



UNIVERSIDADE D
COIMBRA

Illya Olexandrovych Yelistratkin

**POTENCIAL DO TUBO ELÁSTICO CIRÚRGICO NA
AVALIAÇÃO DA FORÇA PROPULSIVA EM NADADORES NA
TÉCNICA DE CROL
CONTROLO DE TREINO NA NATAÇÃO PURA**

Dissertação no âmbito do Mestrado em Treino Desportivo para Crianças e Jovens orientada pelo
Professor Doutor Luís Manuel Pinto Lopes Rama apresentada à Faculdade de Ciências do Desporto e
Educação Física da Universidade de Coimbra

março de 2019

Illya Olexandrovyeh Yelistratkin

**POTENCIAL DO TUBO ELÁSTICO CIRÚRGICO NA AVALIAÇÃO DA
FORÇA PROPULSIVA EM NADADORES NA TÉCNICA DE CROL:**
Controlo de treino na Natação Pura

Dissertação de Mestrado em Treino Desportivo para Crianças e Jovens, apresentada à Faculdade Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra para a obtenção do grau de Mestre.

Orientador:

Prof. Doutor Luís Manuel Pinto Lopes Rama

Coimbra, 2019

Yelistratkin, I. (2019). Potencial do tubo elástico cirúrgico na avaliação da força propulsiva em nadadores na técnica de crol: Controlo de treino na Natação Pura. Dissertação de Mestrado para a obtenção do grau de Mestre em Treino Desportivo para Crianças e Jovens. Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal.

Dedico aos meus pais e ao meu irmão.

AGRADECIMENTOS

Chegando ao fim desta etapa resta-me agradecer a todos os que dela fizeram parte.

Quero deixar aqui os meus sinceros agradecimentos ao Professor Doutor Luís Manuel Pinto Lopes Rama por toda a orientação, colaboração e ajuda que me proporcionou durante a realização desta tese.

Aos meus pais e ao meu irmão, por tudo aquilo que são para mim, por todo o amor, por todos os seus esforços e sacrifícios que tornaram possível o meu percurso académico. A vocês agradeço do fundo do coração.

À Madalena Palmeira, por todo o apoio, incentivo e carinho que me guiou neste longo percurso. Por teres feito de mim uma pessoa melhor, um agradecimento especial.

À Associação Académica de Coimbra, um enorme agradecimento a todos pela forma que me acolheram durante estes anos, longe de casa em vós encontrei uma família. Ao Treinador Fausto Pinto Ângelo e à Maria Gil, um especial agradecimento por toda a disponibilidade e colaboração que demonstraram.

Ao João Moreira e à Rita Varandas, por toda a motivação e auxílio que prestaram ao longo deste estudo.

À Brat'islândia, tanto aos seus membros como aos seus visitantes, um enorme agradecimento por estes 2 grandes anos, pois sem vocês esta longa caminhada não tinha a mesma piada.

Por fim, quero deixar também, uma palavra de agradecimento a todos aqueles que de algum modo contribuíram para o sucesso do meu percurso académico.

RESUMO

O objeto de estudo deste trabalho é avaliar a concordância de dois métodos de avaliação da força máxima propulsiva no nado de crol: 1) nado amarrado com célula de carga; 2) nado semi-amarrado com o elástico cirúrgico. A amostra utilizada foi composta por 12 jovens atletas (5 masculinos $17,46 \pm 1,62$ anos e 7 femininos $19,10 \pm 2,46$ anos), e foi caracterizada através da idade decimal, estatura, massa corporal, % de massa gorda, envergadura e diâmetro biacromial. Os indivíduos, com ordem aleatória realizaram 3 repetições de 15 segundos em cada um dos tipos de medições de força máxima aplicada na técnica de crol, com um intervalo de 5 minutos entre cada repetição. A concordância dos resultados nos dois testes de nado foi realizada através da análise do coeficiente intraclassa (NA-0,94; NSA-0,99) do teste Bland-Altman bem como dos coeficientes de correlação (NA-0,94; NSA-0,99). Os resultados estatísticos entre os dois métodos de avaliação da força apresentaram uma diferença média de 4,04N ($p=0,534$). Conclui-se então que o método de avaliação com o tubo elástico cirúrgico é uma alternativa válida em relação ao método de avaliação da força através de célula de carga devido ao seu baixo custo e à fácil aplicação em ambiente de treino.

Palavras-chave: “natação”; “amarrado”; “semi-amarrado”; “célula de carga”; “medição da força”.

ABSTRACT

The aim of this study consists in the evaluation of the agreement of two methods of access the maximum propulsive force in the crawl swim: 1) swimming tethered with load cell; 2) Semi-tethered swim with surgical elastic. The sample was composed of 12 young athletes (5 males, 17.46 ± 1.62 years and 7 females, 19.10 ± 2.46 years) and was characterized by decimal age, height, body mass, fat mass (%), armspan and biacromial diameter. Performing the crawl technique, in both conditions of the maximum propulsive force measurements the athletes randomly executed 3 repetitions of 15 seconds each, with a 5 minute interval between each repetition. The concordance of the results in both tests was performed through analysis of the intraclass correlation coefficients (NA-0,94, NSA- 0.99) and the Bland-Altman agreement test, as well as the correlation coefficients (NA-0,94; NSA-0,99). Statistical results between the two strength evaluation methods presented an average difference of 4.04N ($p = 0.534$). It is concluded that the method of evaluation with the surgical elastic tube is a valid alternative to the method of evaluation of the force through the load cell due to its low cost and easy application in a training environment.

Keywords: “swim”; “tethered”; “semi-tethered”; “load cell”; “force measurement”.*

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS	IV
RESUMO	V
ABSTRACT.....	VI
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	IX
LISTA DE FIGURAS	X
LISTA DE TABELAS	XI
LISTA DE EQUAÇÕES	XII
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DA LITERATURA	2
2.1. PARTICIPAÇÃO BIOENERGÉTICA EM EVENTOS DE CURTA DURAÇÃO.....	5
2.2. A IMPORTÂNCIA DA PERCEÇÃO DE ESFORÇO NA MONITORIZAÇÃO DE TAREFAS DE TREINO. A ESCALA DE BORG.	6
3. OBJETIVOS.....	8
4. METODOLOGIA	9
4.1. AMOSTRA	9
4.2. INSTRUMENTAÇÃO:	9
4.2.1. Medições antropométricas e composição corporal.....	9
4.2.2. Avaliação específica da força propulsiva.....	11
4.3. CALIBRAÇÃO DO ELÁSTICO CIRÚRGICO:	12
4.4. DESENHO DO ESTUDO:	12
4.5. CÁLCULO DA COMPONENTE HORIZONTAL DA FORÇA	14
4.6. PROCEDIMENTOS ESTATÍSTICOS.....	15
5. RESULTADOS	16
5.1. FORÇA PROPULSIVA EFECTIVA. COMPONENTE HORIZONTAL DA FORÇA.....	16
5.2. FREQUÊNCIA GESTUAL	17
5.3. PERCEÇÃO DO ESFORÇO (ESCALA CR10 DE BORG)	18

5.4 ANÁLISE CORRELATIVA ENTRE A COMPONENTE HORIZONTAL DA FORÇA DOS DOIS TIPOS DE MEDIÇÃO E O TEMPO DE NADO DAS DIFERENTES DISTÂNCIAS.	19
6. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	20
6.1. FORÇA PROPULSIVA EFECTIVA. COMPONENTE HORIZONTAL DA FORÇA.....	20
6.2. FREQUÊNCIA GESTUAL	20
6.3. PERCEÇÃO DO ESFORÇO (ESCALA CR10 DE BORG)	21
6.4. A COMPONENTE HORIZONTAL DA FORÇA DOS DOIS TIPOS DE MEDIÇÃO E O TEMPO DE NADO DAS DIFERENTES DISTÂNCIAS.	21
7. CONCLUSÃO	23
8. BIBLIOGRAFIA	24
9. APÊNDICE.....	28

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

%	Porcentagem
c	Cateto
CP	Fosfato de creatina
cm	Centímetros
DP	Desvio padrão
FG	Frequência gestual
H	Hipotenusa
Hz	Hertz
MI	Membros inferiores
MS	Membros superiores
N	Newton
NA	Nado amarrado
NPD	Natação pura desportiva
NSA	Nado semi-amarrado
s	Segundos

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: POSICIONAMENTO DO NADADOR DURANTE O NADO ASSISTIDO E RESISTIDO (IMAGEM ADAPTADA DE GIROLD ET AL., 2006).	4
FIGURA 2: UTILIZAÇÃO DO ATP E CP DURANTE O SPRINT CURTO (RETIRADO DE MAGLISHO, 2003)	6
FIGURA 3: MEDIÇÃO DA ESTATURA (RETIRADO DE COELHO E SILVA ET AL., 2010).	10
FIGURA 4: PLANO HORIZONTAL DE FRANKFORT (RETIRADO DE COELHO E SILVA ET AL., 2010)	10
FIGURA 5: MEDIÇÃO DA ENVERGADURA (RETIRADO DE COELHO E SILVA ET AL., 2010).	10
FIGURA 6: DEFORMAÇÃO DO ELÁSTICO CIRÚRGICO.	12
FIGURA 7: POSICIONAMENTO DO NADADOR - NADO AMARRADO.....	14
FIGURA 8: POSICIONAMENTO DO NADADOR – NADO SEMI-AMARRADO.	15
FIGURA 9: REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DA CONCORDÂNCIA DOS RESULTADOS DO TESTE BLAND-ALTMAN.	15
FIGURA 10: REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DA COMPONENTE HORIZONTAL DA FORÇA DOS DOIS TIPOS DE MEDIÇÃO (NA E NSA).	16
FIGURA 11: REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DA CORRELAÇÃO ENTRE A COMPONENTE HORIZONTAL DA FORÇA DOS DOIS TIPOS DE MEDIÇÃO (NA E NSA). FUNÇÃO LINEAR: $Y=0,3391x+68,1$	16
FIGURA 12: REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DA FG DOS DOIS TIPOS DE MEDIÇÃO (NA E NSA). .	17
FIGURA 13: REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DA RPE (BORG) DOS DOIS TIPOS DE MEDIÇÃO (NA E NSA).	18

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA.	9
TABELA 2: VALORES DE ESTATÍSTICA DESCRITIVA (MÉDIA, DESVIO PADRÃO) E A SIGNIFICÂNCIA ENTRE OS RESULTADOS DA COMPONENTE HORIZONTAL DA FORÇA DO TESTE DO NADO AMARRADO E DO NADO SEMI-AMARRADO,	16
TABELA 3: VALORES DE ESTATÍSTICA DESCRITIVA (MÉDIA, DESVIO PADRÃO) E A SIGNIFICÂNCIA ENTRE OS RESULTADOS DA FREQUÊNCIA GESTUAL DO TESTE DO NADO AMARRADO E DO NADO SEMI-AMARRADO	17
TABELA 4: VALORES DE ESTATÍSTICA DESCRITIVA (MÉDIA, DESVIO PADRÃO) E A SIGNIFICÂNCIA ENTRE OS RESULTADOS DA PERCEPÇÃO DE ESFORÇO (RPE) DO TESTE DO NADO AMARRADO E DO NADO SEMI-AMARRADO,	18
TABELA 5: ANÁLISE CORRELATIVA ENTRE A COMPONENTE HORIZONTAL DA FORÇA DOS DOIS TIPOS DE MEDIÇÃO E O TEMPO REALIZADO NAS DISTÂNCIAS DE NADO DE 25, 50, 100 E 400 METROS NO NADO DE CROL.	19

LISTA DE EQUAÇÕES

EQUAÇÃO 1: CÁLCULO DA FG.	13
EQUAÇÃO 2: SEMELHANÇA DE TRIÂNGULOS.....	14

1. INTRODUÇÃO

O principal objectivo da natação pura desportiva é o de, no mais curto espaço de tempo, percorrer uma distância estabelecida de acordo com os regulamentos das federações internacionais e nacionais que tutelam a modalidade. No entanto, os factores que influenciam a performance diferem de acordo com as distâncias nadadas.

Maglischo (2003) referiu que enquanto nas provas longas a técnica e a estratégia são os factores mais importantes, Stager e Coyle (2005) concluíram que nas provas mais curtas a força e a potência musculares são cruciais para que se atinjam velocidades de nado elevadas.

O desempenho dos nadadores depende principalmente de factores biomecânicos e fisiológicos (Barbosa, Bragada, Reis, Marinho, Carvalho e Silva, 2010). Payton et al. (2002) e Marinho et al. (2011) referiram que no âmbito da biomecânica do desporto a propulsão em natação é de avaliação complexa. De entre os factores que determinam a performance de cada nadador, a produção de força é o fator que mais influencia o sucesso na natação (Keskinen et al., 1989; Girold et al., 2007; Barbosa et al., 2010).

Para a determinação da força exercida pelo nadador num ambiente idêntico ao da competição, o nado amarrado tornou-se uma das metodologias mais utilizadas no ramo da biomecânica (Akis & Orcan, 2004).

Em contexto desportivo, a utilização de procedimentos de avaliação e de controlo através de testes e medidas tem como objetivo principal controlar as possíveis alterações do rendimento do atleta ao longo de uma temporada e /ou durante o treino (Moreira, Maia, Lizana, Martins & Oliveira, 2008).

O objetivo principal deste trabalho é avaliar a fiabilidade da avaliação da força propulsiva através de um teste com tubo elástico no nado de crol, que convoque vantagem no controlo e avaliação do treino, permitindo aceder ao valor da força geradora da propulsão na água.

2. REVISÃO DA LITERATURA

A NPD é uma actividade desportiva realizada no meio aquático e, como tal, a execução de movimentos nesse meio sofre resistência do deslocamento, algo que depende não só da densidade do fluido e do coeficiente de resistência hidrodinâmico, mas também da velocidade de execução do movimento e do tamanho do corpo a ser deslocado. Caso a velocidade do deslocamento seja lenta então a quantidade de líquido movido será reduzida e, conseqüentemente, a resistência ao movimento será menor. No entanto, se o atleta melhorar o seu tempo, isso irá aumentar a dificuldade da tarefa (da Costa et al., 2010).

Parece evidente que o desempenho na natação depende muito da geração de apoio propulsivo (Lauder et al., 2001; Matsuuchi et al., 2009; Sanders & Psycharakis, 2009). A propulsão na água é realizada através da ação dos membros inferiores e superiores. Os MI apesar de atuarem como propulsores, têm como função principal auxiliar no posicionamento do corpo na horizontal. Contudo, são os MS que contribuem maioritariamente no trabalho propulsivo (da Costa et al., 2010). No entanto existe uma excepção, ao contrário da técnica de crol, costas e mariposa, na técnica de bruços são os membros inferiores que contribuem mais no trabalho propulsivo (Maglisho, 2003).

A avaliação da magnitude das forças propulsivas torna-se algo difícil devido à instabilidade associada aos movimentos locomotores no meio aquático. Uma das estratégias possíveis para ultrapassar esta dificuldade é a realização de testes em que o nadador permaneça algo estacionário como no nado amarrado. Nesta condição, é medida a força máxima, que pretende equivaler à força propulsora que um nadador deve produzir para superar a resistência da água na velocidade máxima durante o nado livre (Yeater et al., 1981; Dopsaj et al., 2003). Conclui-se que o teste do nado amarrado pode ser utilizado como um ergómetro da natação, simulando as características do meio, a mecânica da braçada, controlando aspectos fisiológicos e a influência da morfologia (Filho & Denadai, 2008).

Em alternativa ao nado amarrado, também existe o nado semi-amarrado no qual se recorre ao uso de um tubo elástico cirúrgico, que irá criar uma resistência ao nadador e, deste modo, o seu deslocamento na água irá ser cada vez menor. (Maglisho, 2003). Maglisho (2003) também refere que existem alternativas ao tubo elástico cirúrgico, são estas: fatos de banho com bolsos que aumentam a resistência da água, nado com paraquedas, uso de uma corda atada a pesos, encontra-se suspensa numa roldana e presa através de um cinto à

cintura do atleta, obrigando assim o atleta a nadar de modo a levantar o peso colocado. Segundo Maglischo (2003), a vantagem da utilização de pesos durante o nado semi-amarrado é avaliar o nadador tanto na carga que puxa, como no tempo que demora a percorrer uma certa distância para que o peso esteja na máxima suspensão. De acordo com Schnitzler et al. (2011), a utilização do paraquedas em treino é benéfica, especialmente em velocidades que se aproximem do máximo. A sua principal vantagem é o nadador não estar a nadar sempre no mesmo sítio, ou seja, aproxima-se mais da realidade das competições.

Esses métodos ajudam na produção de força, contudo é necessário respeitar alguns procedimentos: a intensidade do esforço deve ser elevada e o tempo curto; manter uma boa técnica de execução do movimento (Maglischo, 2003).

Durante a realização desse tipo de tarefas o nadador deve-se manter concentrado, pois, ao contrariar elevados níveis de resistência com uma frequência de braçada lenta, não irá conseguir aproveitar este treino de força da melhor maneira, comprometendo então a frequência gestual durante eventos de sprint (Maglischo, 2003).

Em provas de distância curtas ou rápidas (sprint), para se alcançar níveis ótimos de rendimento, a força prevalece como o fator de maior relevância, apesar de a técnica ter alguma influência nesse fator. Existindo algumas variações devido aos parâmetros morfológicos e ao sexo (Hohmann, Dierks, Luehnenschloss, Seidel & Wichmann, 1999).

Em relação à aplicação do teste como um indicador da performance, alguns autores demonstraram a existência de uma elevada correlação entre a velocidade média de nado e força média durante o nado amarrado (Magel, 1970; Morouço, Soares, Vilas-Boas, & Fernandes, 2008; Morouço et al., 2011, 2014; Yeater, Martin, White, & Gilson, 1981).

Cureton (1930), Tews (1941) e Cambell (1948), foram os primeiros a desenvolver estudos sobre o nado amarrado, no entanto constatou-se que esses estudos utilizavam uma amostra reduzida e um número reduzido de variáveis.

Contudo, Magel (1970) foi um dos primeiros autores a dar ênfase ao potencial do nado amarrado como uma ferramenta de avaliação dos nadadores, sugerindo assim, que a medição da força propulsiva no momento em que a velocidade é nula proporciona uma maior aproximação à força que é utilizada durante o nado. Alguns autores (Yeater et al., 1981; Costill et al., 1986; Christensen & Smith, 1987; Keskinen et al., 1989; Fomitchenko, 1999; Dopsaj et al., 2003; Kjendlie & Thorsvald, 2006; Morouço et al., 2011), através de estudos, conseguiram perceber que os elevados níveis de produção de força podem ser

atingidos durante o nado amarrado de curta duração, e devido a esse indicador conseguimos estimar a força que é produzida durante o nado normal. Isto demonstrou a utilidade do teste do nado amarrado, não ser um teste invasivo, e o tempo de avaliação do factor (força) que mais influencia a performance num sprint ser reduzido. Mesmo que a técnica de execução apresente alguma variação em relação à utilizada pelo atleta durante o nado livre (Adams et al., 1983; Maglisho & Maglisho, 1984).

Girold et al. (2006) realizaram um estudo em que se comparou o efeito produzido pelo elástico assistido e o resistido, e tentou-se perceber se a força e a performance podem melhorar através do uso do sprint resistido (alta-resistência) e do sprint assistido (alta-velocidade). Concluíram que o sprint resistido é mais eficiente que o assistido no aumento da força e na performance de uma prova de 100 metros, pois os parâmetros físicos e técnicos são muito importantes para tal prova. Ambos os métodos podem ser utilizados ao longo da época. Durante os treinos de elevado volume, o treino com o elástico resistido desenvolve a resistência da força na água, enquanto o sprint assistido melhora a posição hidrodinâmica e a frequência de braçada. No período competitivo, o sprint resistido pode ser utilizado para o aumento da força e da potência, enquanto o assistido serve para um aumento da frequência e força durante a alta intensidade.

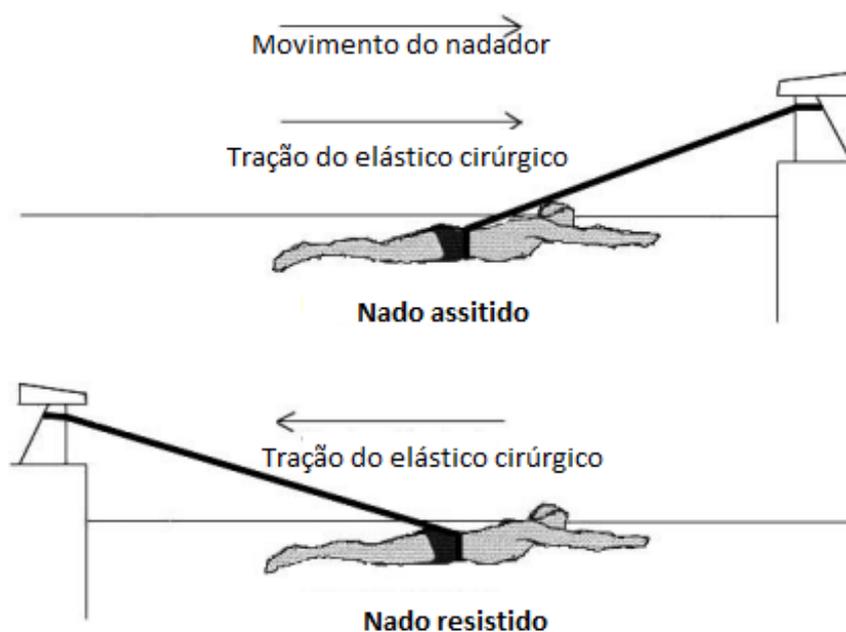


Figura 1: Posicionamento do nadador durante o nado assistido e resistido (Imagem adaptada de Girold et al., 2006).

Usualmente nos testes do nado amarrado são utilizadas células de carga que possibilitam aquisição de dados com mais exactidão, e permitem obter um maior número de valores num curto espaço de tempo.

A força e a velocidade são os 2 fatores de maior impacto no que se refere ao treino de um nadador velocista, no entanto é importante não esquecer os parâmetros técnicos e fisiológicos, que também afetam a performance. Em relação ao parâmetro fisiológico, refere-se à força e à potência dos membros superiores (Hawley, Williams, Victory & Handcock, 1998; Sharp, Troup & Costill, 1982), enquanto os parâmetros técnicos se direccionam mais para a mecânica gestual- frequência de braçada e a distância percorrida em cada ciclo (Arellano, Pardillo & Garcia, 1999; Hohmann, Dierks, Luehnenschools, Seidel & Wichmann, 1999; Keskinen & Komi, 1988; Sidney, Delhay, Baillon & Pelayo, 1999). Os nadadores têm diferentes padrões de movimento dos membros, com consequência a produção de força propulsora (Schleihauf, 1979). Deste modo encontramos as razões pelas quais se explica o facto de os atletas que exibem valor de força média semelhante poderem apresentar níveis de desempenho diferentes. Assim sendo, no estudo de Barbosa et al. (2010) mostrou-se a influência do comportamento dos parâmetros cinemáticos da natação sobre o desempenho do atleta, e a importância da avaliação da técnica de nado.

O sprint puro, tem como objectivo o desenvolvimento da velocidade máxima através da mobilização do sistema anaeróbio alático. Pelo facto de este tipo de trabalho não ultrapassar os 15 segundos, não aumenta, nem a magnitude do pulso nem o valor do lactato (Raposo, 2017).

2.1. Participação bioenergética em eventos de curta duração

O sistema mais simples e rápido dos sistemas anaeróbios em termos da reciclagem de ATP é o sistema dos fosfagénios ATP-CP. A fase alática do processo metabólico diz respeito à rápida reciclagem de ATP através da quebra do fosfato de creatina (CP) (Maglischo, 2003).

A posterior combinação consegue sustentar as necessidades energéticas do músculo entre os 3 e os 15 segundos após o início do sprint (Wilmore, Costill & Kenney, 2008). No entanto, a velocidade máxima de contracção das fibras musculares é obtida durante os primeiros 4 a 6 segundos de esforço, devido ao rápido fornecimento do CP, acabando

depois por ser cada vez mais lento durante o resto da prova (Hasson and Barnes 1986). Como já foi referido, o CP fornece energia para a reposição de ATP, no entanto, a sua duração é apenas de alguns segundos. Deste modo, o organismo necessita de utilizar o glicogénio muscular. Passados 10 segundos do esforço, o CP e o glicogénio muscular contribuem de igual forma na reposição do ATP. Após os 20 segundos de exercício, a contribuição do CP para a reposição de ATP torna-se desprezível (Greenhaff and Timmons, 1998).

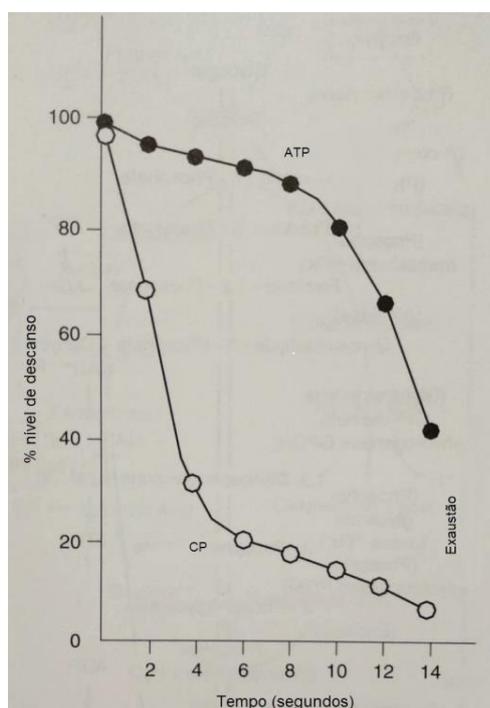


Figura 2: Utilização do ATP e CP durante o sprint curto (retirado de Maglisho, 2003)

2.2. A importância da percepção de esforço na monitorização de tarefas de treino.

A Escala de Borg.

É importante conhecer o nível de intensidade apropriado para cada sujeito em função do objectivo visado. Foi demonstrado através de vários estudos que a escala de Borg RPE apresenta elevada fiabilidade na avaliação da percepção do esforço realizado pelo atleta. Através desta escala o sujeito estima a magnitude do esforço através da mecânica, da respiração, da sensação da fadiga, do calor, etc (Borg, 1998). A percepção de esforço pode ser útil na determinação e prescrição da intensidade da tarefa e quão custosa está a ser a

tarefa realizada. Quando o exercício realizado é muito exigente, os atletas conseguem percebê-lo através das sensações vividas pelo corpo. A respiração torna-se difícil, e começa-se a sentir fadiga muscular. (Borg, 1998). O termo fadiga é utilizado quando existe uma diminuição da capacidade de trabalho, resultado de uma elevada intensidade da tarefa antecedente (Asmussen 1979). Fadiga refere-se a um estado de elevado nível de cansaço que pode levar à exaustão. O conceito que melhor se relaciona com a fadiga e o esforço é a intensidade do exercício. Aprofundando mais este conceito, dividimos em partes. A primeira corresponde à parte física, que é definida por medições físicas, como: força, trabalho, energia, torque e velocidade. A segunda refere-se a aspectos fisiológicos, como: em termos absolutos o VO₂, e em termos relativos a frequência cardíaca (Borg, 1998).

3. OBJETIVOS

Avaliar a concordância de dois métodos de avaliação da força máxima propulsiva no nado de crol:

1. Nado amarrado com célula de carga;
2. Nado semi-amarrado com o elástico cirúrgico.

Perceber se a percepção de esforço e frequência gestual dos atletas se altera muito tendo em conta a utilização da célula e do elástico cirúrgico.

E correlacionar os dois métodos com a melhor marca nas distâncias de 25, 50, 100 e 400 metros no nado de crol.

4. METODOLOGIA

O estudo foi aprovado pelo conselho científico da Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra. Foram respeitados os procedimentos éticos que constam da declaração de Helsínquia, 2008, e do convénio de Oviedo. Os sujeitos foram esclarecidos relativamente aos objectivos e procedimentos a adotar no estudo, sendo assegurada a protecção de dados em relação à transmissibilidade e anonimato. Antes do início do estudo todos os participantes entregaram assinado, o consentimento de participação informada.

4.1. Amostra

A amostra foi composta por 12 atletas praticantes de natação pura desportiva, 5 masculinos e 7 femininos, com idades decimais compreendidas entre os 15,75 e os 23,24 anos (masculinos $17,46 \pm 1,62$ anos e femininos $19,10 \pm 2,46$ anos).

Tabela 1: Caracterização da amostra.

Amostra	Idade relativa (anos)	Estatura (cm)	Massa corporal (kg)	% Massa gorda	Envergadura (cm)	Diâmetro Biacromial (cm)
Masculinos (n=5)	$17,46 \pm 1,62$	$174,08 \pm 6,52$	$63,42 \pm 6,15$	$8,9 \pm 1,80$	$180,08 \pm 8,13$	$37,14 \pm 1,49$
Femininos (n=7)	$19,10 \pm 2,46$	$163,64 \pm 2,04$	$57,09 \pm 2,30$	$20,37 \pm 3,93$	$167,5 \pm 3,33$	$36,66 \pm 2,03$
Total (n=12)	$18,43 \pm 2,22$	$167,99 \pm 6,83$	$59,73 \pm 5,22$	$15,59 \pm 6,67$	$172,74 \pm 8,49$	$36,86 \pm 1,77$

(Média \pm desvio padrão)

4.2. Instrumentação:

4.2.1. Medições antropométricas e composição corporal

Para uma melhor caracterização da amostra foram realizadas medições antropométricas, nomeadamente a estatura, envergadura e diâmetro biacromial. Em relação à composição corporal, esta foi medida através da bioimpedância.

Estatura (cm)

O sujeito, descalço, deve encostar as costas ao estadiómetro, e aí permanecer em posição anatómica. A sua cabeça deve ser ajustada de acordo com o Plano Horizontal de Frankfort

(Figura 3). O equipamento utilizado foi o estadiómetro portátil (Harpenden, modelo 98.603, Holtain Limited Crosswell, Crymych, Pembs., SA41 3UF, UK).



Figura 3: Medição da estatura (retirado de Coelho e Silva et al., 2010).

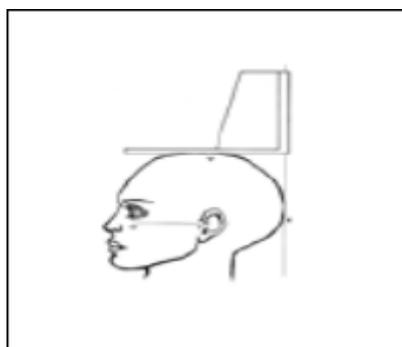


Figura 4: Plano Horizontal de Frankfort (retirado de Coelho e Silva et al., 2010).

Envergadura (cm)

O sujeito deve encostar as costas a uma parede, e mede-se a distância entre os pontos dactylion esquerdo e direito. Utilizou-se a fita métrica (Stanley, USA, 3 metros), que estava presa à parede.

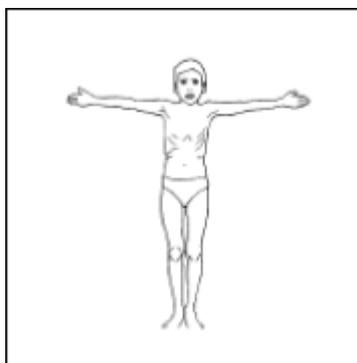


Figura 5: Medição da envergadura (retirado de Coelho e Silva et al., 2010).

Diâmetro biacromial (cm)

O observado é medido na posição de pé. O observador coloca-se atrás do observado, e com um antropómetro de pontas curvilíneas mede-se a distância entre os dois acrómios. Foi

utilizado um antropómetro de pontas curvilíneas da Pasta Antropométrica Siber Hegner (Swiss Made).

Avaliação da composição corporal

Utilizou-se o analisador de composição corporal InBody 770 (Tanita, JPN), através do qual se retiraram os seguintes dados: massa corporal (kg) e % massa gorda. Foram respeitadas as normas de utilização do equipamento, foi pedido aos atletas para não ingerirem alimentos nem líquidos num espaço de 3 horas antes das medições, evitar o consumo de café e álcool durante o dia das medições. No momento antecedente à realização da análise corporal foi pedido aos atletas para que retirassem todas as pulseiras e brincos, e limpassem a gordura existente nas mãos e nos pés com toalhetes. Durante a realização da análise os sujeitos deveriam permanecer totalmente imóveis, respeitando as indicações do equipamento.

4.2.2. Avaliação específica da força propulsiva

Para o nado amarrado foi utilizada uma célula de carga (CncellPacific Weighing) (capacidade máxima de 500N) que fixa ao bloco, através de uma cinta sem expansão e ao atleta por uma espia de aço (2,78 metros). Por meio de um cabo a célula estava conectada ao computador. Para determinação dos valores de força recorremos ao software (WinDaq®), que permite uma amostragem de (240) Hz.

Na avaliação do nado semi-amarrado foi utilizado um elástico cirúrgico (7,25 metros), previamente calibrado através de um dinamómetro (Frederiksen®) de capacidade máxima 100N e de uma fita métrica de 20 metros DEXTER®.

A recolha de imagens durante o processo experimental foi realizada através de duas câmaras de filmar: Sony ActionCam HDR-AZ1 e Rollei s50, de 50 Hz.

A primeira câmara estava localizada na bancada aos 20 metros. Permitindo assim a filmagem dos indivíduos aquando da extensão máxima do elástico cirúrgico. Em relação à segunda câmara, esta estava localizada no cais da piscina a 3 metros do local da partida, e serviu para realizar a filmagem dos indivíduos, durante a utilização da célula de carga. Ambas as câmaras permitiram a determinação da frequência gestual (Hz) durante a execução do NA e NSA.

4.3. Calibração do elástico cirúrgico:

Como foi dito anteriormente, o elástico cirúrgico foi previamente calibrado, realizando-se 3 medições, e posteriormente fez-se a sua média.

Essa calibração consistiu na deformação do elástico a cada 10 N, como mostra o gráfico (Figura 6).

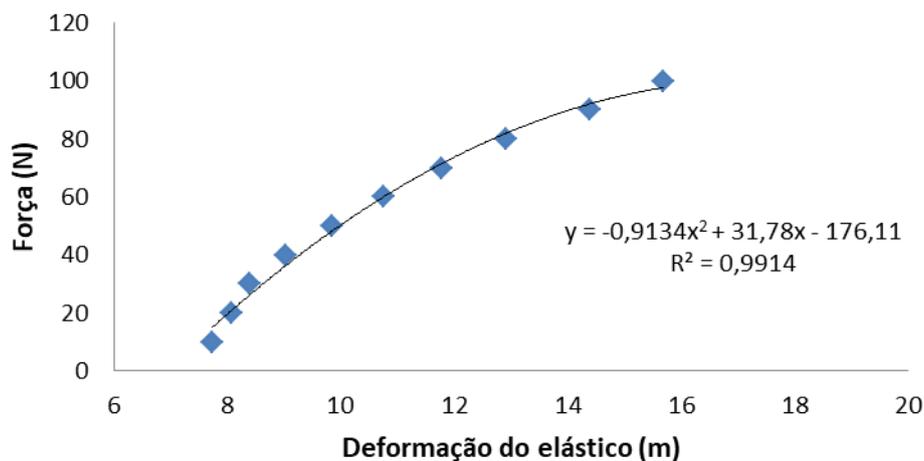


Figura 6: Deformação do elástico cirúrgico.

Esta função polinomial foi dividida em 3 funções lineares: dos 7,25m até aos 8,07m (0N aos 20N); dos 8,4m até aos 11,77m (30N aos 70N); dos 12,9 até aos 15,68 (80N aos 100N). No entanto, como não houve nenhum atleta a realizar menos que 8,4 metros não se utilizou a 1ª função.

4.4. Desenho do estudo:

A recolha dos dados foi realizada no Complexo Olímpico de Piscinas, na piscina longa (50m).

Os nadadores estavam familiarizados com o equipamento utilizado no presente estudo, pois foram submetidos à experiência de nado em ambos os métodos de avaliação da força propulsiva.

No momento que antecedeu a realização do teste foi efectuado um aquecimento de 800 metros definido com o treinador. 400 metros a nadar a uma intensidade moderada; 4 repetições de 50 metros (25 metros exercícios proprioceptivos (*scullings*) / 25 metros

técnica) a uma intensidade moderada; 4 repetições de 50 metros (1^a-15 metros em sprint, 35 lento/ 2^a- 20 metros em sprint, 30 metros lento/ 3^a- 35 metros em sprint, 25 metros lento/ 4^a- 50 metros lento).

Com ordem aleatória foram realizadas três repetições em cada um dos tipos de medições de força máxima aplicada pelo nadador enquanto nada crol:

- a) Utilizando a célula de carga, analisou-se a força que é desenvolvida pelo atleta a nadar à máxima velocidade durante 15”.
- b) Utilizando um elástico cirúrgico, procurou-se a sua maior extensibilidade em 15”.

O intervalo entre cada repetição foi de 5 minutos, o que possibilitou aos atletas realizar a ressíntese do sistema ATP-CP (Glaister, 2005).

Após cada repetição foi pedido aos atletas a classificação da sua percepção de esforço, através da escala de Borg RPE.

Como já foi referido, para ajudar no cálculo da frequência gestual (FG) utilizaram-se duas câmaras de filmar, e posteriormente, através do software Kinovea, retirou-se o tempo de 3 ciclos de braçada de cada nadador.

Equação 1: Cálculo da FG.

$$FG (c/s) = \frac{3 \text{ ciclos}}{\text{Tempo}}$$

Os tempos de nado das seguintes distâncias 50, 100 e 400 metros crol foram retirados do site www.swimrankings.net, e o tempo dos 25 metros foi avaliado durante o treino, com o objectivo de verificar a existência de correlação entre o valor da componente horizontal da força nado amarrado e semi-amarrado com o desempenho nas distâncias acima referidas.

4.5. Cálculo da componente horizontal da força

Foi realizado este cálculo para se obter o valor da força que o nadador exerce durante o seu deslocamento.

A célula de carga estava localizada a 31cm da água e o elástico cirúrgico a 44cm.

Para o nado amarrado, sabendo o comprimento da espia de aço e a distância da célula de carga até à água, foi possível encontrar a distância do nadador à parede. Para isso utilizou-se conceito trigonométrico do teorema de Pitágoras ($H^2 = c_1^2 + c_2^2$).

Sabendo o valor da diagonal e distância da parede ao nadador, e utilizando o valor da força exercida pelo nadador na célula de carga, conseguimos calcular a componente horizontal da força realizada pelo atleta, recorrendo à semelhança de triângulos (Equação 2). Sendo assim possível conhecer o valor da componente horizontal da força exercida pelo atleta.

Equação 2: Semelhança de triângulos.

$$\frac{H_{\text{Força}}}{C_{\text{Força}}} = \frac{H}{C}$$



Figura 7: Posicionamento do nadador - nado amarrado.

Pela aplicação do teorema de Pitágoras ($H^2 = c_1^2 + c_2^2$), sabendo o valor dos dois catetos calculou-se o comprimento do elástico esticado e subtraiu-se 7,25m, para calcular a deformação. O resultado dessa deformação foi colocado nos gráficos acima caracterizados, e obteve-se a força exercida por cada atleta. A partir daqui, utilizando o mesmo procedimento dos triângulos semelhantes, calculou-se a componente horizontal da força exercida pelo atleta.

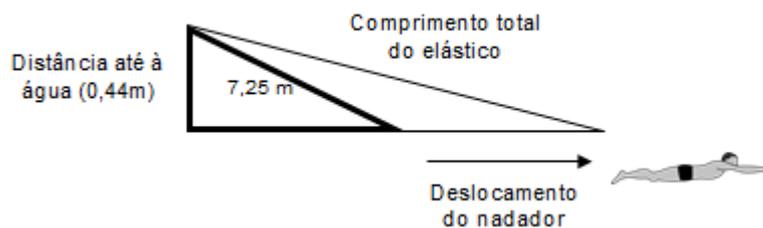


Figura 8: Posicionamento do nadador – nado semi-amarrado.

4.6. Procedimentos estatísticos

Os resultados obtidos são apresentados recorrendo à estatística descritiva: média e o desvio padrão. Em relação aos testes do nado amarrado e nado semi-amarrado, foi feita a fiabilidade das medidas reportadas. No teste do NA obtivemos um coeficiente intraclassa de 0,94 (excelente), com correlação de 0,94 e erro típico de 0,28N. E no teste do NSA o coeficiente intraclassa foi de 0,99 (excelente), o coeficiente de correlação de 0,99 e o erro típico de 0,11N. A concordância dos resultados realizada através da análise do coeficiente intraclassa do teste Bland-Altman (Figura 9) bem como dos coeficientes de correlação. Como a amostra era reduzida ($n=12$), a significância entre os resultados e a análise correlativa do estudo foram analisadas através de testes não paramétricos, nomeadamente o teste de Wilcoxon, e correlação de Spearman-Rho. A magnitude da correlação é interpretada de acordo com Hopkins (2000): trivial ($r<0.1$), pequena ($0.1<r<0.3$), moderada ($0.3<r<0.5$), forte ($0.5<r<0.7$), muito forte ($0.7<r<0.9$) quase perfeita ($r<0.9$).

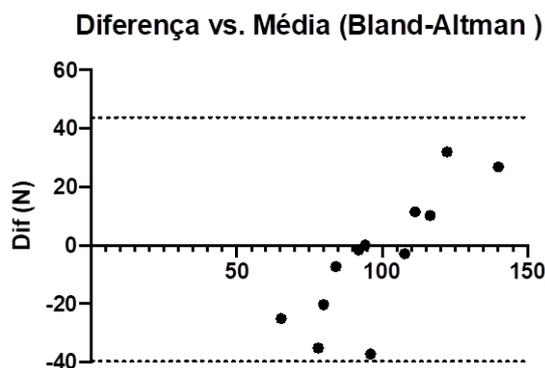


Figura 9: Representação gráfica da concordância dos resultados do teste Bland-Altman.

5. RESULTADOS

Este capítulo destina-se à apresentação dos resultados dos testes de avaliação de força propulsiva e da sua relação com a performance em treino e em competição dos nadadores que compõem a amostra.

5.1. Força propulsiva efectiva. Componente Horizontal da Força.

Na análise da componente horizontal da força exercida pelo nadador (Tabela 3), determinada pelo valor médio da componente horizontal da força nos dois tipos de nado (NA e NSA), permite nos observar que a diferença média observada é de apenas 4,04 N.

No que se refere à significância entre os resultados, é de referir que não existem diferenças entre a componente horizontal da força dos dois tipos de medição ($p=0,534$).

O coeficiente de correlação entre a componente horizontal da força dos dois tipos de medição foi de $r= 0,664$, representando assim a uma correlação forte.

Tabela 2: Valores de estatística descritiva (média, desvio padrão) e a significância entre os resultados da componente horizontal da força do teste do nado amarrado e do nado semi-amarrado.

Tipo de medição	Média	DP	p
NA-Componente Horizontal da Força (N)	96,94	31,22	,534
NSA-Componente Horizontal da Força (N)	100,98	13,64	

DP (Desvio padrão)

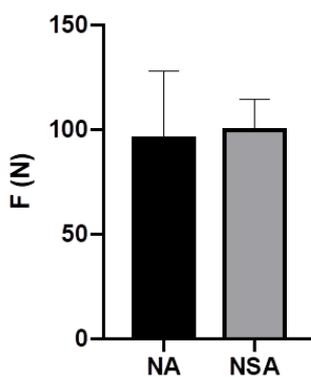


Figura 10: Representação gráfica da componente horizontal da força dos dois tipos de medição (NA e NSA).

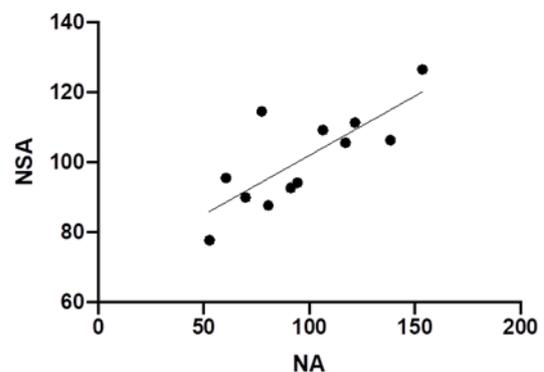


Figura 11: Representação gráfica da correlação entre a componente horizontal da força dos dois tipos de medição (NA e NSA). Função linear: $y= 0,3391x+68,1$

5.2. Frequência gestual

Analisando a frequência gestual (Tabela 4), é possível verificar que os valores médios apresentam diferenças mínimas.

No que se refere à significância entre os resultados, é de referir que não existem diferenças entre a frequência gestual nos dois tipos de nado ($p=0,875$).

Tabela 3: Valores de estatística descritiva (média, desvio padrão) e a significância entre os resultados da frequência gestual do teste do nado amarrado e do nado semi-amarrado,

Tipo de medição	Média	DP	p
NA- Frequência gestual	47,38	3,16	,875
NSA- Frequência gestual	47,28	3,23	

DP (Desvio padrão)

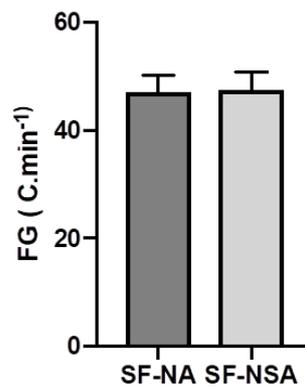


Figura 12: Representação gráfica da FG dos dois tipos de medição (NA e NSA).

5.3. Percepção do esforço (Escala Cr10 de Borg)

Relativamente à análise da percepção do esforço (RPE) (Tabela 5), podemos observar que existe diferença entre os valores da média, demonstrando assim que os atletas sentiram o nado semi-amarrado mais custoso do que o nado amarrado.

No que se refere à significância entre os resultados, é de referir que existem diferenças entre a percepção de esforço nos dois tipos de nado ($p=0,007$).

Tabela 4: Valores de estatística descritiva (média, desvio padrão) e a significância entre os resultados da percepção de esforço (RPE) do teste do nado amarrado e do nado semi-amarrado.

Tipo de medição	Média	DP	p
NA- RPE	6,33	1,44	,007 *
NSA- RPE	8,08	0,79	

* $p < 0,05$ DP (Desvio padrão)

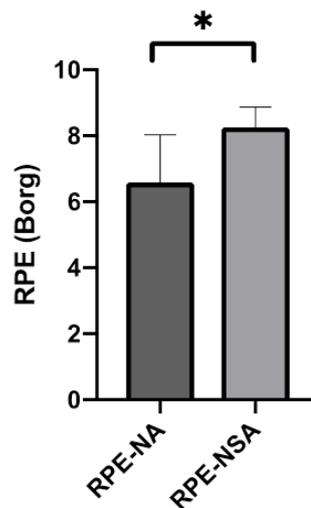


Figura 13: Representação gráfica da RPE (Borg) dos dois tipos de medição (NA e NSA).

5.4 Análise correlativa entre a componente horizontal da força dos dois tipos de medição e o tempo de nado das diferentes distâncias.

Na análise da tabela 6 verificamos que a correlação entre a componente horizontal da força- NA e as 4 distâncias de nado é baixa.

Em relação à componente horizontal da força- NSA e as 4 distâncias de nado verificamos que ao contrário do NA, este apresenta melhor valor de associação nas distâncias mais curtas (25 e 50 metros) (Tabela 6). O valor da correlação é negativo devido ao facto de as variáveis em causa serem inversamente proporcionais.

Tabela 5: Análise correlativa entre a componente horizontal da força dos dois tipos de medição e o tempo realizado nas distâncias de nado de 25, 50, 100 e 400 metros no nado de crol.

Tipo de medição	Distâncias de nado			
	25 metros (s)	50 metros (s)	100 metros (s)	400 metros (s)
NA-Componente da Força Horizontal (N)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
NSA-Componente da Força Horizontal (N)	-,630 p=0,028*	-,615 p=0,033*	n.s.	n.s.
n.s. (não significativo)	* (p≤0,05)			

6. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Esta discussão serve de resposta à questão descrita no último parágrafo da introdução, e posteriormente melhor caracterizada no capítulo 3, que se referia à avaliação da fiabilidade do teste com o tubo elástico cirúrgico no nado de crol com vantagem no controlo e avaliação do treino, permitindo aceder ao valor da força geradora da força propulsiva na água. Através da análise de resultados apresentados no capítulo anterior conseguimos perceber quão importante foi a realização deste estudo. Essa importância deve-se ao facto de ainda não haver estudos que demonstrem a utilização do tubo elástico cirúrgico em alternativa a outro tipo de material mais caro, que permite avaliar e controlar o treino, como por exemplo, a célula de carga. A utilização deste tipo de material, mais barato, mais prático, confiável para o controlo do treino no que se refere à produção de força propulsiva pelo nadador, podendo ser administrado em ambiente de treino.

6.1. Força propulsiva efectiva. Componente Horizontal da Força.

Mouroço, Vilas-Boas e Fernandes (2012) avaliaram um grupo de jovens nadadores em esforço máximo durante 30 segundos, em que a idade dos indivíduos masculinos era de $16,6 \pm 1,0$ anos e das raparigas de $15,8 \pm 0,8$ anos, e concluíram que a força máxima exercida na água era de $243,6 \pm 60,15\text{N}$. No estudo de dos Santos et al. (2017), foi realizado o teste do NA em nadadores seniores, com uma duração de 15 segundos e o valor médio da força propulsiva foi de $123,3 \pm 31,1\text{N}$. Taylor (2003) fez referência à força propulsiva aplicada na água pelos nadadores de diferentes grupos etários. Considerando o grupo mais velho (15 anos) ($118,6 \pm 13,4\text{N}$ para os rapazes e $92,1 \pm 9,8\text{N}$ para as raparigas). Comparando a força propulsiva deste estudo com os estudos em cima mencionados constatou-se que a força propulsiva da nossa amostra ($96,94 \pm 31,22\text{N}$) se assemelha melhor com o estudo de dos Santos et al. e de Taylor. Querendo isso dizer que os sujeitos por nós analisados apresentam défice de força, pelo que se justifica aumentar o trabalho de força em seco e na água de forma a produzir mais força na situação de nado.

6.2. Frequência gestual

Maglischo (2003) referiu que os atletas masculinos e femininos utilizam uma frequência de braçada semelhante. Os atletas de elite, durante as distâncias mais curtas recorrem a uma

frequência de braçada mais elevada, por exemplo: numa prova de 50 metros a frequência gestual é de 65 ciclos por minuto e numa de 1500 é de 45 ciclos. No que se refere à amostra deste estudo, apesar de ser constituída tanto por atletas velocistas como por fundistas, a frequência de braçada foi inferior à dos atletas de topo, assemelhando-se assim à frequência que os atletas de elite utilizam durante as provas de 200 livres.

6.3. Percepção do esforço (Escala Cr10 de Borg)

Durante a análise dos resultados da percepção de esforço por parte dos atletas, verificou-se diferença entre os dois tipos de medição. Essa diferença poderá relacionar-se com o facto de no NA o atleta estar em situação estacionária não tendo por isso, o objetivo de superar a força de resistência. No NSA, como o tubo elástico cirúrgico apresenta uma força resistiva, o atleta deve tentar superá-la para conseguir progredir ao longo da piscina ou resistir à tracção imposta pela deformação do elástico. Outro aspeto pelo qual essa diferença foi significativa é explicado pela falta de experiência de alguns atletas dada a idade. Com base nos resultados individuais dos atletas, conseguimos perceber que os mais velhos/experientes tinham uma melhor percepção do esforço, atribuindo assim à tarefa uma classificação de 7/8 valores na escala de Borg (esforço muito intenso).

No estudo de Morouço et al. (2014), demonstrou-se que o NA pode ser utilizado na avaliação da contribuição da força durante as distâncias curtas, e um dos factores que utilizaram nesse estudo foi a percepção de esforço. Os sujeitos desse estudo realizaram um esforço máximo de 30 segundos e responderam que a percepção de esforço pela escala de Borg era de 15.4 (difícil- numa escala de 6 a 20). Em relação ao nosso estudo os atletas, em relação ao NA responderam com 6,33 (Intensa- numa escala de 0 a 10).

6.4. A componente horizontal da força dos dois tipos de medição e o tempo de nado das diferentes distâncias.

No estudo de Santos, Bento, Pereira e Rodacki (2014), foi realizado o teste do NA e posteriormente uma correlação com os 200 metros no nado de crol, concluindo que existe relação ($r=0,61$), e noutro estudo Morouço et al. (2014) existiu uma elevada correlação entre o NA e os 50 metros na técnica de crol. No entanto, tal como foi demonstrado no capítulo 5, apenas a componente horizontal da força durante o NSA apresentou uma boa correlação em relação ao tempo de nado das distâncias mais

curtas (25 e 50 metros), devido à duração da tarefa (15s) ser próxima do tempo realizado nessas distâncias. O NSA foi o teste que obteve uma relação mais próxima com o tempo do que o NA, explicando-se isso com o facto de haver deslocamento, ou seja, uma melhor aproximação à realidade de uma prova.

7. CONCLUSÃO

O tubo elástico cirúrgico demonstrou ser um bom método de avaliação da força propulsiva efetiva. A utilização deste tipo de material, mais barato, mais prático, irá servir para um melhor controlo do treino no que se refere à força propulsiva do nadador, na água, podendo ser administrado em ambiente de treino.

Em relação ao aumento da força necessário realizar um bom trabalho de ginásio e melhorar o treino dentro de água de forma a produzir mais força.

Um bom exemplo de treino de força na água é realizar tarefas de elevada intensidade e de curta duração, tendo sempre em atenção aspectos técnicos.

8. BIBLIOGRAFIA

Andrade, R. M., Figueira Júnior, A. J., Metz, V., Amadio, A. C., & Serrão, J. C. (2018). Interpretation of propulsive force in tethered swimming through principal component analysis. *Revista Brasileira de Medicina Do Esporte*, 24(3), 178–181.

Andries Júnior, O., Andrade, R. M., Serrão, J. C., Barbosa, A. C., & Moreira, A. (2017). Reprodutibilidade da curva força-tempo do estilo “Crawl” em protocolo de curta duração. *Revista Brasileira de Educação Física e Esporte*, 26(1), 37–45.

Amaro, N., Morouço, P., Marques, M., Fernandes, R., & Marinho, D. (2017). Biomechanical and bioenergetical evaluation of swimmers using fully-tethered swimming: A qualitative review. *Journal of Human Sport and Exercise*, 12(4), 1346–1360.

Amaro, N., Marinho, D. A., Batalha, N., Marques, M. C., & Morouço, P. (2014). Reliability of tethered swimming evaluation in age group swimmers. *Journal of Human Kinetics*, 41(1), 155–162.

Borg, G. (1998). *Borg's Perceived Exertion an Pain Scales*. United States. Human Kinetics.

Dopsaj, M., Matković, I., & Zdravković, I. (2000). The relationship between 50m Freestyle results and characteristics of tethered forces in male sprint swimmers: A new approach to tethered swimming test. *Physical Education and Sport*, 1(7), 15–22.

Da Costa. P. (2010). *Natação e atividades aquáticas. Subsídios para o ensino*. São Paulo, Brasil: Manole.

Gatta, G., Cortesi, M., & Zamparo, P. (2016). The relationship between power generated by thrust and power to overcome drag in elite short distance swimmers. *PLoS ONE*, 11(9), 1–12.

- Gatta, G., Leban, B., Paderi, M., Padulo, J., Migliaccio, G. M., & Pau, M. (2014). The development of swimming power. *Muscles, Ligaments and Tendons Journal*, 4(4), 238–445.
- Girold, S., Calmels, P., Maurin, D., Milhau, N., & Chatard, J. C. (2006). Assisted and resisted sprint training in swimming. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(3), 547–554.
- Hopkins W. G. (2000). Scale of magnitudes for effect statistics. In: *A New View of Statistics*. Available:<http://www.sportsci.org/resource/stats/index.html>.
- Kimura, T., Ohba, M., & Shionoya, A. (2013). Construction of a multiple-regression model for estimating the force in tethered swimming, and power in semi-tethered swimming for males. *Procedia Engineering*, 60, 275–280.
- Loturco, I., Barbosa, A. C., Nocentini, R. K., Pereira, L. A., Kobal, R., Kitamura, K., Nakamura, F. Y. (2016). A Correlational Analysis of Tethered Swimming, Swim Sprint Performance and Dry-land Power Assessments. *International Journal of Sports Medicine*, 37(3), 211–218.
- Ľuboš, G., Yvetta, M., Jana, L., Mája, P., & Krč, H. (2018). Original Article Effect of resistance training with parachutes on power and speed development in a group of competitive swimmers JPES ®. *Journal of Physical Education and Sport*, 18(2), 787–791.
- Maglischo, E. (2003) *Swimming fastest*. United States: Human Kinetics.
- Morouço, P., Marinho, D., Izquierdo, M., Neiva, H., & Marques, M. (2012). Relative contribution of arms and legs in front crawl tethered swimming, according to gender. *Tethered Swimming and Dry Land Force Parameters. Useful Tools to Characterize Front Crawl Performance*, 2015, 67.

Morouço, P., Marinho, D., Keskinen, K., Badillo, J., & Marques, M. (2014). Tethered swimming can be used to evaluate force contribution for short-distance swimming performance, 28(11), 3093–3099.

Morouço, P., Vilas-Boas, J., & Fernandes, R. (2016). Evaluation of Adolescent Swimmers through a 30-S Tethered Test. *Pediatric Exercise Science*, 24(2), 312–321.

Neiva, H., Morouço, P., Silva, A. J., Marques, M. C., & Marinho, D. A. (2011). Neiva et al. (2011 - The Effect of Warm up on Tethered Front Crawl Swimming Forces. *Journal of Human Kinetics*, 113–119.

Papoti, M., Vitório, R., Cunha, S. A., Ramos, A. S., Martins, L. E. B., & Gobatto, C. A. (2007). Uso de células de carga para mensuração da força dos membros inferiores em nado ondulatório. *Revista Portuguesa de Ciências Do Desporto*, 7(3), 313–318.

Sobral, F; Coelho e Silva, M; Figueiredo, A; Ronque, E.; Malina, R. (2010). *Cineantropometria - Curso básico*. (p.7-8) (7ª edição). Faculdade de Ciência do Desporto e Educação Física, Universidade de Coimbra.

Soncin, R., Mezêncio, B., Ferreira, J. C., Rodrigues, S. A., Huebner, R., Serrão, J. C., & Szmuchrowski, L. (2017). Determination of a quantitative parameter to evaluate swimming technique based on the maximal tethered swimming test. *Sports Biomechanics*, 16(2), 248–257.

Vasconcelos, António R. (2017); *Planeamento do treino desportivo: Fundamentos, organização e operacionalização*. Lisboa: Visão e Contextos.

Wilmore, J.; Costill, D.; Larry Kenney, W. (2008). *Physiology of sport and exercise*. (4ª edição). United States: Human Kinetics.

Winter, E.; Jones, A.; Richard Davidson, R.; Bromley, P.; Mercer, T. (2007); *Sport and Exercise: Physiology Testing*. Great Britain: Bases.

9. APÊNDICE

(Carta de Autorização na participação do estudo)

Mestrado de Treino Desportivo para Crianças e Jovens- 2018/1019

Autorização

Exmo/a Encarregado/a de Educação, no âmbito da realização da Dissertação da Tese, cujo título é, **Potencial do Tubo Elástico Cirúrgico na Avaliação da Força Propulsiva em Nadadores de Elevado Rendimento na Técnica de Crol**, eu Illya Olexandrovykh Yelistratkin, aluno do 2º ano do Mestrado de Treino Desportivo para Crianças e Jovens da Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra, solicito a sua autorização, para que, no dia 5 de Janeiro de 2019 se realizem testes dentro de água, recorrendo à utilização de uma célula de carga e de um tubo elástico cirúrgico.

Também serão efectuadas as medições antropométricas (estatura, envergadura e diâmetro biacromial) e o cálculo da composição corporal recorrendo ao Inbody770.

O objectivo deste estudo é perceber se através da utilização do tubo elástico conseguimos avaliar a força de propulsão do atleta, na água.

Serão respeitados os procedimentos éticos, os resultados que serão obtidos neste teste são confidenciais, serão protegidos em relação à transmissibilidade e anonimato, sendo a participação voluntária.

Para menores de idade:

Eu, _____, Encarregado de Educação declaro que tomei conhecimento e **autorizo** o meu educando, _____, a participar neste estudo.

Rúbrica: _____

Para maiores de idade:

Eu, _____, declaro que tomei conhecimento e **aceito** participar neste estudo.

Rúbrica: _____