

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA
CURSO DE BACHARELADO**

**INFLUÊNCIA DO TRAJE DE ALTA TECNOLOGIA *BLUESEVENTY*[®] NO
DESEMPENHO EM NATAÇÃO**

Juliana Yuri Kanefuku

Orientador: Prof. Flávio de Souza Castro

Porto Alegre, novembro de 2009

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA
CURSO DE BACHARELADO**

**INFLUÊNCIA DO TRAJE DE ALTA TECNOLOGIA *BLUESEVENTY*[®] NO
DESEMPENHO EM NATAÇÃO**

Juliana Yuri Kanefuku

Orientador: Prof. Flávio de Souza Castro

Porto Alegre, novembro de 2009

Sumário

Agradecimentos	4
Lista de Figuras.....	6
Lista de Tabelas.....	6
RESUMO	7
INTRODUÇÃO	8
2. OBJETIVOS	11
3. REVISÃO DE LITERATURA	12
3.1 Desempenho em natação	12
3.2 Propulsão	13
3.3 Arrasto.....	15
3.4 Futuação e empuxo	16
3.5 O nado crawl	17
3.6 Fases da braçada	17
3.7 Trajes tecnológicos	20
4. MATERIAIS E MÉTODOS	25
4.1 Caracterização do estudo	25
4.2 População e amostra	25
4.2.1 Critérios de inclusão	25
4.2.2 Condições éticas	25
4.3 Variáveis	26
4.4 Protocolos	26
4.4.1 Mensuração do desempenho e das variáveis biomecânicas do nado	26
4.5 Processamento dos dados.....	28
4.6 Análise estatística	28
4.7 Orçamento	29
5. RESULTADOS.....	30
5.1 Desempenho.....	30
5.2 Frequência média de ciclos e distância média percorrida por ciclo	30
5.3 Duração absoluta das fases da braçada	31
6. DISCUSSÃO	33
CONCLUSÃO	38
REFERÊNCIAS.....	39

Agradecimentos

À minha família por todo apoio, carinho, compreensão e dedicação dada à minha formação;

Ao meu orientador prof. Dr. Flávio Castro, pela atenção, paciência e por transmitir seus riquíssimos conhecimentos. Também pela constante dedicação aos estudos em natação, importantíssimas para a evolução da natação competitiva;

Ao prof. Ricardo (Chups), pela incansável paciência, dedicação e pelos ensinamentos transmitidos, não teria conseguido realizar este trabalho sem tamanha ajuda;

A todos que se disponibilizaram e ajudaram na realização da coleta dos dados;

A todos os atletas que dispuseram a participar deste estudo e aos seus treinadores que os liberaram para realização dos testes;

Aos tios, tias, primos e primas que sempre me receberam de braços abertos em suas casas e sempre me ajudaram de alguma maneira;

Às amigonas da natação: Bruna, Gabi, Lelê, Rafa, Lulu, Pepe, por todos esses anos de companheirismo e confiança. A amizade de vocês é incomparável. Também aos seus respectivos pais, que me receberam em suas casas de portas abertas sempre que precisei (e não foram poucas vezes).

A todo o departamento de natação do União, professores treinadores e diretoria, pela confiança, respeito e pela oportunidade de trabalho dentro do clube;

Aos treinadores, Kiko, Marcelinho e Paulinho, pela credibilidade depositada em meu trabalho, pelas oportunidades oferecidas, por todo conhecimento compartilhado, e pelos fins de semana passados de baixo de muita chuva;

Ao Fred, meu treinador, amigo e finalmente colega de trabalho, por tantos anos de atenção, carinho, dedicação e paciência. Pelos resultados e conquistas obtidos e pelos valerosos conhecimentos transmitidos ao longo desses anos;

Aos atletas que pude auxiliar durante seus treinamentos, em especial a equipe infantil e parte da equipe petiz, pelo respeito e atenção;

Às colegas de apartamento, Graci, Alessandra, Manú, Flávia e Lindsay, pelo ótimo convívio ao longo deste ano;

Aos amigos da ESEF, pelos anos de coleguismo. Ao grupinho feliz, por esses divertidos anos de amizade, incentivo e apoio. Com vocês aprendo muitas coisas e as tenho levado por toda vida.

Lista de Figuras

	Figura	Pág.
Figura 1 - Forças atuando em um nadador (BELLOCH, 2006).....		13
Figura 2 -Traje da marca <i>Blueseventy</i> ®.....		27

Lista de Tabelas

	Tabela	Pág.
Tabela 1 - Desempenho apresentado durante os testes sob as condições sem traje e com traje (média \pm desvio-padrão).....		30
Tabela 2 - Frequência média de ciclos e distância média percorrida por ciclo de braçadas ao longo dos testes sob as condições sem traje e com traje (média \pm desvio-padrão).....		31
Tabela 3 - Efeito da dos trechos do teste sobre a duração absoluta das fases da braçada (média \pm erro-padrão).....		31
Tabela 4 - Efeito da utilização do traje sobre a duração absoluta das fases da braçada (média \pm erro-padrão).....		32
Tabela 5 - Duração absoluta das fases da braçada ao longo dos testes nas situações sem utilização do traje e com utilização do traje (média \pm desvio-padrão).....		32

RESUMO

O objetivo deste estudo foi verificar a influência de trajes de alta tecnologia no desempenho em natação. Seis nadadores executaram, em máxima velocidade, dois testes de 50 metros, com 20 minutos de intervalo entre cada teste. Um dos testes foi utilizando o traje comum (sungá/maiô), e o outro utilizando o traje de alta tecnologia. Ambos os testes foram cronometrados e foram realizadas filmagens subaquáticas dos nadadores. A partir das imagens obtidas foram realizadas análises das fases da braçada durante a fase propulsiva e não propulsiva, a fim de comparar os resultados com e sem o uso do traje. Também foram comparados os tempos obtidos pelos atletas com e sem o traje. O uso de traje provocou, de modo geral, incremento no desempenho e na distância média de ciclo de braçadas. Não foram encontradas diferenças em relação à frequência de ciclos de braçada. Em relação à duração das fases, houve redução de duração de fase não-propulsiva, quando o traje foi utilizado. O traje de alta tecnologia altera as características do nado, incrementando o desempenho.

Palavras-chave: natação, desempenho, duração de fase.

INTRODUÇÃO

A natação é um esporte desenvolvido em um meio ao qual o ser humano não está habituado. A água, ao mesmo tempo em que recebe as forças propulsivas produzida pelo nadador, oferece grande resistência ao mesmo. Sendo o físico humano basicamente inábil para o objetivo da modalidade, deve-se não apenas ajustar a respiração utilizada na água, como também alterar o uso normal dos membros e transformá-los em um meio de propulsão do corpo (Colwin, 2000).

Vista como uma habilidade esportiva, a natação passou, ao longo dos anos, por muitas mudanças e evoluções no seu padrão técnico, buscando o resultado de alguns fatores como a melhor utilização dos músculos envolvidos no movimento, um relaxamento completo fora das fases propulsivas, o uso de uma mecânica respiratória adequada, resistência frontal reduzida e a procura da melhor sincronização das ações de membros superior e inferior (CORAZZA et al., 2006). A melhora no desempenho em natação leva em consideração a diminuição das forças de resistência, o aumento das forças propulsivas em conjunto com um menor gasto energético. De acordo com Craig et al. (1985), fatores biomecânicos que interferem sobre o arrasto e/ou desenvolvimento de força propulsiva têm grande influência no desempenho, mais do que a própria capacidade de produção e liberação de energia.

Visando a melhora do desempenho do nadador, cada vez mais recursos vêm sendo desenvolvidos. O uso de altas tecnologias neste desenvolvimento têm resultado em diversos equipamentos utilizados tanto durante o treinamento como nos eventos competitivos. Dentre esses equipamentos, pode-se citar a criação das piscinas “rápidas”, que cuidadosamente planejadas, têm como objetivo proporcionar o rendimento máximo de cada atleta, assim como o desenvolvimento dos trajes de alta tecnologia que, de alguma maneira, têm promovido a melhora do desempenho do atleta.

Segundo Belloch (2006), quatro forças regem o nado do ser humano: a força peso e o empuxo hidrostático (determinantes da flutuabilidade do nadador), e as forças propulsivas e de resistência (determinantes da velocidade de nado). Desde que surgiram, os trajes de alta tecnologia tinham

como objetivo principal a diminuição da resistência por meio de uma imitação da pele de tubarões (STAGER E TANNER, 2008). Já os trajes utilizados mais recentemente parecem colaborar em outro fator além da redução do atrito, a flutuabilidade.

A flutuabilidade de um objeto submerso na água é determinada pela sua densidade relativa. Desta forma o tecido adiposo irá flutuar (densidade menor do que da água), enquanto o tecido muscular não flutuará, devido a sua maior densidade. Sendo assim as pessoas que apresentam um maior percentual de tecido adiposo irão apresentar maior capacidade para flutuar. Quanto ao traje, a flutuabilidade gerada, ou pelo material utilizado ou por outros fatores, pode ser um dos motivos que influenciam no desempenho do nadador, por meio da diminuição da densidade corporal do atleta (CORDAIN E KOPRIVA, 1991; LUCAS, sem ano). Em repouso, a flutuação é determinada pelo Princípio de Arquimedes, segundo o qual *“todo corpo submerso num fluido experimenta um empuxo vertical (direção) e ascendente (sentido) igual ao peso do volume de fluido deslocado”*. Este empuxo se denomina empuxo hidrostático (BELLOCH, 2006).

O desempenho do nadador também está relacionado à capacidade de produzir uma força de propulsão maior do que as forças resistivas. A eficiência propulsiva é a capacidade de superar as forças resistivas de maneira tal a gerar propulsão de modo mais econômico. A eficiência propulsiva (EP) pode ser interpretada como sendo um indicador da técnica. Quanto melhor for um nadador tecnicamente, melhor será a sua EP (SILVA et al., 2006). Para Vilas-Boas et al. (2001), a capacidade propulsiva consiste em uma das principais competências de um nadador competitivo e nela se entrecruzam as capacidades técnicas e as qualidades físicas que sustentam a expressão mecânica da própria força propulsiva.

Desde os Jogos Olímpicos de Sidney, em 2000, cada vez mais nadadores vêm utilizando, em competições, roupas de natação que reduzam o atrito (CHATARD E WILSON, 2008). A partir de então, se percebeu também um elevado número de quebra de recordes mundiais, o que antes se levava anos ou até décadas para acontecer. Nas Olimpíadas de Beijing em 2008, já não se viam atletas sem esse tipo de traje, sendo eles confeccionados por

diversas marcas. Nestes Jogos Olímpicos inúmeros novos recordes de campeonato e mundiais foram estabelecidos.

Os trajes de natação vêm sendo desenvolvidos cada vez mais na busca de melhorias no desempenho dos atletas. Para tanto, a tecnologia aplicada nas vestimentas tomou um importante espaço no ambiente da natação competitiva. Atualmente existem alguns estudos relacionados aos trajes, porém como, suas características vem modificando rapidamente ao longo dos anos, questiona-se de que maneiras os trajes podem interferir no desempenho do nadador.

2. OBJETIVOS

Objetivo Geral:

- Verificar a influência do traje de alta tecnologia *Blueseventy*[®] no desempenho em natação.

Objetivos Específicos:

- Comparar as variáveis cinemáticas do nado *crawl* com e sem o uso dos trajes.
- Comparar a duração das fases propulsivas e não propulsivas do nado *crawl* com e sem o uso dos trajes.
- Comparar o desempenho dos nadadores com e sem o uso dos trajes.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Desempenho em natação

Devido à complexidade do ambiente aquático, Pendergast *et al.* (2003) afirmam que a locomoção neste meio, sobretudo competitiva, oferece um interessante desafio à compreensão do movimento humano, cuja investigação vem sendo realizada, tradicionalmente, sob dois aspectos: (a) biomecânico, com métodos que visam à compreensão dos determinantes mecânicos do movimento (como forças e velocidades); e/ou (b) fisiológico, com métodos focados no estudo dos requerimentos energéticos necessários ao deslocamento no meio aquático (como consumo de oxigênio e lactacidemia).

De acordo com Toussaint e Truijens (2005), para nadar mais rápido é necessário, a um nadador, (1) habilidade em produzir energia capaz de gerar altas forças propulsivas; (2) habilidade em reduzir as resistências do meio, enquanto (3) é capaz de reduzir as perdas de força ao empurrar a água. Sob aspecto competitivo, o desempenho em natação pode ser descrito como a capacidade de nadar a distância prescrita, conforme as regras, no menor tempo possível. Para ter um bom entendimento da locomoção humana no meio aquático, é necessário conhecer que forças atuam quando este submerge em seu interior. A Figura 1 mostra as quatro forças que regem o nado do ser humano: a força peso e o empuxo hidrostático determinam a flutuabilidade do nadador, enquanto as forças propulsivas e de resistência determinam sua velocidade de nado (BELLOCH, 2006).

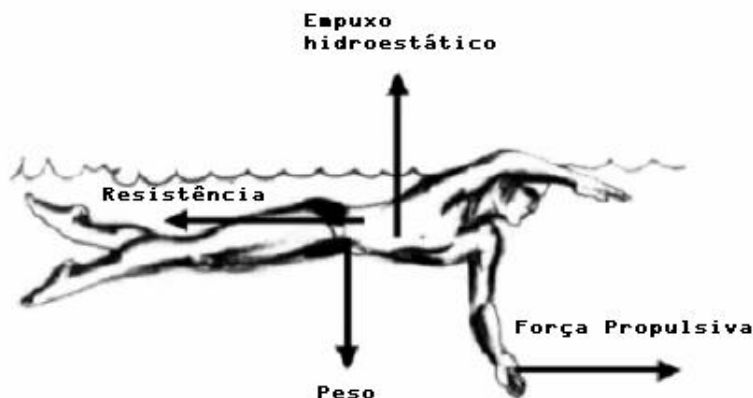


Figura 1 - Forças atuando em um nadador (BELLOCH, 2006).

3.2 Propulsão

Craig et al. (2006) afirmam que a distribuição mais uniforme possível das ações propulsivas ao longo do ciclo gestual representa um fator de eficiência de nado fundamental, dependendo não só das modalidades de criação de força propulsiva, da sincronização global e da possibilidade do nadador manter um baixo nível de arrasto nas fases não propulsivas do ciclo gestual. A posição do corpo do nadador na água é essencial em relação às forças resistivas e à propulsão final, determinantes da performance, o que pode refletir-se nos parâmetros cinemáticos do nado.

Até a década de 60 a técnica de nado que se aplicava, com uma puxada reta, era baseada na terceira lei de Newton, segundo a qual, para cada ação cria-se uma reação igual e de sentido contrário, deslocando o nadador para frente (COLWIN, 2000; STAGER e TANNER, 2008; UNGERECHTS, 1987; CASTRO, 2007).

Porém após diversas análises de nadadores que se destacavam por suas performances, se percebeu que a trajetória da mão não descrevia uma reta, e sim um trajeto curvilíneo. Segundo Belloch (2006), estudos de Brown e Counsilman postularam que os movimentos curvilíneos eram propulsivos por gerar a denominada força de elevação ou sustentação que se explicaria pelo denominado teorema de Bernoulli (*“a velocidade das partículas de um fluido e*

a pressão que estas exercem lateralmente, são valores inversamente proporcionais, isto é, que sua soma tende a permanecer constante”). O princípio de Bernoulli indica que quando aumenta a velocidade do fluido a pressão que o fluido exerce diminui e vice-versa. Conseqüentemente o gradiente de pressões que se gera cria uma força de sustentação.

Em 1971, os mesmos autores explicaram a propulsão gerada pelo movimento de palmateio, a partir da força de sustentação, separando as técnicas de propulsão utilizadas pelos nadadores em dois modelos: um baseado na força de resistência (pelo princípio da ação e da reação) e outro baseado na força de sustentação (pelo teorema de Bernoulli), o qual seria mais convincente para explicar os movimentos dos nadadores mais rápidos e eficientes (COUNSILMAN e BROWN, 1971). Conforme Counsilman (apud. COLWIN, 2000), a técnica utilizada baseada no princípio da ação e reação, com uma puxada reta da braçada, não é a mais eficiente, e em todos os nados a braçada é composta por pequenos movimentos de palmateio ou impulsos, que mudam de direção à medida que a mão se move num trajeto curvo ao longo da linha do movimento do nadador.

Em meados da década de 80 aparece uma nova perspectiva no estudo da propulsão que recebe o nome de hipótese “propulsiva dos vórtices” (COLWIN apud. BELLOCH, 2006). Esta hipótese surge como conseqüência do estudo do nado dos peixes e das correntes de água que são geradas durante os movimentos propulsivos, sendo a primeira vez que se aplicam conhecimentos de dinâmica de fluidos para explicar a propulsão humana durante o nado. Os vórtices surgem como conseqüência do princípio de conservação do momento e como conseqüência do gradiente de velocidades (e pressões) ao redor de um determinado perfil, segundo indica o teorema de Bernoulli (BELLOCH, 2006).

No estudo de Ungerechts (1987), a despeito da natureza do provável efeito propulsivo da água em rotação, pode ser estabelecido que vórtices ajam de duas maneiras distintas, aumentando torque e criando um campo de velocidade. Na natação competitiva, profissionais experientes sabem, há longo tempo, que uma pernada efetiva está relacionada a alta flexibilidade na articulação do tornozelo. Baseado na teoria do vórtice, esta inter-relação

poderia ser explicada. Melhor flexibilidade causa uma maior fase de deslocamento entre o movimento da perna e pé e produz um torque rotacional poderoso (UNGERECHTS, 1987).

3.3 Arrasto

É o termo para a resistência da água aos movimentos do nadador. As forças de arrasto sempre funcionam opostamente a direção de movimento do nadador. Quando um nadador move-se para frente, o movimento relativo da água será para trás, opondo resistência ao movimento do nadador por meio dela.

Principais aspectos que impedem o movimento de avanço do nadador (COLWIN, 2000):

- Resistência frontal, causada por uma oposição criada por ondas (o deslocamento do nadador para frente desencadeia um aumento nos distúrbios de pressão na água diante do corpo, resultando na resistência frontal);
- Resistência contracorrente, ou separação, é causada pela pressão da água sobre uma determinada região, que é insuficiente para forçar a água lateralmente para dentro e fazer com que ela percorra o corpo, especialmente em direção ao alinhamento dos pés;
- Resistência de forma (ou fricção da pele) é causada pela oposição da água na pele do nadador, que segundo Bixler (apud STAGER e TANNER, 2008), é responsável por 1/4 a 1/3 do arrasto total de um nadador em nível subaquático. Seu valor é dependente da quantidade de superfície em contato com a água, da viscosidade da água, do coeficiente de fricção da pele, cabelo e maiô, e da velocidade de nado (BELLOCH, 2006).

A redução da resistência de forma é um dos principais objetivos do uso dos trajes tecnológicos.

3.4 Flutuação e empuxo

Quando uma pessoa se introduz no meio aquático, e não realiza nenhum movimento, sua flutuabilidade depende de seu peso e do empuxo hidrostático: quando o peso for maior que o empuxo hidrostático, o objeto ou corpo se afundará e quando for menor ele boiará (BELLOCH, 2006). Conforme o mesmo autor, o peso e o empuxo hidrostático se aplicam em pontos diferentes: o peso se aplica no centro de gravidade, enquanto o empuxo hidrostático se aplica no centro de flutuação. Desta maneira, um corpo em posição ventral se vê submetido a um momento tensor (par de forças) que obriga o corpo a girar até que as linhas de ação das duas forças mencionadas atuem com a mesma linha de ação, o que ocorre quando o corpo fica em posição vertical e, sempre, com o centro de gravidade abaixo do centro de flutuação (BELLOCH, 2006).

Incrementos na flutuabilidade têm demonstrado estar relacionados ao sucesso na natação competitiva. Por exemplo, o aumento da flutuabilidade do nadador pode lhe proporcionar uma melhora efetiva de aplicação das forças propulsivas da pernada, pois devido ao deslocamento do centro de massa, haveria um menor gasto energético para manutenção do alinhamento corporal (BENJANUVATRA, DAWSON, BLANKSBY & ELLIOTT, 2002). Segundo o estudo de Cordain e Kopriva (1991), o aumento da flutuabilidade, devido ao traje utilizado, permite ao nadador um menor gasto energético pela manutenção da posição corporal do nadador, proporcionando um maior gasto na aplicação de forças propulsivas. Tal estudo, porém, foi realizado com roupas utilizadas nas provas de triatlon, com espessura de três milímetros. Sabe-se que os trajes atuais utilizados em competições de natação são muito mais finos, e dependendo da marca e do modelo, poderiam modificar a flutuação.

A roupa de neoprene, devido ao seu material de fabricação, que apresenta uma baixa densidade, tem uma grande flutuabilidade. No estudo de Cordain e Kopriva (1991) foi encontrada uma diminuição significativa na densidade corporal quando foi medida com a roupa de neoprene, sugerindo que o ganho de desempenho que este equipamento proporciona é em função do aumento na flutuabilidade. Interessantemente foi encontrada uma relação entre a composição corporal e o ganho de desempenho, ou seja os atletas

mais magros foram os que apresentaram maior ganho na performance, mostrando que quanto maior a fluabilidade natural do atleta menor será o efeito da roupa sobre a performance (De Lucas, sem ano).

De acordo com a regra da FINA (Federação Internacional de Natação), o efeito de fluabilidade do traje utilizado não pode ser maior do que 1 Newton (100 g).

3.5 O nado crawl

O estilo é caracterizado pela coordenação do tempo do braço e transições suaves de uma fase da braçada para outra. Por meio de seqüências de mudanças do nado, o corpo assume alinhamentos aerodinâmicos que reduzem a resistência e prolongam o movimento de propulsão que cada braçada desenvolve (COLWIN, 2000).

O estilo *crawl*, por ser o que apresenta as maiores velocidades de deslocamento e os menores valores de custo energético (MORÉ, 2003), é o mais utilizado nas provas de nado livre que, em piscina, variam entre as distâncias de 50 a 1500 m. O desempenho, em nadadores experientes, depende de uma alta freqüência e de um grande comprimento de braçadas e, mais importante ainda, de uma excelente combinação entre estas variáveis (ARELLANO et al. apud MORÉ, 2003).

O comprimento médio de braçadas (CB), a freqüência média de braçadas (FB), a velocidade média de nado (VN) e o índice médio de nado (IN) são as variáveis de avaliação do desempenho mais objetivas utilizadas pelos treinadores e atletas (CASTRO et al 2005). Outros estudos dividem o movimento de cada braçada em fases para uma melhor compreensão do movimento (CHOLLET et al. 1999; MORÉ, 2003; MAGLISCHO, 2003.). Tais estudos serão mais detalhadamente explicados no tópico a seguir.

3.6 Fases da braçada

De acordo com Colwin (2000), durante um ciclo completo de uma braçada, um nadador experiente ajusta continuamente a posição do corpo para

obter uma aerodinâmica otimizada. A coordenação precisa do tempo de cada impulso, combinada com uma boa aerodinâmica, irá melhorar a proporção entre propulsão e resistência do nadador.

Consta em Stager e Tanner (2008) que a direção da braçada em combinação com a orientação do braço e da mão determina qual a “forma” do deslocamento, influenciando assim o arrasto de forma. Além disso, eles também determinam como a força propulsora se divide em componentes de arrasto e de sustentação. Alguns pontos fundamentais relativos à propulsão da mão e do braço que devem ser destacados (STAGER & TANNER, 2008):

- O braço desempenha importante papel na propulsão;
- Seja qual for o ângulo de braçada a que o braço está se movendo, deve se manter a palma da mão voltada diretamente na direção dos pés, a fim de obter o máximo de propulsão;
- Existem muitas combinações de ângulos de braçada e de ataque que fornecem componentes propulsores oriundos das forças de arrasto e de sustentação. Uma combinação que resulta em forças iguais de sustentação e de arrasto fornece praticamente a mesma quantidade de força propulsora que uma combinação que fornece força propulsora com base em 100% de arrasto (o braço se desloca diretamente para trás). Entretanto, existem várias razões (água, tranquilidade, equilíbrio do corpo, alongamento da braçada) por que a braçada para trás pode não ser desejável.
- A aceleração é benéfica – ela aumenta a grandeza da força propulsora. A desaceleração é ruim – ela pode realmente resultar em propulsão negativa, mesmo que a mão e o braço ainda estejam se deslocando para trás. Se o nadador estiver “esgotado” ao final de uma prova, ele deve reduzir a velocidade inicial da braçada até o ponto que consiga manter o movimento acelerado durante a maior parte da braçada.

No nado *crawl*, um ciclo de braçadas é definido pela entrada de uma mão na água até a próxima entrada da mesma mão na água e é governado

pelas forças aplicadas pelo nadador no meio e pelas respostas de forças do meio sobre o nadador (CASTRO et al., 2005).

Maglischo (2003) propõe que a braçada completa deve ser dividida em seis diferentes fases. Por meio de filmagem subaquática nos planos sagital, transverso e frontal, o autor determina momentos que servem de referência para identificação do início e final de cada uma das partes.

- (1) Entrada da mão e extensão do braço à frente: esta fase compreende todo o intervalo entre a entrada da mão na água até a máxima extensão do braço à frente. Durante esta fase ocorre a rotação do tronco do nadador proporcionando uma posição anatomicamente mais adequada para a aplicação das forças nas fases seguintes.

- (2) Varredura para baixo: fase correspondente ao movimento para baixo feito após a extensão do braço e antes da posição de apoio da mão à frente. Nesta fase o braço descreve uma trajetória curvilínea para frente e para baixo. O corpo do nadador permanece na posição de rotação adotada anteriormente.

- (3) Apoio da mão na água: após o movimento para baixo e imediatamente antes do movimento propulsivo de varredura para dentro a mão do nadador estará em uma posição razoavelmente profunda.

- (4) Varredura para dentro: é a primeira das duas fases propulsivas da braçada. Nesta fase o braço e a mão descrevem uma trajetória para trás e em direção a linha média do corpo do nadador. A “puxada” para dentro pode ser executada de forma longa, com a mão ultrapassando a linha média do corpo do nadador, moderada, quando a execução do movimento para trás é realizada sob a linha média do corpo do nadador, e curta onde a mão passa lateralmente em relação a linha média do corpo durante o movimento para trás.

- (5) Varredura para cima: é a segunda e última fase propulsiva da braçada. O braço descreve, nesta fase, um movimento de empurrada para trás e para “fora”, afastando-se da linha média do corpo do nadador. A varredura para cima termina com a retirada da mão da água.

- (6) Recuperação: a fase de recuperação da braçada inicia quando a mão deixa a água, ao longo do corpo do nadador, e termina quando a mesma

mão torna a ter contato com a água, à frente do corpo do nadador. Segundo Maglischo (2003), por não se tratar de uma fase propulsiva da braçada, o nadador deve buscar executá-la de maneira rápida e com o menor gasto energético possível.

Em um estudo sobre coordenação do nado *crawl*, Chollet, Chalies e Chatard (2000) dividiram a braçada do estilo *crawl* em quatro fases para uma análise da duração de cada fase, comparando-as em diferentes velocidades de nado. O critério para determinação de cada fase da braçada, descrito pelos pesquisadores foi o seguinte:

Fase A: Entrada da mão até o final do apoio.

Fase B: Final do apoio e início do movimento da mão para trás, até que a mão se encontre posicionada verticalmente em relação ao ombro.

Fase C: Do momento em que a mão está posicionada verticalmente em relação ao ombro, até a saída da mão da água.

Fase D: Recuperação aérea da braçada. Da saída da mão até a próxima entrada da mesma na água.

Outras variáveis que também são freqüentemente medidas por estudiosos da área são: a distância percorrida por ciclo (DC), a freqüência de ciclos de braçada (FC), as quais determinam a velocidade de nado (VN) (COLWIN, 2000). A distância por ciclo de braçada é influenciada pelas forças aplicadas sobre e pelo nadador na água e definida como a distância, em metros, que o corpo do nadador se desloca para frente durante cada ciclo de braços. Quanto à FC, esta é definida como um valor que expressa o número de ciclos efetuados pelo nadador a cada unidade de tempo (HAY E GUIMARÃES, 1983) e depende do tempo que o nadador gasta na fase propulsiva e na recuperação de cada braço (CASTRO, 2007).

3.7 Trajes tecnológicos

A natação competitiva tem constantemente apresentado inovações para cada vez mais obter uma melhora no desempenho dos atletas. A utilização dessas inovações parece promover uma melhora tanto durante o treinamento,

quanto durante a competição. Pode-se citar como inovações o desenvolvimento de piscinas que propiciam a melhora do desempenho do nadador, a utilização de câmeras subaquáticas, a realização de análises biomecânicas do nado, os trajes utilizados durante as competições, entre tantas outras. Na última década, principalmente, surgem cada vez mais novos trajes de competição desenvolvidos pelas recentes pesquisas tecnológicas.

Depois que a Speedo® introduziu o traje de natação Fastskin® nos Jogos Olímpicos de 2000, houve um dilúvio de aclamações e acusações, além de manobras política por parte de vários membros da comunidade mundial de natação. Todos tinham uma opinião, informada ou não, sobre os trajes de natação (STAGER & TANNER, 2008).

Conforme os mesmos autores, a superfície do traje de natação Fastskin®, foi projetada para imitar a pele de tubarões (as escamas do tubarão denominadas dentículos dérmicos, começam com uma haste que brota da pele e se espalha com uma forma semelhante a uma folha sobre a pele do tubarão. São pequenas e densamente agrupadas). Na década de 60, estudiosos de aerodinâmica iniciaram experimentos com superfícies que continham barbatanas ou ranhuras microscópicas na superfície, semelhante às dos tubarões de nado rápido. Tais experimentos concluíram que essas ranhuras poderiam diminuir o arrasto de fricção da pele, se tivessem o tamanho, a forma e espaçamento corretos para as condições de fluxo. É necessário observar que a redução de arrasto se aplica apenas ao arrasto de fricção da pele, e não ao arrasto total (STAGER & TANNER, 2008; BELLOCH, 2006). Segundo Starling (apud CHATARD e WILSON, 2008), a redução do arrasto passivo é benéfico para os nadadores, possibilitando o aumento da velocidade de nado para o mesmo gasto energético.

Estudos vêm sendo desenvolvidos com o propósito de identificar e analisar as influências dos trajes no desempenho dos atletas. Chatard e Wilson (2008), em um estudo realizado com 14 nadadores, mensuraram e compararam o desempenho, o arrasto passivo e o consumo energético de cada nadador com e sem o uso dos trajes, utilizando três modelos de trajes: (1) completo (C), cobre desde os ombros até os tornozelos; (2) *leg* (L), cobre da linha do quadril até os tornozelos; (3) normal (N) (sungá). Foram analisados o

consumo de oxigênio, o arrasto passivo, o lactato sanguíneo e esforço percebido para seis distâncias, de 25 a 800m, em máxima intensidade. Os resultados apresentados foram: melhora de $3,2\% \pm 2,4\%$ no desempenho nas seis distâncias quando comparados os trajes C e L com o N. Sendo que a melhora do L foi significativamente menor ($1,8\% \pm 2,5\%$, $p < 0,01$) quando comparado ao C. O esforço percebido foi menor com os trajes C e L quando comparados com o N, não havendo diferença significativa entre C e L. Houve uma diminuição do arrasto e do consumo energético com C e L quando comparados ao N; entretanto, não houve diferença significativa entre C e L para o arrasto e para o consumo de oxigênio.

No estudo de Roberts *et al.* (2003), com objetivo de examinar os efeitos do uso do FastSkin[®] (FS), foram comparados os resultados de testes realizados em três intensidades diferentes (moderada, moderadamente forte e forte) com e sem o uso do traje. Foram analisados o consumo de oxigênio, a concentração de lactato sanguíneo e o esforço percebido. Os nadadores realizaram o teste em velocidades mais elevadas quando utilizaram a FS, porém desta forma também mostraram incrementos no consumo de oxigênio e no lactato sanguíneo. Não foram encontradas diferenças significativas em relação ao arrasto. Quanto à flutuação, conforme o estudo, com o FS a flutuabilidade foi menor em relação ao traje normal.

Mollendorf *et al.* (2004), em um estudo sobre o arrasto, compararam o efeito de cinco modelos diferentes de trajes: completo (C) ombros-tornozelo, /leg (L) quadril-tornozelo, ombro-jelho (OJ), quadril-jelho (QJ) e o normal (N). Em relação ao arrasto total, os modelos foram ranqueados da seguinte maneira: OJ, C, L, QJ e N. Os pesquisadores classificaram três tipos de arrasto, de pressão, de onda e de fricção, analisando os efeitos em cada modelo. Concluíram que a diminuição do arrasto de fricção na parte superior do corpo (tórax/abdômen), com o uso dos trajes, pode causar a redução do arrasto de pressão e de onda do nadador, o que resultaria numa melhora do desempenho do atleta.

No estudo de Benjanuvattra *et al.* (2002), comparando a flutuabilidade e forças de arrasto, com e sem o uso do traje FastSkin[®] (completo, com mangas), observou que o arrasto foi menor com o FastSkin[®] sem causar diferença na

flutuabilidade, porém neste estudo o traje utilizado foi o completo com mangas, e conforme as regras recentes estabelecidas pela FINA o traje não pode cobrir além dos ombros do nadador.

Também em relação à flutuabilidade, Parsons e Day (1986), em um estudo com 16 triatletas, verificaram alterações do desempenho em natação, utilizando trajes de neoprene. Sabe-se que roupas de neoprene auxiliam tanto na flutuabilidade como na manutenção da temperatura corporal. O teste consistia em nadar durante 30 minutos, uma vez pela manhã e outra à tarde, sendo uma vez com o traje e uma vez sem. Com o traje o desempenho foi significativamente melhor, porém não se sabe se a melhora foi devido à flutuabilidade do traje, ou se foi pelo auxílio da manutenção da temperatura corporal (um dos principais motivos para utilização dos trajes). Cordain e Kopriva (1991), também utilizando roupas de neoprene, compararam o desempenho de 14 atletas em testes de 400 m e 1500 m, e mensuraram a densidade corporal, também com e sem o traje. Os resultados apresentaram melhora do desempenho e diminuição da densidade corporal com o uso do traje. O estudo concluiu que a melhora do desempenho pode ser causada por um menor gasto energético para manutenção do alinhamento corporal, possibilitando uma maior aplicação de energia nas fases propulsivas de nado.

Outro aprimoramento sofrido pelos trajes de natação foi a mudança do tipo de costura e até mesmo dos padrões de tecido a fim de que acompanhassem o caminho feito pela água ao longo do corpo do nadador (STAGER E TANNER, 2008). Sabe-se que os trajes desenvolvidos mais recentemente foram desenvolvidos de forma a não apresentarem mais costuras.

Objeto de inúmeras discussões no mundo da natação, os “super maiôs”, como têm sido chamados os trajes de alta tecnologia, vêm gerando diversas polêmicas a seu respeito. Um dos motivos é o alto valor de compra do material, restringindo seu uso a poucos atletas, geralmente patrocinados, ou de maior poder aquisitivo. Sua fragilidade também é questionada, freqüentemente se vêem trajes que se rompem causando sua inutilização e um prejuízo ao proprietário. Outro motivo de discussão é que o surgimento de cada vez mais tipos de trajes têm tirado o foco sobre os nadadores, tendo mais importância

saber, por exemplo, qual traje o atleta estava utilizando. Devido à possível influência nos resultados obtidos com o seu uso, questiona-se de que maneira o traje pode interferir no desempenho do nadador.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Caracterização do estudo

Esta pesquisa se caracterizou como de corte transversal, ex-pos-facto, em modelo descritivo e comparativo.

4.2 População e amostra

A população deste estudo foi de nadadores competitivos, federados, de ambos os sexos, do estado do Rio Grande do Sul. A amostra foi formada por conveniência, a partir do número de nadadores que possuíam os trajes de alta tecnologia, que estiveram dispostos a participar desta pesquisa e se enquadravam nos critérios de inclusão da mesma. O número total de participantes foi de seis atletas (idades: $16,6 \pm 2$ anos, massa: $67,8 \pm 5,9$ kg, estatura: $1,74 \pm 0,05$ m, envergadura: $1,84 \pm 0,05$ m).

4.2.1 Critérios de inclusão

Estar treinando normalmente, com objetivos competitivos em nível nacional. Não apresentar lesão ósteo-mio-articular que possa interferir na técnica de nado. Ter, no mínimo, quatro anos de experiência na modalidade. Possuir traje de natação de alta tecnologia e estar habituado a ele.

4.2.2 Condições éticas

Os participantes foram convidados a participar deste estudo, quando foram esclarecidos dos riscos e benefícios dos mesmos. Foi fornecido um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Anexo 1) e este projeto foi avaliado e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFRGS (nº 2008160).

4.3 Variáveis

Independentes:

- Tipo de traje utilizado.
- Trecho de 25 m dos 50 m.

Dependentes:

- Fases da braçada, descritas em quatro partes de acordo com Chollet *et al.* (2000).
- Desempenho obtido em 50 metros em nado *crawl*, uma vez com e uma vez sem o traje, expresso pelo tempo total em segundos (s);
- Variáveis biomecânicas do nado, frequência e distância média de ciclo de braçadas.

Intervenientes:

- Nível de condicionamento dos participantes, relacionado aos treinamentos realizados à época das coletas de dados;
- Nível de motivação dos mesmos em realizar um esforço máximo.

De caracterização da amostra:

- Características antropométricas dos participantes.

4.4 Protocolos

4.4.1 Mensuração do desempenho e das variáveis biomecânicas do nado

Para mensuração do desempenho, foi realizado o seguinte protocolo:

Após aquecimento de 800 metros realizado em baixa intensidade, em uma piscina de 25 m, coberta e aquecida (29-30°C), cada nadador foi orientado a realizar individualmente um teste de 50 metros em máxima velocidade, com saída a partir da borda da piscina. Sendo cronometrado a partir de um sinal de partida até que o nadador completasse a metragem tocando na borda. Após

um intervalo de 20 minutos, foi realizado o outro teste de 50 metros também em máxima velocidade. Sendo que em um dos testes o nadador utilizou o traje tecnológico e no outro não. O momento de uso do traje foi determinado por sorteio. O traje utilizado foi o da marca *Blueseventy*®, modelo que cobre dos ombros até os tornozelos (figura 2).



Figura 2 – Traje da marca *Blueseventy*®.

A obtenção das imagens foi realizada no plano sagital, a uma frequência de amostragem de 30 Hz, utilizando-se duas câmeras filmadoras previamente sincronizadas por meio de um sinal luminoso (Sanyo, Câmera VPC – WH1/Xacti). As filmadoras estavam posicionadas uma em cada borda lateral da piscina, submersas a aproximadamente 30 cm da superfície da água. O deslocamento das filmadoras, ao longo da borda lateral da piscina, foi realizado por meio de carrinhos e trilhos.

A determinação da duração de cada uma das fases da braçada foi obtida por meio da análise quadro a quadro dos vídeos. Para isso, foi utilizado o *software* VirtualDub (versão 1.6.17).

Anteriormente à aplicação do protocolo de desempenho, foram obtidas as características antropométricas dos nadadores: estatura, massa e envergadura.

4.5 Processamento dos dados

Foram comparados os desempenhos obtidos, com e sem o traje, pelo tempo expresso em segundos. A análise da braçada foi realizada utilizando-se as imagens obtidas pelas câmeras submersas. Desta forma a braçada pôde ser dividida em quatro fases e analisada por dois avaliadores. Para o cálculo da duração das fases da braçada do nadador, os quadros foram convertidos em unidade de tempo. Cada quadro representou 0,03 s. O critério para determinação de cada fase da braçada foi o descrito por Chollet *et al.* (2000):

Fase A: Entrada da mão até o final do apoio.

Fase B: Final do apoio e início do movimento da mão para trás, até que a mão se encontre posicionada verticalmente em relação ao ombro.

Fase C: Do momento em que a mão está posicionada verticalmente em relação ao ombro, até a saída da mão da água.

Fase D: Recuperação aérea da braçada. Da saída da mão até a próxima entrada da mesma na água.

Assim, foi possível dividir a braçada em duas principais fases: Fase propulsiva (FP), que representa o somatório das fases B e C, e fase não propulsiva (FnP), que representa o somatório das fases D e A. A duração dessas fases foram representadas em valores absolutos expressos em segundos.

4.6 Análise estatística

As variáveis foram expressas na forma de média ou mediana e desvios ou erros padrão. A normalidade dos dados foi testada (teste de Shapiro-Wilk). Foram aplicadas, a fim de se verificar os efeitos principais dos fatores traje (com e sem) e trecho (primeiro e segundo 25 m dos 50 m) ANOVA para medidas repetidas em modelo 2x2. Para comparações específicas, quando houve interação, testes t de Student para dados pareados foram aplicados. Foi considerado nível de significância de 5% em todas as análises, que foram realizadas no programa SPSS, v. 15.0.

4.7 Orçamento

Todos os materiais necessários para a realização deste estudo são de propriedade da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, estando à disposição da pesquisa no Laboratório de Pesquisa do Exercício da Escola de Educação Física. Os custos de papel e impressão foram assumidos pelos pesquisadores. Os trajes utilizados são de propriedade dos atletas avaliados.

5. RESULTADOS

5.1 Desempenho

O desempenho obtido nos diferentes trechos do teste, bem como o desempenho final nas diferentes condições são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Desempenho apresentado durante os testes sob as condições sem traje e com traje (média \pm desvio-padrão). Asteriscos representam as diferenças com e sem traje.

	Tempo 0 – 25 m (s)	Tempo 25 – 50 m (s)	Tempo total (s)
Sem traje	13,6 \pm 1,0*	14,1 \pm 0,9**	27,9 \pm 1,8***
Com traje	13,1 \pm 0,9*	13,7 \pm 0,8**	26,9 \pm 1,7***

Independente da condição, com ou sem traje, os sujeitos apresentaram um melhor desempenho no trecho entre 0 e 25 m, quando comparado ao trecho entre 25 e 50 m ($F(1, 5) = 23,736$; $p = 0,005$; $ETA^2 = 0,82$). Quanto ao efeito da utilização do traje, foram observadas diferenças significativas sobre o desempenho apresentado nos trechos de 25 m ($F(1, 5) = 56,824$; $p = 0,001$; $ETA^2 = 0,91$). Com a utilização do traje os sujeitos apresentaram um desempenho final superior ao desempenho obtido sem a utilização dos mesmos ($t(5) = 7,07$; $p = 0,001$). A melhora de desempenho nos 50 m foi de 3,5%, em média.

5.2 Freqüência média de ciclos e distância média percorrida por ciclo

Entre o primeiro e o segundo trecho de 25 metros, independente da utilização do traje, foi encontrado uma diminuição significativa nos valores de FC ($F(1, 5) = 14,437$; $p = 0,013$; $ETA^2 = 0,743$) sem alterações nos valores de DC ($F(1, 5) = 5,183$; $p = 0,072$; $ETA^2 = 0,509$). Com relação à influência do traje sobre estas variáveis, não houve diferenças nos valores de FC ($F(1, 5) = 0,258$; $p = 0,633$; $ETA^2 = 0,049$). Quanto ao comportamento da DC, independente do trecho percorrido foi observado um aumento significativo na

condição com traje ($F(1, 5) = 7,58$; $p = 0,04$; $ETA^2 = 0,60$). Os resultados são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Frequência média de ciclos e distância média percorrida por ciclo de braçadas ao longo dos testes sob as condições sem traje e com traje (média \pm desvio-padrão).

	Trecho	FC (Hz)	DC (m)
Sem traje	0 – 25 m	0,95 \pm 0,13	1,96 \pm 0,21
	25 – 50 m	0,87 \pm 0,10	2,05 \pm 0,17
Com traje	0 – 25 m	0,95 \pm 0,13	2,03 \pm 0,24
	25 – 50 m	0,88 \pm 0,09	2,09 \pm 0,17

5.3 Duração absoluta das fases da braçada

Entre o primeiro e o segundo trecho de 25 m houve um aumento significativo da duração das fases A ($F(1, 5) = 9,146$; $p = 0,029$; $ETA^2 = 0,647$), C ($F(1, 5) = 7,811$; $p = 0,108$; $ETA^2 = 0,610$), D ($F(1, 5) = 7,000$; $ETA^2 = 0,583$), FP ($F(1, 5) = 9,441$; $p = 0,028$; $ETA^2 = 0,654$), FnP ($F(1, 5) = 19,612$; $p = 0,007$; $ETA^2 = 0,797$). Não foram encontradas diferenças na fase B entre os trechos ($F(1, 5) = 3,817$; $p = 0,108$; $ETA^2 = 0,433$). Os resultados são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 - Efeito dos trechos do teste sobre a duração absoluta das fases da braçada (média \pm erro-padrão).

	A (s)	B (s)	C (s)	D (s)	FP (s)	FnP (s)
0 – 25 m	0,21 \pm 0,04	0,29 \pm 0,01	0,23 \pm 0,01	0,34 \pm 0,01	0,52 \pm 0,02	0,56 \pm 0,05
25 – 50 m	0,24 \pm 0,04	0,31 \pm 0,01	0,25 \pm 0,01	0,37 \pm 0,01	0,56 \pm 0,01	0,61 \pm 0,04

Com a aplicação da ANOVA para medidas repetidas, não foram observadas diferenças entre as condições sem traje e com traje para a duração das fases A ($F(1, 5) = 3,596$; $p = 0,116$; $ETA^2 = 0,418$), B ($F(1, 5) = 0,357$; $p = 0,576$; $ETA^2 = 0,067$), C ($F(1, 5) = 0,15$; $p = 0,907$; $ETA^2 = 0,003$), D ($F(1, 5) = 2,727$; $p = 0,160$; $ETA^2 = 0,353$), FP ($F(1, 5) = 0,94$; $p = 0,771$; $ETA^2 = 0,19$) e FnP ($F(1, 5) = 3449$; $p = 0,122$; $ETA^2 = 0,408$). Os resultados são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 - Efeito da utilização do traje sobre a duração absoluta das fases da braçada (média \pm erro-padrão).

	A (s)	B (s)	C (s)	D (s)	FP (s)	FnP (s)
Sem traje	0,22 \pm 0,04	0,30 \pm 0,01	0,24 \pm 0,00	0,35 \pm 0,01	0,54 \pm 0,01	0,57 \pm 0,05
Com traje	0,23 \pm 0,04	0,30 \pm 0,01	0,24 \pm 0,01	0,36 \pm 0,01	0,54 \pm 0,02	0,59 \pm 0,05

No entanto, para as fases da braçada em que houve interação entre os trechos e a condição de traje utilizado, foram aplicados testes t de Student para dados pareados, comparando-se cada um dos trechos nas condições sem traje e com traje. Assim, no primeiro trecho de 25 m, não houve diferenças na duração das fases da braçada. Já durante o segundo trecho, com a utilização dos trajes, foram encontradas diferenças na duração da fase A ($p = 0,041$) e FnP ($p = 0,033$), foi observado uma diminuição da duração dessas fases. Os valores são apresentados na Tabela 5.

Tabela 5- Duração absoluta das fases da braçada ao longo dos testes nas situações sem utilização do traje e com utilização do traje (média \pm desvio-padrão).

	Trecho	A (s)	B (s)	C (s)	D (s)	FP (s)	FnP (s)
Sem traje	0 – 25 m	0,22 \pm 0,09	0,29 \pm 0,03	0,24 \pm 0,02	0,35 \pm 0,02	0,53 \pm 0,05	0,56 \pm 0,12
	25 – 50 m	0,25 \pm 0,10	0,30 \pm 0,02	0,25 \pm 0,02	0,38 \pm 0,01	0,55 \pm 0,04	0,63 \pm 0,11
Com traje	0 – 25 m	0,21 \pm 0,09	0,29 \pm 0,03	0,23 \pm 0,02	0,34 \pm 0,04	0,52 \pm 0,04	0,56 \pm 0,12
	25 – 50 m	0,23 \pm 0,09	0,31 \pm 0,02	0,25 \pm 0,01	0,36 \pm 0,02	0,56 \pm 0,03	0,59 \pm 0,10

6. DISCUSSÃO

Este estudo teve como objetivo verificar a influência de trajes de alta tecnologia no desempenho em natação, comparando o desempenho dos nadadores em cinquenta metros e a duração das fases propulsivas e não propulsivas do nado *crawl* com e sem o traje da marca Blueseventy®.

Houve melhora do desempenho (3,5%) com o uso do traje, o que vai ao encontro dos resultados do estudo de Chatard e Wilson (2008) que, utilizando trajes que vão dos ombros até os tornozelos e da cintura até os tornozelos, compararam o desempenho, o arrasto passivo e o consumo energético de cada nadador com e sem o uso destes trajes, e verificaram uma melhora de $3,2\% \pm 2,4\%$ no desempenho. Segundo o estudo, esta melhora no desempenho pode ser por consequência da diminuição do esforço percebido, do consumo energético e do arrasto, um dos principais objetivos do uso dos trajes tecnológicos. Outros estudos (MOLLENDORF *et. al* 2004; BENJANUVATRA *et. al* 2002) também observaram uma diminuição do arrasto como consequência do uso dos trajes, fator que pode influenciar no desempenho. Ambos os estudos utilizaram os trajes FastSkin® da marca Speedo®, em diversos modelos (corpo inteiro, corpo inteiro sem mangas, ombros até joelhos, quadril até tornozelo e quadril até joelho). Este tipo de traje, porém, difere na composição tecidual quando comparados aos trajes Blueseventy®, pois não possuem poliuretano, apenas poliéster e lycra.

Os estudos de Cordain e Kopriva (1991) e de Parsons e Day (1986), sugerem que a melhora do desempenho está diretamente relacionada ao aumento da flutuabilidade proporcionada pelo traje. Estes autores realizaram os estudos com trajes de neoprene, material que devido à baixa densidade, apresenta grande flutuabilidade. O presente estudo apresenta grande similaridade quanto ao traje, uma vez que a composição do traje utilizado apresenta 75% *nylon* e 25% PU-CR (poliuretano responsável pela flutuabilidade), enquanto que os maiôs ou sungas comuns não possuem este tipo de material em sua composição. De acordo com Benjanuvattra, Dawson, Blanksby & Elliott (2002) e Cordain e Kopriva (1991), o aumento da flutuabilidade permite um menor gasto energético para manutenção da posição

corporal do nadador, proporcionando um maior gasto na aplicação de forças propulsivas.

Com relação ao aumento da DC e manutenção da FC com o traje, considerando que a velocidade de nado é o produto entre FC e DC, obteve-se um maior valor de velocidade de nado. Caputo *et al.* (2000) referem que o nadador que apresentar, para uma mesma velocidade de deslocamento, uma maior DC será o mais eficiente, indicando uma melhor técnica de nado, e possivelmente um menor gasto energético. Conforme Castro (2007), em um estudo sobre determinantes do desempenho para os 200m nado livre, quando diferentes nadadores, executando o mesmo nado, a uma mesma velocidade, apresentam diferentes valores de DC, aquele que consegue atingir maiores valores de DC e, conseqüentemente, menores valores de FC é, normalmente, apontado como tendo melhores indicadores técnicos, e, possivelmente, maior potencial de desempenho. No estudo de Roberts, Kamel, Hedrick, McLean, Sharp. (2003) realizado com dez atletas, utilizando trajes FastSkin® da Speedo®, houve um aumento de 3-5% na DC quando comparados aos trajes normais, e não apresentou diferença significativa na FC.

“Houve melhora da posição do nadador em cima d’água, redução da resistência. Tivemos melhora na distância por braçada dos atletas, diminuição da freqüência de ciclo de braçada. Tudo fruto da melhor e mais alta posição do nadador na água, resultando em menor resistência de arrasto.” (Pussieldi, 2009).

Quanto ao efeito do traje, esperava-se que houvesse uma maior duração na fase propulsiva, o que não se confirmou. Os resultados apresentaram uma menor duração da fase A quando utilizado o traje, ocasionando uma redução significativa da duração da fase não propulsiva, o que indica que há possivelmente uma influência sobre o índice de coordenação de nado (IdC). O IdC proposto por Chollet *et al.* (2000) representa o tempo entre o final da fase propulsiva de uma braçada e o início da fase propulsiva da braçada subseqüente, sendo quantificado por meio do percentual da duração total da braçada. Silveira (2008) em um estudo realizado com 14 indivíduos (sete velocistas e sete fundistas), realizando um teste de 50 metros em máxima intensidade, tendo como objetivo descrever e comparar o comportamento do

IdC e a duração das fases da braçada, observou que a variação na duração da fase A, expressa em valores percentuais da duração total da braçada, refletia a variação do IdC entre os dois trechos de 25 metros.

Em todos os testes, com e sem o traje, houve um aumento na duração das fases A, C, D, FP e FnP durante o segundo trecho. Esta diferença era esperada, refletindo a adaptação da técnica de nado em decorrência dos mecanismos de fadiga. Seifert *et al.* (2005) verificaram um comportamento similar ao longo de uma prova de 100 m nado, na qual os nadadores apresentaram um aumento na duração da fase A do primeiro trecho de 25 m para os demais, mostrando uma relação negativa e significativa entre duração das fases não propulsivas e velocidade de nado. Sugere-se que o traje tenha uma influência mais expressiva sobre a parte final da prova. Esta afirmação pode ser reforçada conforme o relato de alguns atletas;

“Quando canso não preciso fazer força para me manter em cima d’água, a “roupa” ajuda bastante”.(L.M., atleta finalista brasileira dos 800 e 1500m nado livre).

O estudo de Albery, Sidney, Pelayo e Toussaint (2008), realizado com 10 nadadores, analisou o efeito da duração do exercício sobre as variáveis de FC, DC e as fases da braçada. Para tal estudo os nadadores realizaram testes de tempo até a exaustão, em intensidades relativas a 95%, 100% e a 110% da velocidade média da prova de 400 metros. Como conclusão do estudo, foi observado que, em decorrência da fadiga, pode ocorrer aumento da FC, diminuição da DC, diminuição da duração das fases não propulsivas da braçada, mantendo-se a duração das fases propulsivas.

Outro aspecto a ser considerado, é sobre a manutenção na duração das fases propulsivas da braçada quando comparadas as situações sem traje e com traje. No entanto, como houve uma maior DC quando utilizado o traje, provavelmente os nadadores tenham apresentado uma maior eficiência na aplicação de força ao longo de uma mesma duração destas fases. Seifert *et al.* (2005) observaram um aumento na duração das fases propulsivas da braçada, ao longo de uma prova de 100 m, sugerindo que esta adaptação da técnica seja representativa de uma menor velocidade de deslocamento da mão e maior dificuldade em superar o arrasto ativo, o que não é eficiente. A eficiência

propulsiva da braçada é dependente da combinação entre uma elevada velocidade de deslocamento da mão e a sua trajetória correta durante as fases propulsivas, desenvolvendo maiores picos de força (TOUSSAINT e BEEK, 1992).

Há também o fator da compressão do corpo, e este talvez seja um dos maiores determinantes nos resultados e recordes dos últimos anos. Este aspecto deu aos atletas uma melhor postura na água, alinhou os corpos e deixou-os mais atléticos. O fator da compressão conseguiu dar aos nadadores um efeito de melhor postura na água reduzindo e muito os efeitos da resistência com melhora na parte técnica, principalmente nas partes finais das provas onde os atletas perdem com mais intensidade a qualidade da técnica e o alinhamento na água (Pussieldi, 2009). O estudo de Kainuma (2009) propõe que os trajes LZR Racer[®] da Speedo[®], principais responsáveis pela quebra de recordes em 2008, podem modificar os sistemas fisiológicos através de um mecanismo alternativo, onde a compressão do traje afetaria a circulação sanguínea, de maneira a acelerar o sistema glicolítico-anaeróbio, promovendo um incremento instantâneo de força, influenciando principalmente em provas de velocidade. Segundo o autor, a compressão do traje LZR Racer[®] foi desenvolvida de maneira a ajudar o nadador a manter uma melhor posição de nado, reduzir a resistência da água, sem perder flexibilidade e movimentação. Os trajes mais recentes promovem uma compressão tão grande, que para colocá-lo alguns atletas levam até 40 minutos, devido a pouca elasticidade do material.

Uma limitação associada aos resultados encontrados neste estudo pode ser o efeito psicológico da utilização do traje sobre o desempenho. Mesmo tendo-se o cuidado da realização em ordem aleatória dos esforços máximos e o cuidado de se estimular verbalmente os atletas de igual forma, nas repetições com e sem o traje, como a mídia vem afirmando, sem bases científicas, que a utilização dos trajes melhora o desempenho, apenas sua colocação pode fazer com que o nadador imprima maiores forças ou observe mais a técnica quando os estiver utilizando.

Em relação aos dados obtidos, ainda será realizada a análise da duração relativa das fases em relação à duração total dos ciclos, junto com a obtenção dos dados de índice de coordenação.

Por uma decisão da FINA, a partir do ano de 2010 em competições oficiais de natação, estará proibido o uso deste tipo de traje, e somente serão permitidos em competições de águas abertas. Este fato levou a uma série de discussões, pela grande repercussão causada com a melhora do desempenho. Estabeleceram-se muitos novos recordes mundiais com a utilização desses trajes (mais de 60, em piscina de 50m, e mais de 50 em piscina de 25m, somente em 2009). Inevitável a afirmação de que o traje auxilia no rendimento.

CONCLUSÃO

Pode se concluir, com os dados obtidos que o traje de alta tecnologia que cobre dos ombros até os tornozelos, da marca Blueseventy[®], influencia no desempenho. Com a utilização do traje, parece haver um aumento da distância percorrida por ciclo, sem uma redução da frequência, resultando em uma maior velocidade de nado. Uma menor duração absoluta das fases não propulsivas da braçada foi observada na metade final do teste, quando utilizado este traje. Fatores como a flutuabilidade e a compressão também devem ser considerados determinantes na melhora da técnica e postura durante toda a prova.

REFERÊNCIAS

Alberty, M., Sidney, M., Pelayo, P., Toussaint, H. M. Stroking Characteristics during Time to Exhaustion Tests. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. vol. 41, nº. 3, pp. 637-644. (2009)

Belloch, S.P A Análise Biomecânica em Natação. Faculdade de Ciências da Atividade Física e o Esporte. Universitat de Valencia. Artigo Disponível on line via: http://www.notinat.com.es/docs/analisi_biomecanico_en_natacion.pdf. 11/02/2006. (Acesso: 15/06/09)

Benjanuvatra, N., Dawson, G., Blanksby, B.A., & Elliott, B.C. Comparison of buoyancy, passive and net active drag forces between Fastskin TM and standard swimsuits. *Journal of Science and Medicine in Sport*. vol. 5, nº2, pp. 115-123. (2002)

Caputo, F.; Lucas, R.D.; Greco, C.C.; Denadai, B.S. Características da braçada em diferentes distâncias no estilo crawl e correlações com a performance. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*, Brasília, vol. 8, nº3, pp.7-13. (2000)

Castro, F. A. de S. Determinantes do desempenho na prova de 200 m nado livre. Porto Alegre: UFRGS. Tese de doutorado, Escola de Educação Física, Programa de pós-graduação em ciência do movimento humano, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.(2007)

Castro, F. A. S.;Guimarães, A. C. S.;Moré, F. C.;Lammerhirt, H. M.;Marques, A.C. Cinemática do nado crawl sob diferentes intensidades e condições de respiração de nadadores e triatletas. Escola de Educação Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Educação Física e Esporte.*, São Paulo. Vol. 19, nº3, pp. 223-32, jul./set. (2005)

Chatard, J. C.; Wilson, B. Effect of Fastskin Suits on Performance, Drag, and Energy Cost of Swimming. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. Vol. 40, nº 6, pp. 1149-1154. (2008)

Chollet, D., et al., *Evaluation of arm-leg coordination in flat breaststroke*. *International Journal of Sports Medicine* vol. 25, nº7, pp. 486-95. (2004)

Chollet, D.; Challes, S.; Chatard, J. C. A new index of coordination for the crawl: description and usefulness. *International Journal of Sports Medicine*. vol. 21, nº1, pp. 54-9. (2000)

Colwin, C. M. *Nadando para o século XXI*. São Paulo: Manole. (2000)

Corazza, S.T.; Pereira, E.F; Villis, J.M.C.; Katzer, J.I.; Criação e Validação de um Teste para Medir o Desempenho Motor do Nado Crawl. Universidade Federal de Santa Maria. Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano. Departamento de Métodos e Técnicas Desportiva. *Revista Brasileira de Cineantropometria Desempenho Humano*. vol. 8, nº3, pp. 73-78. (2006)

Cordain, L.; Kopriva, R. Wet suits, body density and swimming performance. *British Journal of Sports Medicine*. vol. 25, pp. 31-33. (1991)

Counsilman, J. E.; Brown, R. M. The roll of lift in propelling the swimmer. *Selected topics on biomechanics: proceedings of the C. I. C. symposium on biomechanics*. Cooper, J. M. (ed.). Chicago: Athletic Institute. pp.179-188. (1971)

Craig Jr, A. B.; Skehan, P. L.; Pawelczyk, J. A.; Boomer, W. L; Velocity, stroke rate, and distance per stroke during elite swimming competition. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. vol. 17, nº6, pp. 625-634. (1985)

Hay, J. G.; Guimarães, A. C. S. A Quantitative Look at Swimming Biomechanics. *Swimming Technique*. vol. 20, nº2, pp.11-17. (1983)

Kainuma, E.; Watanebe, M.; Chikako, T. M.; Inoue, M.; Kuwano, Y.; Ren, H. W.; Abo, T. Proposal of alternative mechanism responsible for the function of high-speed swimsuits. *Biomedical Research*. vol. 30, nº1, pp. 69-70. (2009)

De Lucas, R. D. Efeitos da roupa de neoprene durante a natação. Via: <http://www.totalsport.com.br/colunas/ricardo/ed3999.htm> (acesso em: 23/05/2009).

Maglischo E. W. *Swimming Fastest*. Champaign: Human Kinetics. (2003)

Mollendorf J. C; Termin A. C.; Oppenheim E.; Pendergast D. R. Effect of swim suit design on passive drag. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. Vol. 36, nº 6, pp.1029-35. (2004)

Moré, F. C. Determinação da coordenação de nado por meio da análise cinética e cinemática no estilo crawl. Porto Alegre: UFRGS. Dissertação de mestrado, Escola de Educação Física, Programa de pós-graduação em ciência do movimento humano, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. (2008)

Parsons L.; Day S. J. Do wet suit affect swimming speed? *British Journal of Sports Medicine*. vol. 20, pp. 129-31. (1986)

Pendergast, D.; Zamparo, P.; Diprampero, P.E.; Capelli, C.; Cerretelli, P.; Termin, A.; Craig Jr, A.; Bushnell, D.; Paschke, D.; Mollendorf, J. Energy balance of human locomotion in water. *European Journal of Applied Physiology*. vol. 90, pp. 377-386. (2003)

Roberts B. S.; Kamel K. S.; Hedrick C. E.; McLean S.P; Sharp R. L. Effect of a fastskin suit on submaximal freestyle swimming. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. vol. 35, nº3, pp. 519-24. (2003)

Pussieldi, A. Editorial Novos trajes, novos rumos. Publicado em 06/09/2009. Disponível em: www.bestswimming.com.br.

Silva, A. J.; Reis, V. M.; Marinho, D.; Carneiro, A. L. Economia de Nado: Fatores Determinantes e Avaliação. *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano*. vol. 8, nº3, pp. 93-99. (2006)

Silveira, R. P. Índice de coordenação e duração das fases da braçada de nadadores fundistas e velocistas em 50 metros nado crawl. Porto Alegre: UFRGS. Trabalho de conclusão de curso. Escola de Educação Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. (2008)

Stager, J. M.; Tanner, D. A. *Natação: Medicina e Ciência do Esporte*. Barueri, Manole, 2ª edição. (2008)

Toussaint, H. M.; Beek, P. J. Biomechanics of competitive front crawl swimming. *Sports Medicine*. vol. 13, nº1, pp. 08-24. (1992)

Toussaint, H. M.; Truijens, M. Biomechanical aspects of peak performance in human swimming. *Animal Biology*. vol. 55, nº1, pp. 17-40. (2005)

Ungerechts, B. E. A relevância do fluxo circular de água para a propulsão em natação. In *International Series on Biomechanics, X-B Vol. 6B*, Edited by Bengt Jonsson. Human Kinetics Publishers, Inc. Champaign Illinois. (1987)

Vilas-Boas, J.P.; Souto, S.; Pinto, J.; Ferreira, M.I.; Duarte, M.; Silva, J.V.S.; Fernandes, R.; Sousa, F. Estudo cinemático 3D da afectação da técnica de nado pela fadiga específica da prova de 200 m livres. *Anais do IX Congresso Brasileiro de Biomecânica*. Gramado, pp. 31-41. (2001)

Site: www.fina.org (Site da Federação Internacional de Natação)

Site: www.bestswimming.com.br