKA, R. Neuromechanical Basis of Kinesiology. Human Kinetics. Champaign, IL, 1988.
- 46 – ERVILHA, U.F. DUARTE, M., AMADIO, A.C. Padrão do sinal eletromiográfico de músculos do membro inferior e cinemática do joelho durante o andar em ambiente

aquático e terrestre. In: Congresso Brasileiro de Biomecânica, 9, 2001. Gramado. Anais...Porto Alegre: Escola de Educação Física da UFRGS, v.2, p.290-294, 2001.

47 – EVANS B.W., CURETON K.J., PURVIS J.W. Metabolic and circulatory responses to walking and jogging in water. *Research Quarterly*, 49:442-449, 1978.

48 – FIGUEIRA, B.; REIS, A.; REIS, V.; SILVA, A.; GARRIDO, N.; LOURO, H.; MARINHO, D.; BALDARI, D.; BARBOSA, T. Comparação dos procedimentos metodológicos de reconstrução cinemática 2D na técnica de braços – duplo meio / planos separados. 3º Congresso Nacional de Biomecânica. Bragança, 2009.

49 – FINKELSTEIN, I. Comportamento de variáveis cardiorespiratórias durante e após exercício, nos meios terra e água, em gestantes e não gestantes. Porto alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2005.

50 – FRANGOLIAS, D.D. and RHODES, E.C. Metabolic responses and mechanisms during water immersion running and exercise. *Sports Medicine* 22, 32-53, 1996.

51 – FREITAS, C. Efeitos de um programa de hidroginástica na aptidão física, na coordenação motora, na auto-estima e na satisfação com a vida, em idosos utentes de centros de dia. Universidade do Porto: Faculdade de Desporto. Porto, 2008.

52 – GASPARD, G., SCHMAL, J., PORCSRI, J., BUTTS, N., SIMPSON, A. and BRICE, G. Effects of seven-week aqua step training program on aerobic capacity and

body composition of college-age women. *Medicine & Science in Sports and Exercise* 27, 1003-1011, 1995.

53 – GEHM, F., BECKER, R. A., MARTINEZ, F. G., LOSS, J. F. Análise cinemática da marcha humana em ambiente aquático. Parte I: terra X água. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMECÂNICA, 10. Ouro Preto. UFMG, 2003. p. 107-110, 2003.

54 – GRAEF, F.I. & KRUEL, L.F.M. Frequência cardíaca e percepção subjectiva do esforço no meio aquático: diferenças em relação ao meio terrestre e aplicações na prescrição do exercício - uma revisão. *Rev Bras Med Esporte*, Vol. 12, (4): 221 - 228, 2006.

55 – GONÇALVES V.L. Curso de Extensão Universitária em Hidroginástica. Hidroginástica com equipamentos. Universidade Gama Filho, Escola de Educação Física. Rio de Janeiro, 2000.

56 – HALL, S. Biomecânica Básica. Guanabara Koogan. Rio de Janeiro, 1991.

57 – HALL, S. Biomecânica Básica. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1993.

58 – HAMER, T. and MORTON, A. Water running: training effects and specificity of aerobic, anaerobic and muscular parameters following an eight-week interval training program. *Australian Journal of Science and Medicine in Sport* 22, 13-22, 1990.

59 – HAY, J. The Biomechanics of Sports Techniques. Prentice-Hall. Englewood Cliffs, N.J., 1978.

60 – HAY, J. Biomecânica das técnicas desportivas. Ed. Interamericana. 2º ed. RJ, 1981.

61 – HIRATA, R.P. Análise do Agachamento. Trabalho de Conclusão de Curso de Educação Física, 2001.

62 – HOEGER, W.K., GIBSON, T., MOORE, J. and HOPKINS, D. A comparison of selected training responses to water aerobics and low impact aerobic dance. National Aquatics Journal Winter Edition, 13-16, 1992.

63 – HOLMÉR I. Physiology of swimming man. Acta Physiologica Scandinava (407):Supplementum, 1974.

64 – KAKENKO, M.; et al. A kinematic analysis of walking and physical fitness testing in elderly women. Can. J. Sp. Sci., 16:3, 223-228, 1991.

65 – KANG, J., CHALOUPKA, E.C., MASTRAGELO, M.A. and ANGELUCCI, J. Physiological responses to upper body exercise on an arm and a modified leg ergometer. Medicine & Science in Sports and Exercise 31, 1453-1459, 1999.

66 – KATO, T. Kinematical analysis of underwater walking and running. Sports Medicine, Training and Rehabilitation 10, 165-182, 2001.

67 – KOSZUTA, L.E. Water exercise causes ripples. The Physician and Sports Medicine. 49: 442-449, 1986.

68 – KOSZUTA, L.E. From sweats to swimsuits: Is water exercise the wave of the Future? The Physician and Sports Medicine. 17: 203-206, 1989.

69 – KOURY, J.M. Aquatic therapy programming. Guidelines for orthopaedic rehabilitation. Human Kinetics, Champaign, IL, 1996.

70 – KRABBE, B.: Zur Belastung des Bewegungsapparates beim Laufen - Einfluss von Laufschuh und Lauftechnik. Verlag Shaker, Aachen, 1994.

71 – KRUEL, L.F.M. Alterações fisiológicas e biomecânicas em indivíduos praticando hidroginástica dentro e fora de água. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Maria, 1994.

72 – MACHADO, D.B., ÁVILA, A.O.V., AMDIO, A.C., MOTA, C.M. E MANFIO, E.F. Estudo das características cinéticas do caminhar humano em duas situações: descolço e com calçado esportivo. In Anais do V Congresso Brasileiro de Biomecânica. Pp.: 35-45, 1993.

73 – MCGINNIS, P. Biomechanics of Sports and Exercise. Human Kinetics. Champaign, IL, 1999.

- 74 – MCMURRAY, R. G.; FIESELMAN, C. C.; AVERY, K. E. Exercise hemodynamics in water and on land in patients with coronary artery disease. *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation*, Philadelphia, v. 8, p. 68-75, 1988.
- 75 – MENDONÇA, A.C.L.A. Efeito da ginástica da hidroginástica sobre a aptidão cardiorrespiratória em mulheres idosas. Brasília: UCB, 60p, 2002.
- 76 – MIYASHITA, M., YOSHIDA, M. and MIZUMURA, M. Health benefits of aqua-exercise to the obese middle-age men. In: *Book of Abstracts of the IXth World Symposium on Biomechanics and Medicine in Swimming*. Eds: Chatard, J.C. St-Etienne: Faculté de Médecine et Centre Hospitalier Universitaire de St-Etienne. 121, 2002.
- 77 – MIYOSHI, T.; SHIROTA, T.; YAMAMOTO, S.; NAKAZAWA, K.; AKAI, M. Effect of the walking speed to the lower limb joint angular displacements, joint moments and ground reaction forces during walking in water. *Disability and Rehabilitation*, London, v. 26, p. 724-732, 2004.
- 78 – MICHAUD, T.J., BRENNAN, D.K., WILDER, R.P. and SHERMAN, N.W. Aquarunning and gains in cardiorespiratory fitness. *Journal of Strength and Conditioning Research* 9, 78-84, 1995.
- 79 – MOCHIZUKI, L. & AMADIO, A. C. Análise do comportamento dinâmico da marcha: estudo de caso patológico. In.: *V Congresso Brasileiro de Biomecânica*. Pp.:13-18. Santa Maria. UFSM, 1993.

- 80 – MORAES, E.Z.C. Metodologia de medida de esforço para exercícios de hidroginástica em diferentes profundidades de água. Monografia de especialização. Universidade Federal de Santa Maria, 1998.
- 81 – MUNSON, B. YOUNG, D. OKIISHIK, T. Fundamentos da mecânica dos fluidos. 4ª Edição. Ed: Edgard Blucher, 2004.
- 82 – MULLER, F.I.G. A treinabilidade da força muscular em idosas praticantes de hidroginástica. Dissertação de Mestrado. Florianópolis, UFSC, 2002.
- 83 – MURRAY, M.P. Walking patterns in healthy old men. J. Gerontology, 24, 169-178, 1969.
- 84 – NAHIMURA, K., YIANISHI, A., KOMIYAMA, M., YOSHIOKA, A., SEKI, K., ONO, K. and ONODERA, S. Effects of immersion in different water temperature before exercise on heart rate, cardiac parasympathetic nervous system and rectal temperature. In: The Book of Proceedings of the 1st International Scientific Conference of Aquatic Space Activities. Eds: Nomura, T. And Ungerechts, B.E. Tskuba: University of Tskuba. 128-133, 2008.
- 85 – NAKAZAWA, K.; YANO, H.; MYASHITA, M. Ground reaction forces during walking in water. Medicine and Sports Science, v. 39, p. 28-34, 1994.

86 – OLIVEIRA, C. TEIXEIRA, G. COSTA M. MARINHO D. A. SILVA, A. J. BARBOSA, T. M. Kinematical characterisation of a basic head-out aquatic exercise during an incremental protocol, *Biomechanics and Medicine in Swimming*. in press, 2010.

87 – POYHONEN, T., SIPILA, S., KESKINEN, K., HAUTALA, A., SAVOLAINEN, J. and MALKIA, E. Effects of aquatic resistance training on neuromuscular performance in healthy women. *Medicine & Science in Sports and Exercise* 34, 2103-2109, 2002.

88 – REILLY, T., DOWZER, C. and CABLE, N. The physiology of deepwater running. *Journal of Sports Sciences* 21, 959-972, 2003.

89 – ROBINSON, L., DEVOR, S., MERRICK, M. and BUCKWORTH, J. The effects of land vs aquatic plyometrics on power, torque, velocity and muscle soreness in women. *Journal of Strength and Conditioning Research* 18, 84-91, 2004.

90 – ROCHA, J.C.C. Hidroginástica: Teoria e Prática. Rio de Janeiro: Sprint, 1999.

91 – SANDERS, M. YMCA Water Fitness for Health. Human Kinetics, Champaign, IL, 2000.

92 – SOVA , R. Ejercicios acuáticos. Editorial Paidotribo. Barcelona, 1993.

- 93 – SHELDAHL L.M. Special ergometric techniques and weight reduction. *Med. Sci Sports Exerc*, 18:25-30, 1985.
- 94 – SHONO, T., FUJISHIMA, K., HOTTA, N., OGAKI, T. and MASUMOTO, K. Cardiorespiratory response to low intensity walking in water and on land in elderly women. *Journal of Physiological Anthropology and Applied Human Sciences* 20, 269-274, 2001.
- 95 – SRÁMEK , P., SIMECKOVA, M., JANSKY, L., SAVLIKOVA, J. and VYBIRAL, S. Human physiological responses to immersion into water of different temperatures. *European Journal of Applied Physiology* **81**, 436-442, 2000.
- 96 – TAKESHIMA, N., ROGERS, M.E., WATANABE, W.F., BRECHUE, W.F., OKADA, A., YAMADA, T., ISLAM, M.M., e HAYANO, J., Water – based exercise improves health – related aspects of fitness in older women. *Med. Sci. Sports Exerc.* 33 (3): 544 – 551, 2002.
- 97 – TAUNTON, J.E., RHODES, E.C., WOLSKI, L.A., DONELLY, M., WARREN, J., ELLIOT, J., MCFARLANE, L., LESLIE, J., MITCHELL, J. and LAURIDSEN, B. Effect of land-based and water-based fitness programs on the cardiovascular fitness, strength and flexibility of women aged 65-75 years. *Gerontology* 42, 204-210, 1996.
- 98 – TOWN, G., and BRADLEY, S. Maximal metabolic responses of deep and shallow water running in trained runners. *Medicine & Science in Sports and Exercise* 23, 238-241, 1991.

99 – TSOURLOU, T., BENIK, A., DIPLA, K., ZAFEIRIDIS, A. and KELLIS, S. The effects of a twenty-four weeks aquatic training program on muscular strength performance in healthy elderly women. *Journal of Strength and Conditioning Research* 20, 811-818, 2006.

100 – VASILJEV, I. A. *Ginástica Aquática*. Jundiaí: Ápice, 1997.

101 – VENDRUSCULO, A.P. *Análise da lesão muscular e comportamento do VO₂ máx entre um programa de treinamento de corrida em piscina funda e corrida em terra*. Dissertação de Mestrado, Porto Alegre, UFRGS, 2005.

102 – VILAS-BOAS, J.P., CUNHA, P., FIGUEIRAS, T., FERREIRA, M. AND DUARTE, J. Movement analysis in simultaneous swimming techniques. In: *Cologne Swimming Symposium*. Eds: Daniel, K., Huffmann, U. and Klauck, J. Verlag: Sport Fahnemann. 95-103, 1997.

103 – VILAS-BOAS, J.P. Hidroginástica: considerações biomecânicas acerca de formas alternativas de fruir o meio aquático. In *Revista Horizonte*. Vol. XII (78), 1997.

104 – WHITLEY J.D. AND SCHOENE L.L. Comparison of heart rate responses – water walking versus treadmill walking. *Journal of the American Physical Therapy Association*, 67(10):1501-1504, 1987.

- 105 – WILDER R.P AND BRENNAN D.K. Physiological responses to deep water running in athletes. *Sports Med*, 16:374-380, 1993.
- 106 – WILDER R.D, BRENNAN D.K, SCHOTTE D.E. A standard measure for exercise prescription for aqua running. *Am. J. Sports Med*, 21:45-48, 1993.
- 107 – WILBER R.L, MOFFATT R.J, SCOTT B.E, LEE D.T, AND CUCUZZO N.A. Influence of water run training on the maintenance of aerobic performance. *Med Sci Sports Exerc*, 28(8):1056-1062, 1996.
- 108 – WILMORE, J. *Sensible Fitness*, Published by Leisure Press, Champaign, 1986.
- 109 – WILMORE, J., and Costill, D. *Physiology of Sport and Exercise*. Human Kinetics, Champaign, IL, 1994.
- 110 – WINTER, D.A. *Biomechanics and Motor Control of Human Movement*. 2a ed. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1990.
- 111 – YAMAMOTO, S.; NAKAZAWA, K.; YANO, H. Lower limb kinematic during walking in water. In: ISB CONGRESS, Jyvaskyla. *Books of Abstracts...* Jyvaskyla: University of Jyvaskyla. p. 1012-1013, 1995.
- 112 – YU, E., KITAGAWA, K. MUTOH, Y. and MIYASHITA, M. Cardiorespiratory responses to walking in water. In: *Medicine and Science in Aquatic Sports*. Eds: Miyashita, M., Mutoh, Y. and Richardson, A. Basel: Karger. 35-41, 1994.

113 – ZERNICKE, R.F.: The emergence of human biomechanics. In: Brooks, G.A. Perspectives on the academic discipline of physical education. Human Kinetics Pub., 124-136, 1981.

114 – de Leva P. (1996). Adjustments to Zatsiorsky-Seluyanov's segment inertia parameters. Journal of Biomechanics 29:1223-1230.