



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA**  
**CENTRO DE DESPORTOS**  
**DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO FÍSICA**



**GRAZILEINE FERNANDES**

**REPRODUTIBILIDADE DA *PERFORMANCE* E DAS RESPOSTAS FISIOLÓGICAS  
DURANTE A APNÉIA ESTÁTICA E DINÂMICA**

**FLORIANÓPOLIS/SC**  
**NOVEMBRO/2010**

**GRAZILEINE FERNANDES**

**REPRODUTIBILIDADE DA *PERFORMANCE* E DAS RESPOSTAS FISIOLÓGICAS  
DURANTE A APNÉIA ESTÁTICA E DINÂMICA**

Trabalho apresentado ao curso de Educação Física – do Centro de Desportos na Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para obtenção do grau de Bacharel em Educação Física.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Guilherme Antonacci Guglielmo

Co-orientador: Prof. Drdo. Ricardo Dantas de Lucas

FLORIANÓPOLIS/SC

NOVEMBRO/2010

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA – UFSC**  
**DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO FÍSICA**

**REPRODUTIBILIDADE DA *PERFORMANCE* E DAS RESPOSTAS FISIOLÓGICAS**  
**DURANTE A APNÉIA ESTÁTICA E DINÂMICA**

**ELABORADO POR:**  
**Grazileine Fernandes**

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Luiz Guilherme Antonacci Guglielmo - UFSC  
Orientador

---

Drdo. Ricardo Dantas de Lucas – UFSC  
Co-orientador

---

Msda. Fábila Rosa - UFSC  
Membro

---

Msda. Talita Grossl - UFSC  
Membro

**FLORIANÓPOLIS/SC**  
**NOVEMBRO/2010**

“Você sabe o que é preciso para viver no mundo das sereias?  
Você desce no fundo do mar, tão fundo que o azul não existe mais.  
Lá onde o céu não é nada mais do que uma lembrança...  
Uma vez lá, no silêncio, você fica...  
Se você decidir morrer por elas, fica com elas para a eternidade,  
Então elas virão ao teu encontro e julgarão o amor que carregas contigo.  
Se ele for sincero e puro, então elas te levarão para sempre...”

Le Grand Bleu – Imensidão Azul (O Filme)

Dedico ao meu amor e companheiro Fábio, por todo carinho  
e compreensão, em todos os momentos difíceis.

Liebe Dich Für Immer

## AGRADECIMENTOS

A elaboração desse trabalho não foi nada fácil, pois muitos obstáculos tive que atravessar para poder concretizá-lo. Diante disso gostaria de expor aqui a minha gratidão.

Dedico este trabalho, primeiramente a minha família, que acreditaram e lutaram durante TODOS por longos anos, para que conseguisse concluir mais uma fase, tão importante da minha vida. Em especial minha querida, amada e enlouquecida mãe (mais conhecida como *Lentium* ou Mamle), que com muito esforço se fez presente, desde o dia que resolvi ir embora, para começar uma vida totalmente diferente e estranha, agradeço pela vida, dedicação, carinho, incentivo, se não fosse você, não estaria aqui. Agradeço ao meu marido, grande amigo, companheiro, que viu por muitas vezes meu desespero, por não conseguir escrever um parágrafo, ou por não conseguir fazer um gráfico. Agradeço pelo carinho, compreensão, amor, PACIÊNCIA, dedicação, que muitas vezes deixei a desejar. Essas duas pessoas sempre estiveram e sei que vão estar sempre ao meu lado... em todos os momentos, dos mais difíceis aos mais alegres. OBRIGADA, meus GRANDES amores.

Dedico também as minhas irmãs: Nani, Déia, Celli...meu sobrinho (Dênis) lindo, que nasceu em meio a essa jornada, meu primo Gabriel. Também não posso deixar de agradecer pelas boas risadas de minha Tia Marina e minha Madrinha Cida...Amo vocês!

O apoio, o amor e o carinho de vocês são indispensáveis, é o que me ajuda a seguir atrás dos meus sonhos e objetivos. Vocês são pessoas em que me espelho, e podem ter certeza de que reconheço o muito que fazem por mim. Dizem que nós escolhemos a família em que nascemos, porém, podemos tomar decisões erradas às vezes (como eu faço muitas vezes), mas a melhor decisão que eu já tomei foi fazer parte dessa família maravilhosa. Se pudesse escolher de novo, com certeza escolheria vocês. MUITO OBRIGADA.

Dizem que os amigos são a família que a gente escolhe (quantas escolhas, hein?), pelo jeito nessas escolhas estou bem. Gostaria de agradecer as minhas amigas Graziella e Talita, que estiveram sempre ao meu lado (vice-versa), nos dias bons e outros não tão bons assim de toda minha formação acadêmica. Amo vocês também amigas.

As amigas que fiz durante os meses de estágio obrigatório Stephanie e Luiza (“Eu sou um lixo!”), por agüentarem as minhas faltas e meu horário (ou falta dele)! Por terem, muitas vezes, segurado o rojão, sozinhas! Pelas brincadeiras, palavras amigas que muitas vezes precisei.

Agradeço a Deus, por iluminar meus passos e pensamentos, dando-me força e paciência para ultrapassar muitas barreiras, me concedendo saúde para prosseguir e às vezes difícil jornada. Nas horas de desespero, onde não conseguia enxergar o caminho certo, pude encontrar a calma e a esperança. Agradeço a Ele por estar sempre presente, independente da alegria ou tristeza do momento.

Aos meus colegas do LAEF que me ajudaram de um jeito ou de outro, seja nas coletas ou até mesmo na companhia. Gostaria de agradecer principalmente a Talita, Leandro e Anderson por nunca deixarem minha “bola” cair. Agradeço também a Fábria por ter aceito o convite. Não esquecendo a Dona Rose, pelas ótimas conversas.

Agradeço em especial ao meu orientador, o professor Luiz Guilherme, que acreditou em mim e me deu a oportunidade de trabalharmos juntos, das boas risadas a beira da piscina, do tempo (muitas vezes inexistente) que concedeu para esclarecimento de dúvidas sugestões e correções ou as “tiradas” que só entendia muito tempo depois. Obrigada por essa experiência. Você é uma pessoa maravilhosa, tanto profissional como pessoal.

Ao meu co-orientador Ricardo, sei que sem ele não teria terminado. Obrigada por me ajudar, às vezes pela paciência e por me fazer acreditar quando eu achava que não tinha mais jeito. De tantas brigas e discussões, conseguimos terminar.

Luiz e Ricardo, realmente não tenho palavras para agradecer, vocês, incrivelmente, mesmo tão longe (11.631 Km) e tendo as milhões de coisas para fazer.

Agradeço aos meus atletas que aguentaram o frio, calor, cansaço, chatices, TPM, “pitis” que dei ao longo desses três anos. A todos que participaram do teste diretamente (Danilo, Assilio, Raoni, Ricardo, Vinicius, Fernando, Diogo, Alex, Quira e Marcelo) e indiretamente (Renato, Juliano, Gabriel, Thiago, Rafael, Maiara e Juliana).

A todos que fizeram parte dessa etapa da minha vida, citados acima ou não, **MUITO OBRIGADA!!!**

## RESUMO

FERNANDES, Grazieline. **Reprodutibilidade da *Performance* e das Respostas Fisiológicas durante a Apnéia Estática e Dinâmica**. Santa Catarina, 2010. Monografia apresentada ao curso de Bacharelado em Educação Física da Universidade Federal de Santa Catarina.

Durante a última década, um novo esporte aquático tem chamado a atenção de muitos especialistas e um número crescente de atletas: a apnéia, que pode ser classificada como patológica ou esportiva. Na forma esportiva existe a suspensão voluntária da respiração para manter o fôlego durante o mergulho, pois, quanto maior o volume de ar inspirado, maior pode ser o tempo da apnéia. Embora a apnéia esteja se desenvolvendo como esporte competitivo nas últimas décadas, poucos estudos têm buscado explicar os determinantes da *performance* nesta modalidade, seja ela estática ou dinâmica. Diante disso, o principal objetivo deste estudo foi verificar a reprodutibilidade da *performance* das respostas fisiológicas durante a apnéia estática e dinâmica. Participaram desse estudo dez apneistas ( $27,49 \pm 3,60$  anos;  $73,63 \pm 11,80$  kg;  $181,75 \pm 9,02$  cm;  $13,82 \pm 4,98\%$  de gordura corporal), com no mínimo 2 anos de experiência em treinamentos de apnéia. Os atletas realizaram três tentativas das duas *performances* (estática e dinâmica), com intervalo de no mínimo 24 horas. O principal achado deste estudo foi à baixa reprodutibilidade das *performances* de apnéia dinâmica e principalmente estática. Esta afirmação é possível a partir do alto coeficiente de variação do erro típico de medida (ETM) encontrado entre o teste e reteste da *performance* estática (16%) e dinâmica (8%). Entretanto, quando analisados os valores médios entre o teste e reteste, não foram encontrados diferenças significativas para ambas as *performances* (estática e dinâmica). Em relação à correlação entre teste e reteste, apenas a *performance* dinâmica apresentou um coeficiente significativo porém moderado ( $r=0,58$ ). Assim podemos considerar que para a amostra estudada houve uma alta variabilidade intra-individual entre o teste e reteste (baixa reprodutibilidade). O delta lactato ( $\Delta[LA]$ ) sanguíneo na apnéia dinâmica apresentou valores aproximadamente de 5mM ( $5,2 \pm 2,4$ ;  $4,8 \pm 2,1$ ), resultado que não havia sido encontrados relatos na literatura. Em relação às variáveis fisiológicas analisadas, foram encontradas significantes correlações entre a *performance* dinâmica, e a  $[LA]$  final ( $r=0,66$ ) e também com o  $\Delta[LA]$  ( $r=0,65$ ). Diante dos resultados, pode-se concluir ainda que a *performance* dinâmica seja uma variável moderadamente reprodutível para a presente amostra. Em relação às variáveis fisiológicas conclui-se a  $[LA]$  final da *performance* dinâmica pode ser considerado indicadores do desempenho nesta modalidade. Deste modo, recomenda-se que novos estudos sejam realizados para verificar a reprodutibilidade das variáveis citadas acima, objetivando a aplicabilidade das mesmas.

Palavras-chave: Apnéia estática e apnéia dinâmica, reprodutibilidade, *performance*.

## ABSTRACT

FERNANDES, Grazeleine. **Reproducibility of the performance of Physiological Responses During the Static and Dynamic breath hold.** Work presented to the Bachelor course of Physical Education of Federal University of Santa Catarina. Florianópolis, 2010.

During the last decade, a new water sport has drawn the attention of many experts and a growing number of athletes: apnea, which can be classified as pathological or sports. On sports way there is a voluntary breathing suspension to keep the breath while diving, how higher air volume inhaled, higher the breath hold time can be. Although apnea is developing as a competitive sport in recent decades, few studies have sought to explain the determinants of performance in this mode, either static or dynamic. Thus, the main objective of this study was to verify the reproducibility of the performance of physiological responses during static and dynamic breath hold. Participated in this study, ten freedivers ( $27.49 \pm 3.60$  years old,  $73.63 \pm 11.80$  kg body weight,  $181.75 \pm 02.09$  cm height,  $13.82 \pm 4.98\%$  body fat), with at least 2 years experience in breath hold training. The athletes performed three trials of the two performances (static and dynamic) with an interval of at least 24 hours. The main finding of this study was the low reproducibility of the performances of dynamic breath hold and, mainly, in static breath hold. This affirmation is possible from the high coefficient of variation of the typical error of measurement (ETM) found between test and retest of static (16%) and dynamic (8%) performance. However, when analyzing the mean values between the test and the remains were not found significant differences for both performance (static and dynamic). Regarding the correlation between the test and retest, only the dynamic performance showed a moderate but significant coefficient ( $r = 0.58$ ). Thus we can consider that for the sample studied there was a high intrapersonal variability between the test and retest (low reproducibility). The  $\Delta$  [LA] blood in dynamic breath hold showed values of approximately 5mM ( $5.2 \pm 2.4$ ;  $4.8 \pm 2.1$ ), result that had not been found in literature. Regarding the physiological parameters measured, significant correlations were found between the dynamic performance, and [LA] end ( $r = 0.66$ ) and also with the  $\Delta$  [LA] ( $r = 0.65$ ). Given the results, we can still conclude that the dynamic performance is a moderately reproducible variable for the sample present. In relation to physiological variables concluded that the HR and blood lactate concentration at the end of the dynamic performance can be considered indicators of performance in this mode. Thus, it is recommended that further studies to verify the reproducibility of the variables above mentioned, to verify the applicability of the same.

Keywords: Static and dynamic breath hold, reproducibility, performance.



## ABSTRAKT

FERNANDES, Grazieline. **Reproduzierbarkeit der Leistung der Physiologischen Reaktionen Während der Statischen und Dynamischen Apnoe**. Monographie vorgelegt, den Lauf der Bachelor of Physical Education, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2010.

Während des letzten Jahrzehnts, hat eine neue Wassersportart die Aufmerksamkeit von vielen Experten und einer wachsenden Zahl von Athleten: Apnoe, die als pathologische oder Sport eingestuft werden können gezeichnet. Im Sport, da es das freiwillige Aussetzen der Atmung, die Dynamik bei den Sprung zu halten, denn je größer das Volumen der Luft eingeatmet, desto größer kann die Zeit der Apnoe werden. Obwohl Schlafapnoe als Wettkampfsport entwickelt sich in den letzten Jahrzehnten haben nur wenige Studien versucht, die Determinanten von Leistung in diesem Modus zu erklären, entweder statisch oder dynamisch. So war das Hauptziel dieser Studie, die Reproduzierbarkeit der Leistung der Physiologischen Reaktionen während statische und dynamische Apnoe beurteilen. Nahmen an dieser Studie, zehn Freitaucher ( $27.49 \pm 3.60$  Jahre;  $73.63 \pm 11.80$  kg;  $181.75 \pm 9.02$  cm;  $13.82 \pm 4.98\%$  Körperfett), mit mindestens 3 Jahre Erfahrung in der Ausbildung der Apnoe. Die Athleten führten drei Studien der beiden Aufführungen (statisch und dynamisch) mit einem Abstand von mindestens 24 Stunden. Das wichtigste Ergebnis dieser Studie war die geringe Vergleichbarkeit der Leistungen der meist statischen und dynamischen Apnoe. Diese Behauptung ist möglich von der hohen Variationskoeffizienten der typischen Messfehler (ETM) fand zwischen Test und Retest der statischen Leistung (16%) und dynamischen (8%). Doch bei der Analyse der Mittelwerte zwischen den Test und die Überreste wurden keine signifikanten Unterschiede für beide Leistungen (statisch und dynamisch) gefunden. Hinsichtlich der Korrelation zwischen Test und Retest zeigte nur die dynamische Leistung ein moderater, aber signifikanter Koeffizient ( $r=0,58$ ). So können wir der Ansicht, dass für den untersuchten Zeitraum gab es eine hohe Intra-individuelle Unterschiede zwischen Test und Retest (schlechte Reproduzierbarkeit). Die Delta-Laktat ( $\Delta[LA]$ ) im Blut Streckentauchen zeigten Werte von 5 mM ( $5.2 \pm 2.4$ ;  $4.8 \pm 2.1$ ), ein Ergebnis, das in der Literatur nicht gefunden worden. In Bezug auf die Physiologischen Parameter gemessen wurden signifikante Korrelationen zwischen der Dynamik gefunden, und  $[LA]$  finale ( $r=0,66$ ) und auch mit der  $\Delta [LA]$  ( $r=0,65$ ). Angesichts der Ergebnisse kann man immer noch feststellen, dass die dynamische Leistung einer Variablen mäßig reproduzierbar für die vorliegende Probe ist. In Bezug auf die Physiologischen schließt die  $[LA]$  Ende des dynamischen Verhaltens können als Indikatoren für die Leistung in dieser Betriebsart werden. So empfiehlt es sich, dass weitere Studien, um die Reproduzierbarkeit der oben genannten Variablen, die darauf abzielen die Anwendbarkeit der gleichen überprüfen.

Stichwort: Apnoe statische und apnoe dynamische, zuverlässigkeit, leistung.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Gráfico de dispersão entre teste e reteste da performance dinâmica e estática e correlação entre ambas (dinâmica e estática).....	36
--	----

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Procedimento da Performance Estática .....	29
Tabela 2: Procedimento da Performance Dinâmica .....	30
Tabela 3 – Caracterização da melhor performance da amostra em relação ao recorde mundial, nacional e estadual. ....	32
Tabela 4 - Valores individuais e médios, desvio padrão, erro típico de medida e seu respectivo coeficiente de variação referentes ao teste e reteste da performance estática e das variações da frequência cardíaca e lactato sanguíneo.....	33
Tabela 5 - Valores individuais e médios, desvio padrão, erro típico de medida e seu respectivo coeficiente de variação referentes ao teste e reteste da performance dinâmica e das variações da frequência cardíaca e lactato sanguíneo. ....	34
Tabela 6 – Coeficientes de correlação entre cada performance e as variáveis fisiológicas analisadas.....	35
Tabela 7 – Valores médios + DP da FC e [LA] inicial e final na performance Estática (teste e resteste). ....	35
Tabela 8 – Valores médios + DP da FC e [LA] inicial e final na performance Dinâmica (teste e resteste). ....	35

## LISTA DE ABREVIATURAS

AIDA – (Association Internationale pour le Développement de l'Apnée)/Associação Internacional para o Desenvolvimento para a Apnéia

[LA] – Concentração de Lactato

FC – Frequência Cardíaca

$\Delta$ FC- Delta Frequência Cardíaca

$\Delta$  [LA] – Delta Concentração de Lactato

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	15
1.1 OBJETIVOS .....	17
1.1.1 Objetivo Geral .....	17
1.1.2 Objetivos Específicos.....	17
1.2 JUSTIFICATIVA .....	18
1.3 DEFINIÇÃO DE VARIÁVEIS.....	19
1.3.1 Lactato .....	19
1.3.2 Frequência Cardíaca .....	19
1.3.3 Apnéia Dinâmica.....	19
1.3.4 Apnéia Estática .....	19
2 REVISÃO DE LITERATURA .....	20
2.1 HISTÓRICO E MODALIDADES DO MERGULHO EM APNÉIA .....	20
2.2 CARACTERÍSTICAS FISIOLÓGICAS DA MODALIDADE.....	22
2.2.1 Formação do Lactato .....	23
2.2.2 Frequência Cardíaca .....	24
2.2.3 Bradicardia.....	24
3 MATERIAL E MÉTODOS .....	26
3.1 MODELO DE PESQUISA .....	26
3.2 AMOSTRA .....	26
3.3 INSTRUMENTOS DE MEDIDAS .....	26
3.3.1 Obtenção das variáveis antropométricas.....	26
3.3.2 Obtenção das variáveis fisiológicas .....	27
3.4 COLETAS DE DADOS.....	27

3.5 PROCEDIMENTOS DA COLETA DE DADOS .....	28
3.5.1 Avaliação Antropométrica .....	28
3.5.2 Protocolo para determinação da performance estática.....	29
3.5.3 Protocolo para determinação da performance dinâmica.....	29
3.5.4 Mensuração da Frequência Cardíaca .....	30
3.5.5 Mensuração do Lactato Sanguíneo .....	30
3.6 TRATAMENTO DOS DADOS .....	31
4 RESULTADOS .....	32
5 DISCUSSÃO .....	37
6 CONCLUSÃO.....	41
7 REFERÊNCIAS.....	42
APÊNDICE 1 .....	47

## 1 INTRODUÇÃO

Durante a última década, um novo esporte aquático tem chamado a atenção de muitos especialistas e um número crescente de atletas: a apnéia, que em termos clínicos, é a suspensão temporária da respiração, sendo de forma involuntária ou patológica, como em pessoas que sofrem de apnéia do sono. E de forma voluntária que é o mergulho em apnéia, onde o praticante mantém o ar em seus pulmões durante a imersão sem o uso de aparelhos, pois existe a suspensão voluntária da respiração para manter o fôlego durante o mergulho, quanto maior o volume de ar inspirado, maior pode ser o tempo da apnéia (TORRES, 2004).

Segundo Agudelo (1999), existem numerosas teorias para explicar as razões que tem levado o homem a interessar-se pelo mundo aquático, ao longo dos séculos, o homem tem conquistado os mares, oceanos e piscinas. Desde os primeiros navegantes, a humanidade tem buscado respostas que explicassem os princípios da necessidade em mergulhar, e é possível que uma das suas finalidades fosse à exploração de recursos que o mar oferecia, coletando e pescando numerosas espécies para o comércio, tanto como forma de alimento ou para uso ornamental, na criação de jóias e objetos.

As atividades em apnéia têm sido utilizadas por diversas áreas do conhecimento como a Educação Física, as Ciências Médicas e a Psicologia, com diferentes objetivos que vão desde a prática por lazer até a *performance*, beneficiando, inclusive, outros esportes, além dos praticados em apnéia diretamente.

A apnéia tem sido desenvolvida em clubes, academias, escolas de natação e com uma menor ênfase nas universidades, conduzindo-nos ao interesse no desenvolvimento do esporte entre os universitários (ANDERSON, 2003). Embora esteja se desenvolvendo como esporte de competição nas últimas décadas, poucos estudos tem buscado explicar os determinantes da *performance* nesta modalidade, seja ela dinâmica ou estática.

Os treinamentos em piscina permitiram aos praticantes maiores chances de evolução também na profundidade, haja vista a apnéia se dividir em competições de piscina e de águas abertas (EDMONDS; WALKER, 1999). Como em todos os esportes,

o treinamento aumenta o rendimento do atleta para aperfeiçoar a técnica através do treinamento que se ampliam as respostas fisiológicas e se produz um aumento da tolerância a apnéia (WEST, GEORGE, KRYGER, 1987).

Segundo Bakovia et al (2003) a resposta fisiológica cumpre um papel importante para a extensão do tempo de mergulho em apnéia. Os principais componentes dessa resposta são: diminuição da frequência cardíaca e do débito cardíaco, diminuição do fluxo de sangue da pele, músculos e órgãos intestinais através da vasoconstrição.

De acordo com West (1987), com o aumento do tempo em apnéia, a diminuição da concentração do oxigênio no sangue arterial começa a aumentar ainda mais, provocando a diminuição FC. Por outro lado, o acúmulo de gás carbônico é um estímulo capaz de provocar uma aceleração dos batimentos cardíacos.

Na continuação da apnéia, há uma diminuição do débito cardíaco. A pressão arterial sistêmica, que no início do mergulho aumenta, à medida que ele continua, tende a diminuir devido à diminuição do débito cardíaco. Numa análise de biologia comparativa, pode-se observar que os outros animais habitualmente mergulhadores têm um balanceamento entre o débito cardíaco e a vasoconstrição de modo que a pressão se mantém constante (AGUDELO, 1999).

Outra resposta fisiológica ao treinamento aeróbio é o aumento da densidade capilar muscular, o que ajuda no processo de remoção e distribuição do lactato. O aumento da capilarização do músculo permite que o lactato seja transportado do músculo para o fluxo sanguíneo, para então ser transportado para células que converterão este lactato em piruvato novamente, para que seja utilizado em forma de energia (EARLE; BAECHLE, 2004).

A consistência do desempenho em um teste é relacionada à reprodutibilidade das medidas sobre múltiplas repetições. Um teste consistente e fidedigno apresenta pequena variação intraindivíduo e alta correlação para teste-reteste. Atkinson e Nevill (1998) e Hopkins (2000) salientam que é extremamente importante assegurar que uma medida que faça parte de uma pesquisa ou sustente o controle do rendimento de um atleta seja adequadamente reprodutível e válida. Em relação à *performance* da apnéia, pouco se conhece sobre a sua reprodutibilidade, ou seja, a consistência de resultados quando esta é realizada em dias distintos. Além do mais, as respostas fisiológicas



referentes à FC e à [LA], assim como as suas reprodutibilidades foram muito pouco investigadas na literatura. Megda (2010) afirmou em seu estudo que não foram encontrados estudos que investigassem a reprodutibilidade dessas variáveis de lactato, em qualquer modalidade aquática.

Assim uma hipótese deste estudo é que seja encontrada uma significativa bradicardia durante a *performance* de apnéia estática e um aumento significativo da [LA] durante a *performance* dinâmica. Também hipotetizamos que as duas modalidades possam existir uma forte correlação.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo Geral

Verificar a reprodutibilidade da *performance* e das respostas fisiológicas durante a apnéia estática e dinâmica.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

Determinar os valores de Frequência Cardíaca (FC) e Lactato Sanguíneo [LA] durante as *performances* de apnéia estática e dinâmica;

Verificar se existe relação entre FC e as *performances* de apnéia estática e dinâmica;

Analisar os níveis de lactato sanguíneo antes e depois da apnéia dinâmica e estática;

Averiguar se existe correlação entre a *performance* da apnéia dinâmica e estática;

Verificar a reprodutibilidade das variáveis fisiológicas em ambas as *performances*.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

Com a evolução do esporte de alto rendimento, é possível verificar a existência de um grande interesse da comunidade científica pela determinação de variáveis fisiológicas capazes de prever a *performance* e que também possam ser utilizadas como referência para a avaliação, prescrição e controle dos efeitos do treinamento (GUGLIELMO, 2005).

Ao realizar um esforço máximo, ocorre uma produção excessiva de ácido láctico como produto final do metabolismo anaeróbio muscular (EARLE; BAUCHLE, 2004). Entretanto, algumas pesquisas mostram que a baixa concentração de lactato no sangue, não está necessariamente associada a uma melhora na *performance* (FRANCHINI et al, 2004; TOUBEKIS et al, 2006). Isso indica que outros fatores podem influenciar a *performance* após a realização de um esforço capaz de induzir uma acidose metabólica.

Em função do número reduzido de estudos científicos relacionados aos determinantes da *performance* na apnéia estática e dinâmica, o presente estudo contempla a possibilidade de contribuir com o avanço no entendimento das características específicas relacionadas ao treinamento na modalidade de apnéia.

Sendo assim, este trabalho justifica-se pela ausência de informações na literatura relacionando as propostas fisiológicas das *performances* de apnéia dinâmica e estática. Assim como, pela necessidade de maior esclarecimento sobre qual o método mais indicado para a apnéia (no grupo a ser testado).

## 1.3 DEFINIÇÃO DE VARIÁVEIS

### 1.3.1 Lactato

O lactato é produzido pelo organismo após a metabolização da glicose (glicólise), para o fornecimento de energia sem a presença de oxigênio (metabolismo anaeróbio láctico). Em atividades físicas de longa duração, o suprimento de oxigênio nem sempre é suficiente. O organismo busca esta energia em fontes alternativas, produzindo, desta forma, o lactato nos músculos, que se difunde para a corrente sanguínea rapidamente (FILUS, 2006).

### 1.3.2 Frequência Cardíaca

A frequência cardíaca (FC) é uma forma simples de fornecer informações sobre a quantidade de trabalho realizado durante a prática de atividades físicas. O perfil do comportamento da FC e sua análise em relação aos indicadores de intensidade de esforço são informações valiosas para o diagnóstico das características de exigências individuais (FERNANDES, 2002).

### 1.3.3 Apnéia Dinâmica

Com ou sem nadadeiras (dependendo da sub-modalidade), o atleta deve percorrer a maior distância horizontal possível submerso (AIDA, 2009).

### 1.3.4 Apnéia Estática

Mantendo o seu fôlego, o atleta fica o maior tempo possível submerso ou flutuando imóvel com as vias respiratórias imersas na água (AIDA, 2009).

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 HISTÓRICO E MODALIDADES DO MERGULHO EM APNÉIA

A apnéia ou o mergulho em apnéia é a técnica mais antiga de mergulho, onde começou a ser praticada com a finalidade de encontrar alimentos e tesouros. Evidências têm aparecido através de artefatos marinhos achados há mil anos em terra e em representações de mergulhadores afogados (PIPIN, 2004).

Na Grécia antiga, apneistas ficaram conhecidos por terem participado de explorações militares em 500 A. C., fugindo pelo mar, da prisão no navio do rei da Persa Xerxes I e soltando todos os navios persas ancorados, enquanto os guardas presumiam que os gregos tinham se afogado. Os melhores apneistas conhecidos são as caçadoras de pérolas do Japão e da Coréia. Já na segunda Guerra Mundial, os apneistas também foram usados para localizar minas ou colocar explosivos sob os navios, sem chamar a atenção dos inimigos (RANH, 2004).

Segundo Ranh (2004), o primeiro praticante da apnéia como esporte foi Georghios Haggstatti, que em 1911 ofereceu-se à marinha italiana para resgatar a Âncora do navio Regina Marguerita para conseguir dinheiro e permissão para pescar usando dinamite. As tentativas de recordes tiveram início somente quatro anos após a segunda Guerra Mundial com Raimond Bucher, que utilizando aparatos de mergulho, desceu 30 m em apnéia, deixando um bilhete na marca para a comprovação. Em 1951, apareceram Enio Falco e Alberto Novelli que desceram 35 m, mas foram passados no ano seguinte por Bucher com a marca de 39 m.

Mas foi após a década de 60 que surgiram os maiores apneistas, como Jacques Mayol, Enzo Mazorca, Americo Santarelli, Takase Willians e Robert Croftm onde cada um foi batendo o recorde do outro. Em 1992, foi fundada a Associação Internacional para o Desenvolvimento da Apnéia (AIDA), por Roland Specker, Eric Pellitier e Claude Chapuism com o objetivo de regulamentar o esporte, organizando competições, formando instrutores e treinando apneistas (PIPIN, 2004).

Em 1996, foi publicado as regras de competição e o primeiro campeonato mundial foi realizado em outubro, com a modalidade de mergulho livre na Baía de Saint

Jean Cap Ferrat, na França. Hoje, a AIDA possui mais de 40 países filiados e é a única entidade a divulgar e reconhecer a apnéia indoor (piscina) e outdoor (profundidade).

Segundo Pipin, (2004), o esporte passou a ser reconhecido na América do Sul pela equipe da Venezuela, onde conquistou vários mundiais. Em 2004, Carlos Coste foi o primeiro a romper a barreira dos 100 m e em 2005 o belga Patrick Musimu foi muito mais além, 209,6 m. Recentemente, em 2007 o austríaco Herbert Nitxcer marcou 214 m.

Embora a apnéia esteja se desenvolvendo como esporte de competição nas últimas décadas, poucos estudos têm buscado explicar os determinantes da *performance* nesta modalidade, seja ela estática ou dinâmica (TORRES, 2004).

Hoje existem oito modalidades de apnéia reconhecidas pela (AIDA):

**Imersão Livre:** É a modalidade de mergulho em apnéia mais natural, mas sem nadadeiras ou lastro, em que o apneista utiliza apenas o cabo guia para ir ao fundo.

**Lastro Variável:** Também é praticado no mar ou em lagoa, o apneista desce com o auxílio de um lastro controlado e ligado ao cabo guia. Após atingir a profundidade desejada, o atleta abandona o lastro e retorna a superfície utilizando o cabo guia ou as nadadeiras.

**Lastro Constante:** Praticado no mar ou em lagos, o apneista desce a uma determinada profundidade usando um cinto-lastro, mas não pode utilizar-se do cabo guia.

**Lastro Constante sem Nadadeiras:** Valem as mesmas regras do lastro constante, porém sem o uso de nadadeiras.

**No Limits:** Essa é a modalidade dos grandes profundistas. É derivado do lastro variável, porém a diferença está no modo de retorno a superfície. O apneista pode utilizar-se de um balão ou colete inflável ou ainda outro meio mecânico para subir o mais rápido possível devido à grande profundidade atingida. É a única modalidade que não é considerada como esportiva ou de competição, por ser a mais perigosa. Considerada apenas como forma de exibição, mesmo tendo os recordes obtidos nesta prática são reconhecidos pela AIDA.

**Sprint 25 e 50 m:** O apneista deve percorrer as distâncias de 25 ou 50 m, vencendo o mais veloz.

**Apnéia Estática:** Mantendo seu fôlego, o apneista fica o maior tempo possível submerso ou flutuando imóvel com as vias respiratórias imersas na água.

**Apnéia Dinâmica:** Com ou sem nadadeiras (dependendo da sub-modalidade), o apneista deve percorrer a maior distância horizontal possível submerso.

Hoje podemos observar a criação de várias associações relacionadas ao mergulho em apnéia, que têm por objetivo não somente a divulgação dessa modalidade de mergulho, mas também a segurança através do treinamento e das pesquisas na área da fisiologia do mergulho (TORRES, 2004).

## 2.2 CARACTERÍSTICAS FISIOLÓGICAS DA MODALIDADE

O mergulho enquanto modalidade esportiva, se utiliza muitas vezes do recurso de manter-se em apnéia, especialmente quando a modalidade é praticada sem o auxílio de equipamentos para respirar na condição submersa.

Sabe-se que apnéias repetidas podem fortalecer a resposta ao mergulho livre, bem como a própria capacidade de mergulhar. Além disso, elas também aumentam a tolerância psicológica ao mergulho. Alguns estudos têm verificado as respostas fisiológicas, especialmente a resposta cardíaca durante a realização da apnéia estática (TORRES, 2004).

De acordo com Ferrigno (1986), este esporte provoca diversos ajustes cardiovasculares e respiratórios necessários para regular o organismo a altas pressões, exigindo do atleta o máximo de concentração e condicionamento físico para suportar os longos períodos sem respirar, sendo a prática da apnéia considerada um esporte potencialmente de risco.

Portanto, as respostas fisiológicas do organismo serão descritas como o aumento do tempo de mergulho, a diminuição da concentração do oxigênio no sangue arterial começa a aumentar ainda mais, provocando diminuição dos batimentos cardíacos (GRASSI, et al, 1996). Bruijn et al. (2008) demonstraram que saturação arterial de O<sub>2</sub>, diminui dos níveis normais de 97-98%, para valores de 60-70% após 4 minutos de apnéia estática.

Por outro lado, o acúmulo de gás carbônico é um estímulo capaz de provocar uma aceleração dos batimentos cardíacos. Alguns autores ressaltam que a bradicardia e a redução do fluxo sanguíneo periférico são independentes do nível de apnéia (TEREKHIN, 1996).

### 2.2.1 Formação do Lactato

Como visto anteriormente o lactato é formado quando não há a presença de oxigênio na glicólise anunciando um aumento de solicitação do metabolismo anaeróbio. Durante a realização de exercício leve ou moderado, a pequena variação existente da [La], em relação aos valores de repouso, não significa que a produção de lactato seja pequena. A liberação de lactato aumenta com o aumento da intensidade do exercício. No entanto, o que ocorre nestas intensidades é o equilíbrio entre a formação e a remoção deste metabólito (DONOVAN; BROOKS, 1983).

De acordo com Mcardle, Katch e Katch (2003), qualquer molécula de lactato, assim formada, será oxidada diretamente nas fibras musculares com uma alta capacidade oxidativa ou nos tecidos mais distantes, como o coração. Com isso, o lactato não se acumula, pois o seu ritmo de remoção é o mesmo que o de produção. Atletas de *endurance* apresentam maior capacidade de eliminação de lactato durante o exercício como resposta ao treinamento do metabolismo aeróbio.

A capacidade de produzir altas concentrações de ácido láctico no exercício máximo aumenta com um "treinamento anaeróbico" específico, sendo reduzido subseqüentemente com o destreinamento (FOSS, 2000). Atletas bem treinados demonstraram que, após realizarem um exercício máximo de curta duração, a concentração de lactato no sangue é de 20 a 30% mais alta que nos indivíduos destreinados sob circunstâncias semelhantes (ASTRAND; RODAHL, 1980).

Poucos estudos verificaram as respostas do lactato sanguíneo em situações de apnéia esportiva, especialmente em apnéia dinâmica, onde pode-se esperar alguma mudança significativa das concentrações sanguínea deste metabólito.

### 2.2.2 Freqüência Cardíaca

A FC é uma forma simples de fornecer informações sobre a quantidade de trabalho realizado durante a prática de atividade física. O perfil do comportamento da FC e sua análise em relação aos indicadores de intensidade de esforço são informações valiosas para o diagnóstico das características de exigências individuais.

Durante a prática de exercícios, a quantidade de sangue bombeada pelo coração deve ser aumentada de acordo com a demanda de oxigênio para suprir a musculatura esquelética em trabalho. Portanto, a FC aumentará em proporção direta com o aumento da intensidade do exercício, até um valor no qual ela começa a estabilizar o valor máximo.

Segundo Amorim (2002), para determinar a intensidade de trabalho, a FC é o indicador fisiológico mais utilizado pelos diversos profissionais que atuam na área de atividade física e saúde, pois se trata de um indicador de fácil mensuração, alta praticidade e de baixo custo operacional. Adicionalmente, uma determinada percentagem da FC, em função da sua simplicidade e praticidade metodológica, tem sido a variável mais utilizada para controlar a intensidade do exercício em muitas modalidades esportivas e em locais específicos para a prática de exercícios físicos (DENADAI, 2000).

Sendo assim, alguns pesquisadores têm concluído que a utilização da FC parece ter uma validade limitada quando o objetivo é a prescrição de exercícios com base na [La]. Dessa forma, Denadai (2000) sugere que a FC seja utilizada em grupos de pessoas que visam melhorias no condicionamento cardiorrespiratório associado à saúde e melhoria da qualidade de vida, e não na área de treinamento desportivo.

Ainda é importante salientar que o comportamento da FC pode ser influenciado por diversos fatores, como: ingestão de alimentos, desidratação, temperatura corporal, temperatura e umidade do local do teste, estado emocional do avaliado, atividade física prévia e utilização de medicamentos que alteram a FC (ÅSTRAND; RODAHL, 1980).

### 2.2.3 Bradicardia

O mergulho provoca modificações cardíacas e circulatórias como já foi mencionado anteriormente. Quando se imerge, devido à ação cardio-motora do nervo



vago, existe uma diminuição da FC (bradicardia), para que o consumo de oxigênio, que se encontra armazenado principalmente nos pulmões seja consumido mais lentamente. Esta bradicardia é, portanto de natureza reflexa. Para compensar este fato produz-se uma vasoconstrição periférica, permitindo à pressão arterial conservar os seus níveis normais (BAROSA, 1990). O mesmo autor afirma que a bradicardia depende da idade do indivíduo, do treino, do exercício, devido a um conflito que se cria entre a taquicardia, resultante da vasodilatação muscular e a bradicardia do mergulho e receptores cutâneos, que estão localizados na face e que são responsáveis pelo aparecimento da bradicardia 20 seg. após a imersão.

Em um estudo conduzido por Lindholm et al (2006), verificou-se que durante a apnéia estática, ocorre uma acentuada bradicardia quando os sujeitos foram expostos à apnéia. Nesse mesmo estudo, compararam duas situações (treino e competição), foi verificado que durante o treinamento a duração média da performance foi de  $257 \pm 49s$  e durante a competição foi  $309 \pm 78s$ . Embora a FC aferida no momento que antecedia a apnéia foi sempre maior na situação competitiva em relação ao teste feito em treinamento, foi observado que com o decorrer da apnéia, os valores de FC entre as duas situações tendem a se igualar, atingindo um platô no último minuto da apnéia, com valores aproximadamente de 60 bpm. É importante destacar que a FC inicial na competição foi de aproximadamente 120 bpm e na situação de treinamento de 90 bpm.

Em 2010, Lindholm, observou que o grau de bradicardia durante a apnéia é significativamente correlacionada com a saturação de oxigênio. Também foi observado que os níveis de lactato no sangue não aumentaram em relação ao controle da bradicardia.

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 MODELO DE PESQUISA**

Este estudo, quanto a sua natureza, caracteriza-se como uma pesquisa aplicada, onde, de acordo com Thomas & Nelson (2002), tende a remeter problemas imediatos, oferecendo, assim, resultados de valor imediato, utilizando os chamados ambientes do mundo real, ou seja, utilizando os sujeitos e tendo controle limitado sobre o ambiente da pesquisa. Em relação à abordagem do problema o estudo caracteriza-se como uma pesquisa quantitativa. A abordagem quantitativa atua em níveis de realidade e tem como objetivo trazer a luz dados, indicadores e tendências observáveis. Quanto aos objetivos e procedimentos técnicos, classifica-se como descritiva do tipo correlacional.

#### **3.2 AMOSTRA**

A seleção da amostra foi do tipo intencional não probabilística, sendo composta por 10 apneistas do sexo masculino, totalizando 10 atletas ( $27,49 \pm 3,60$  anos;  $73,63 \pm 11,80$  kg;  $181,75 \pm 9,02$  cm;  $13,82 \pm 4,98\%$  de GC) da equipe de apnéia da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Esses atletas praticavam a modalidade há no mínimo três anos. Todos os atletas encontram-se em nível estadual, porém fora do ranking nacional e estão envolvidos em um programa de treinamento de cinco vezes por semana com um volume médio semanal de 12 mil metros.

#### **3.3 INSTRUMENTOS DE MEDIDAS**

##### **3.3.1 Obtenção das variáveis antropométricas**

Para a mensuração da massa corporal (kg) foi utilizada uma balança eletrônica precisão de 0,1 kg da marca TOLEDO®. A estatura (cm) foi medida no estadiômetro com precisão de 1 mm da marca SANNY®. Para a mensuração do percentual de gordura corporal (%GC) foi realizada as medidas de espessuras de sete dobras

cutâneas (tríceps, bíceps, subescapular, suprailíaca, abdômen, coxa e panturrilha média), com um adipômetro científico com precisão de 1 mm da marca CESCORF®.

### 3.3.2 Obtenção das variáveis fisiológicas

A leitura das concentrações de lactato sanguíneo foi determinada por meio do sangue coletado no lóbulo da orelha. O sangue foi coletado por um capilar heparinizado e foi posteriormente armazenado em microtúbulos de polietileno com fluoreto de sódico com tampa (tipo Eppendorff). Em seguida a leitura foi realizada pelo analisador eletroquímico (precisão de 2%) YSI 2700 modelo STAT SELECT. O aparelho foi calibrado antes da realização da leitura através do uso de uma solução de concentração conhecida (0,50 g.L<sup>-1</sup>), conforme determina o fabricante (YSY Incorporate).

O monitoramento da frequência cardíaca (FC) foi realizado ao longo de todos os testes de apnéia, por meio de um cardiofrequencímetro da marca Polar® (modelo S610i) em todos os testes. Após cada teste, os dados da FC foram descarregados para um software (Polar Precision Performance SW) e desta forma os valores foram analisados individualmente a fim de obter as mudanças ocorridas ao longo dos testes de apnéia.

## 3.4 COLETAS DE DADOS

Todos os procedimentos adotados foram aprovados previamente pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos (protocolo 848/2010) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

As avaliações antropométricas foram realizadas no Laboratório de Esforço Físico (LAEF) localizado no Centro de Desportos (CDS) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, Santa Catarina.

Os testes para a verificação da reprodutibilidade das respostas fisiológicas foram realizados na piscina de 25m da UFSC, localizada no complexo aquático do CDS.

A coleta de dados foi dividida em quatro etapas: no primeiro e segundo encontro os voluntários realizaram a performance de apnéia estática. O terceiro e quarto encontro consistiu na realização da *performance* de apnéia dinâmica.

Os testes tiveram no mínimo um intervalo de 24h e foram realizados no mesmo horário do dia ( $\pm 2h$ ) para minimizar a interferência das variações biológicas. Os sujeitos foram orientados a virem para os testes descansados, alimentados, hidratados e a não realizarem esforços intensos nas últimas 24h.

### 3.5 PROCEDIMENTOS DA COLETA DE DADOS

Primeiramente, um avaliador junto ao LAEF, preencheu uma ficha com os dados pessoais de cada atleta e coletou medidas antropométricas (massa corporal, estatura e dobras cutâneas). Logo após, os atletas foram submetidos à avaliação fisiológica de performance de apnéia estática (segundos) e dinâmica (distância), na qual foram realizados 3 repetições de cada performance. Antes e após a cada tentativa, foi coletado uma amostra de sangue capilar (25  $\mu$ l) do lóbulo da orelha.

Posteriormente, os atletas realizaram os testes, com no mínimo 24 horas de intervalo entre eles, sempre precedidos de um aquecimento padronizado em uma intensidade moderada, sendo um minuto de apnéia estática ou 25m em apnéia dinâmica, para adaptação do frequencímetro.

Os testes para a verificação da reprodutibilidade e performance foram realizados na piscina de 25m da UFSC, localizada no complexo aquático do CDS.

#### 3.5.1 Avaliação Antropométrica

Para a avaliação antropométrica foram realizadas medidas de massa corporal, estatura e dobras cutâneas. Para a medição das dobras cutâneas, foram seguidas as padronizações de Benedetti, Pinho e Ramos (2003). A densidade corporal (DC) foi estimada pela equação específica para atletas de Withers et al. (1987):

Homens:

$$- DC = 1,0988 - 0,0004(X1)$$

Onde  $X1 = \Sigma 7$  dobras cutâneas (tríceps, subescapular, bíceps, suprailíaca, abdominal, coxa anterior e panturrilha média, em mm).

Para o cálculo da gordura corporal foi utilizada a equação de regressão de Siri (1961):

$$- \%Gordura\ corporal = (495 / DC) - 450$$

Para a mensuração da massa corporal (kg) foi utilizada uma balança eletrônica precisão de 0,1 kg da marca TOLEDO®. A estatura (cm) foi medida no estadiômetro com precisão de 1 mm da marca SANNY®. Em todos os procedimentos, os sujeitos permaneceram com roupa para prática de natação (sungá).

### 3.5.2 Protocolo para determinação da performance estática

No teste da *performance* de apnéia estática (segundos) cada atleta teve que permanecer em repouso, para depois começar mais uma contagem de um minuto e trinta segundos em hiperventilação (aquecimento) para a *performance*. Depois de realizada a *performance*, o atleta teve quatro minutos em repouso total, para logo repetir o mesmo procedimento por três vezes, não ultrapassando este limite. Desta forma o protocolo desenvolvido para a *performance* de apnéia estática foi:

Tabela 1 - Procedimento da Performance Estática

3x	Hiperventilação	Performance	Repouso
----	-----------------	-------------	---------

Para avaliação dos resultados nessa *performance* foi utilizada a melhor das três tentativas do teste e reteste.

### 3.5.3 Protocolo para determinação da performance dinâmica

No teste da *performance* de apnéia dinâmica foi utilizado o mesmo protocolo da apnéia estática, devendo hiperventilar por um minuto e trinta segundos para a *performance*. Após realizar essa *performance* cada atleta teve seis minutos em repouso total, para logo repetir o mesmo procedimento por três vezes, não ultrapassando este

limite. Desta forma o protocolo desenvolvido para a *performance* de apnéia dinâmica foi:

Tabela 2: Procedimento da Performance Dinâmica

3x	Hiperventilação	Performance	Repouso
----	-----------------	-------------	---------

Já para a avaliação dos resultados na *performance* dinâmica, foi utilizado a melhor *performance* das tentativas e o maior índice de lactato das três coletas realizadas na mesma tentativa.

#### 3.5.4 Mensuração da Frequência Cardíaca

A frequência cardíaca (FC) foi obtida por meio do frequencímetro da marca Polar® (modelo S610i) durante todos os testes. O monitor cardíaco foi programado para obtenção de valores médios a cada 10 segundos para a *performance* estática e a cada 15 segundos para apnéia dinâmica. A fim de comparar a FC entre o início e o final de cada teste, foi estabelecido como critério a o valor da FC imediatamente antes de iniciar (imersão da cabeça na água) a *performance* de apnéia e imediatamente ao término da mesma (saída da cabeça da água). Assim, foi calculado o delta ( $\Delta$ ) da FC, por meio da subtração da FC final e FC inicial.

#### 3.5.5 Mensuração do Lactato Sanguíneo

Para a mensuração das [La], foram coletados 25 $\mu$ l de sangue arterializado do lóbulo da orelha em capilar heparinizado. O sangue foi imediatamente transferido para microtubos de polietileno com tampa tipo Eppendorff de 1,5ml, contendo 50 $\mu$ l de NaF 1% e este foi armazenado no gelo até a posterior análise.

No teste de apnéia estática o sangue capilar foi coletado antes e no minuto 1 e na *performance* de apnéia dinâmica foi coletado em repouso e no pós teste nos minutos 1, 3 e 5.

A fim de comparar a resposta lactacidêmica entre o início e o final de cada teste, foi estabelecido como critério o valor do lactato sanguíneo coletado antes de iniciar a *performance* de apnéia (repouso) e o maior valor obtido nas mensurações pós

performance. Assim, foi calculado o delta ( $\Delta$ ) do lactato, por meio da subtração da lactato final e lactato inicial.

### 3.6 TRATAMENTO DOS DADOS

Os resultados foram analisados de forma quantitativa, com aplicação de estatística descritiva (média e desvio padrão), comparativa e correlacional, visando identificar se existe reprodutibilidade da *performances* e das variáveis fisiológicas entre teste e reteste nas apnéias dinâmica e estática.

Inicialmente foi realizado o teste de Shapiro-Wilk, para verificar a normalidade dos dados. Para comparação entre as variáveis obtidas (Performance,  $\Delta$ FC e  $\Delta$ [LA]) no teste e reteste foi realizado um teste “t” pareado, já que os dados apresentaram distribuição normal.

A fim de verificar a correlação entre as medidas no teste e reteste utilizou-se o coeficiente de correlação intraclasse. Para testar a correlação entre as variáveis foi utilizado o coeficiente de correlação de Pearson. O *software* GraphPad Prism® foi utilizado para realizar as análises.

O erro típico de medida (ETM) foi calculado para cada parâmetro analisado, entre o teste e reteste. O ETM foi obtido a partir do desvio padrão da diferença entre o teste-reteste, dividido pela  $\sqrt{2}$ . O coeficiente de variação (CV) do ETM foi calculado para expressar o percentual em que representou da média. Para todos os testes o valor de “p” considerado foi de  $\leq 0,05$ .

#### 4 RESULTADOS

Na tabela 3 estão apresentados os valores de performance dos testes do melhor atleta deste estudo, e o percentual destas *performances* com os recordes mundial, brasileiro e estadual. Observa-se com esta análise, que o nível de desempenho da amostra estudada é compatível com as performances estaduais.

Tabela 3 – Caracterização da melhor performance da amostra em relação ao recorde mundial, nacional e estadual.

Apnéia	Melhor Performance	RC Mundial	RC Brasileiro	RC Estadual
Estática	307 s	66%	76%	89%
Dinâmica	68,75 m	54%	55%	92%

Na tabela 4 são apresentados os valores médios, desvio padrão, erro típico de medida e seu coeficiente de variação da *performance* da apnéia estática,  $\Delta FC$  e  $\Delta [LA]$ , entre o teste e o reteste. Observa-se que não foram encontradas correlações significativas entre as respostas fisiológicas no teste e reteste obtidas na apnéia estática.



Tabela 4 - Valores individuais e médios, desvio padrão, erro típico de medida e seu respectivo coeficiente de variação referentes ao teste e reteste da performance estática e das variações da frequência cardíaca e lactato sanguíneo.

Sujeitos	<i>Performance</i> (s)		$\Delta$ FC (bpm)		$\Delta$ [LA] (mM)	
	Teste	Reteste	Teste	Reteste	Teste	Resteste
1	260,0	240,0	-17,0	-18,0	-0,1	0,0
2	138,0	209,0	-56,0	-30,0	1,1	0,7
3	140,0	160,0	-29,0	-17,0	0,1	0,4
4	168,0	168,0	-36,0	-58,0	0,5	0,3
5	287,0	200,0	-39,0	-45,0	0,6	0,1
6	229,0	307,0	-52,0	-75,0	0,5	0,1
7	165,0	208,0	-25,0	-37,0	-0,2	0,1
8	160,0	191,0	-41,0	-46,0	0,2	0,9
9	227,0	212,0	-42,0	-38,0	0,0	0,2
10	240,0	250,0	-40,0	-42,0	1,0	0,8
Média	201,4	214,5	-37,7	-40,6	0,4	0,4
DP	53,4	42,7	9,3	15,5	0,4	0,3
ETM		34,09		10,47		0,28
CV		16,4%		26,8%		68,9%
r		0,51		0,40		0,48

DP = desvio padrão; ETM = erro típico de medida; CV = coeficiente de variação do ETM; r = coeficiente de correlação intraclassa.

Na tabela 5 são apresentados os valores médios, desvio padrão, erro típico e coeficiente de variação da *performance* da apnéia dinâmica,  $\Delta$ FC e  $\Delta$ [LA], todos em teste e reteste. A análise da tabela permite verificar a existência de uma correlação moderada ( $r = 0,58$ ) entre a *performance* Dinâmica no Teste e Reteste.

Tabela 5 - Valores individuais e médios, desvio padrão, erro típico de medida e seu respectivo coeficiente de variação referentes ao teste e reteste da performance dinâmica e das variações da frequência cardíaca e lactato sanguíneo.

Sujeitos	Performance (m)		$\Delta$ FC (bpm)		$\Delta$ [LA] (mM)	
	Teste	Reteste	Teste	Reteste	Teste	Resteste
1	61,8	66,6	-3,0	3,0	1,5	2,4
2	50,0	43,9	-9,0	2,0	8,0	3,6
3	48,7	59,7	0,0	-2,0	8,0	6,9
4	46,5	55,9	2,0	-5,0	4,8	5,8
5	63,7	59,6	-2,0	-1,0	2,3	1,8
6	65,9	68,8	-31,0	-1,0	3,5	6,0
7	50,0	50,0	-7,0	-10,0	5,7	2,5
8	54,4	56,8	-9,0	-6,0	7,8	6,8
9	50,0	66,0	3,0	5,0	3,6	4,3
10	50,0	55,6	-10,0	-9,0	6,6	7,6
Média	54,1	58,3	-6,6	-2,4	5,2	4,8
DP	7,0	7,7	9,7	5,0	2,4	2,1
ETM		4,8		5,3		1,5
CV		8,5%		117,1%		29,8%
r		0,58*		0,35		0,58

DP = desvio padrão; ETM = erro típico de medida; CV = coeficiente de variação do ETM; r = coeficiente de correlação intraclassa; \*p<0,05 em relação ao teste.

Na tabela 6 os valores de [LA] inicial (p=-0,66) e  $\Delta$ [LA] (p=-0,65) do teste da performance dinâmica, demonstrando, assim, que houve uma correlação significativa em relação ao reteste, bem como a FC inicial no reteste. Já os valores da performance estática observa-se que os valores não foram diferentes quando comparadas ao teste e reteste

Tabela 6 – Coeficientes de correlação entre cada performance e as variáveis fisiológicas analisadas.

	FCinicial	FCfinal	[LA]inicial	[LA]final	ΔFC	Δ[LA]
Dinâmico-t	0,49	0,09	-0,36	-0,66*	-0,47	-0,65*
Dinâmico-r	0,76*	0,59	0,27	0,13	0,42	0,07
Estático-t	-0,31	-0,33	0,41	0,42	0,13	0,02
Estático-r	0,10	-0,16	0,26	-0,09	-0,17	-0,46

t= teste; r= reteste; \*p<0,05

Na tabela 7, pode-se observar a ocorrência de uma redução significativa da FC inicial e final, sendo que os níveis de [LA] inicial e final não tiveram mudança significativa durante a performance estática no teste e reteste. Já na tabela 8 encontramos um aumento significativo na [LA] tanto no teste como no reteste e a FC inicial e final não houve diferença significativa, como hipotetizado.

Tabela 7 – Valores médios + DP da FC e [LA] inicial e final na performance Estática (teste e resteste).

Variáveis	Teste		Reteste	
	Inicial	Final	Inicial	Final
FC (bpm)	90 ± 12	53* ± 7	93 ± 16	52* ± 7
[LA] (mM)	1,28 ± 0,32	1,65 ± 0,30	1,18 ± 0,45	1,53 ± 0,43

\* p<0,0001

Tabela 8 – Valores médios + DP da FC e [LA] inicial e final na performance Dinâmica (teste e resteste).

Variáveis	Teste		Reteste	
	Inicial	Final	Inicial	Final
FC (bpm)	95 ± 11,7	89 ± 10,1	93 ± 9,39	91 ± 10,2
[LA] (mM)	1,25 ± 0,46	6,43 ± 2,65	1,05 ± 0,45	5,82 ± 2,23

A figura 1 mostra os gráficos de dispersão na *performance* dinâmica (A), estática (B) e ambas as performances (C), além do coeficiente de correlação ( $r$ ) das mesmas. Verifica-se que a variável da *performance* dinâmica apresentou uma baixa correlação ( $r=0,58$ ) entre teste e reteste bem como na *performance* estática ( $r=0,51$ ). Já comparando as duas *performances* podemos verificar que houve um coeficiente de variação moderado ( $r=0,68$ ).

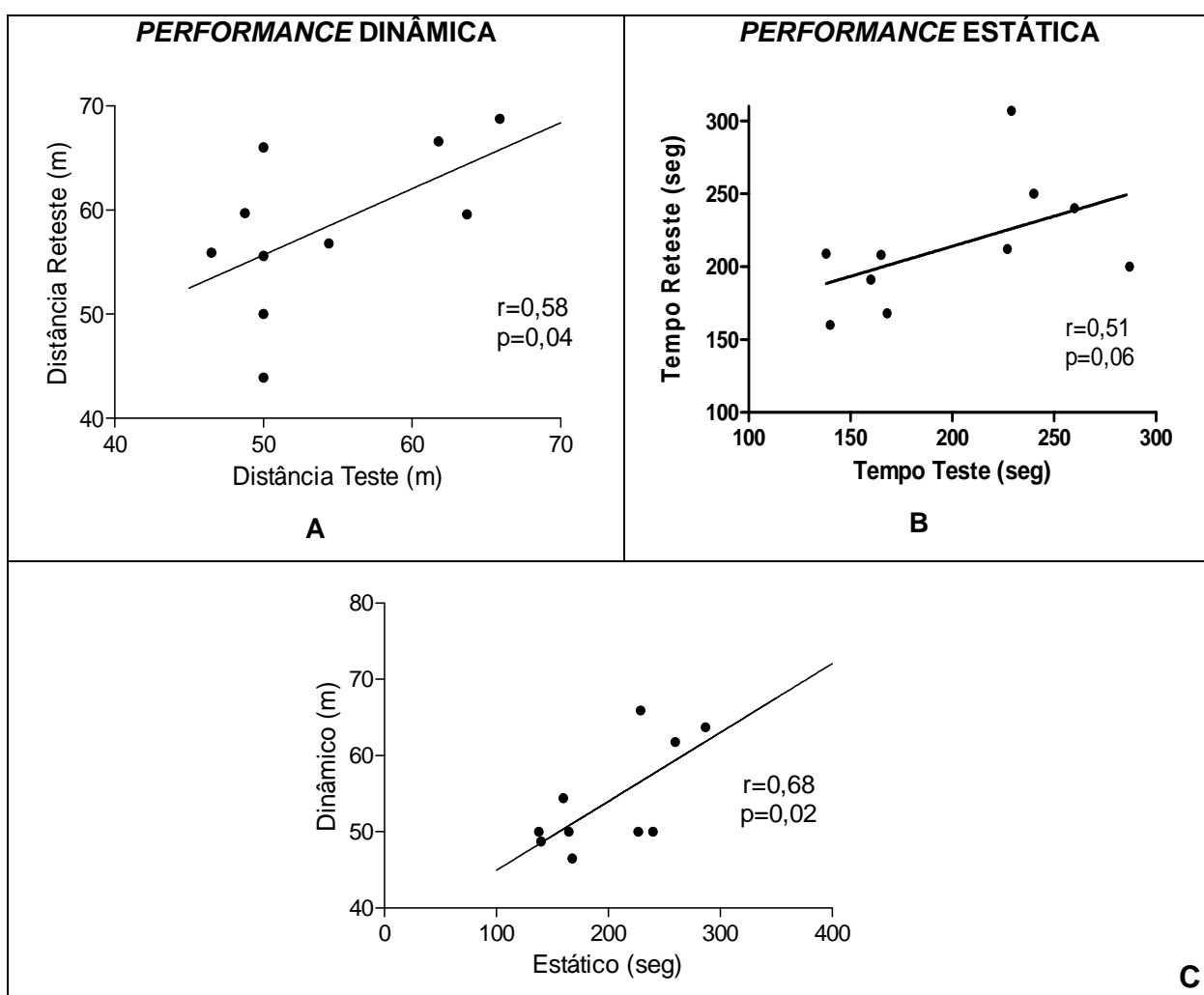


Figura 1 - Gráfico de dispersão entre teste e reteste da *performance* dinâmica e estática e correlação entre ambas (dinâmica e estática).

## 5 DISCUSSÃO

A caracterização da *performance* da apnéia esportiva não tem sido alvo de estudos científicos, já que esta modalidade é recente e ainda pouco difundida. A presente investigação teve como principal objetivo verificar a reprodutibilidade da *performance* e das respostas fisiológicas da apnéia estática e dinâmica em praticantes sistemáticos de treinamento desta modalidade. O principal achado deste estudo foi à baixa reprodutibilidade das *performances* de apnéia dinâmica e principalmente estática (tabela 4). Esta afirmação é possível a partir do alto coeficiente de variação do erro típico de medida (ETM) encontrado entre o teste e reteste da *performance* estática (16%) e dinâmica (8%). Entretanto quando analisados os valores médios entre o teste e reteste, não foi encontrada diferença significativa para ambas as *performances* (estática e dinâmica). Em relação à correlação entre teste e reteste, apenas a *performance* dinâmica apresentou um coeficiente significativo porém moderado ( $r=0,58$ ) (figura 1).

Assim podemos considerar que para a amostra estudada houve uma alta variabilidade intra-individual entre o teste e reteste demonstrando baixa reprodutibilidade, especialmente na *performance* estática que apresentou o dobro de variação em relação à *performance* dinâmica. Megda (2010) recentemente encontrou valores de CV para a *performance* de 200m na natação de 1,4%, demonstrando uma alta reprodutibilidade entre um teste e reteste em nadadores de nível regional.

Esta alta variabilidade da *performance* de apnéia pode ser explicada principalmente pela falta de experiência competitiva dos indivíduos estudados. Também podem-se considerar outros fatores que afetam a reprodutibilidade deste tipo de *performance*, tais como, temperatura da água, tipo de vestimenta e condições psicológicas (por exemplo: motivação intrínseca e extrínseca; ansiedade). Entretanto devemos ter cautela nesta afirmação, pois pouco se conhece sobre a reprodutibilidade deste tipo de atividade, e é possível que a mesma não tenha uma estabilidade de *performance* comumente encontrada em outras modalidades, como a natação, corrida ou ciclismo.

Hopkins (2000), afirma que a consistência do desempenho em um teste é relacionada à reprodutibilidade das medidas sobre múltiplas repetições. Atkinson e

Nevil (1998) salientam que é extremamente importante assegurar que uma medida que faça parte de uma pesquisa ou sustente o controle do rendimento de um atleta seja adequadamente reprodutível e válido.

Um segundo objetivo deste estudo foi analisar as mudanças da resposta cardíaca durante a apnéia e também da [LA] após a mesma. A resposta do lactato sanguíneo frente aos exercícios cíclicos, como natação, ciclismo, remo e corrida são bem conhecidos e estudados nas ultima décadas. Entretanto, poucos estudos analisaram as respostas lactacidemicas durante atividades de apnéia, tanto estática e principalmente dinâmica. Em relação à reprodutibilidade destas variáveis fisiológicas, observou-se também uma alta variabilidade intra-individual embora as médias não tenham apresentado diferenças significantes entre si. Uma novidade deste estudo foi ter analisado a resposta lactacidemica da apneia, e como esperado após a apnéia estática o lactato sanguíneo significativo. Entretanto, o  $\Delta$ [LA] sanguíneo na apnéia dinâmica apresentou valores aproximadamente de 5mM, resultado que não havia sido encontrados relatos na literatura. Assim, este resultado com caráter descritivo não pode ser comparado a outros estudos, já que faltam informações a respeito na literatura.

Por outro lado a bradicardia decorrente da *performance* estática tem sido bem relatada e estudada na literatura. De acordo com Barosa (1990), em um estudo realizado com mergulhadores, a resposta da FC à apnéia é tipicamente uma bradicardia inicial seguida de uma fase de ajuste de cerca de 30 s, onde o fluxo sanguíneo capilar cai rapidamente e atinge o menor valor em cerca de 10 s a 15 s. Nesse mesmo estudo foram realizadas tentativas para se relacionar tanto o grau de bradicardia atingido como o espaço de tempo necessário para sua ocorrência, com a capacidade apneistica individual. Desde que existam diferenças individuais quanto ao tempo de apnéia e uma vez que os efeitos de um tempo prolongado de apnéia na bradicardia ainda não estão bem claros, é possível que ocorram certas discrepâncias (DANCINI, 2005). Ou seja, o efeito da bradicardia se torna mais pronunciado após os primeiros 20% do tempo de apnéia e nivela-se durante os 20% finais. O termino da apnéia, por sua vez, tem mostrado vários resultados sobre a FC.

Mais recentemente, estudos das FC em atletas de nado sincronizado foram demonstrados que existia uma redução significativa na FC com o passar do tempo.

Observaram que a imersão da face promoveu significativa redução da FC ( $-21 \pm 2$  bpm em mulheres e  $-19 \pm 2$  bpm em homens), como acontece durante a apnéia estática. No entanto, quando a imersão era associada ao esforço físico, foi observada discreta elevação da FC ( $9 \pm 3$  bpm em mulheres e  $11 \pm 3$  bpm em homens). Portanto, a bradicardia induzida pela imersão parece ser atenuada pelo esforço físico (Al-Ani *et al. apud* Pazikas *et al.* (2005).

Bergman *et al.* (1972) demonstraram que a bradicardia, foi observada em resposta as apnéias dinâmicas e estáticas, onde foram realizadas tentativas para relacionar tanto o grau de bradicardia atingido na estática, com a capacidade individual. Nesse estudo foi comprovado à existência de diferenças individuais, como foram observadas no presente estudo.

Num estudo conduzido por Lindholm (2002), realizado em duas situações (laboratório e água) foi observado que existe uma redução da FC quando imergida a face na água. Os resultados mostraram diferenças intra individual no grau da bradicardia, sendo significativamente elevado, esses resultados se comparam aos obtidos nesse estudo na *performance* estática.

Em relação às variáveis fisiológicas analisadas, foram encontradas significantes correlações entre a *performance* dinâmica, e a [LA]<sub>final</sub> ( $r=0,66$ ) e também com o  $\Delta$ [LA] ( $r=0,65$ ). Entretanto é importante frisar que estas correlações foram observadas apenas no teste e não se repetiu no reteste, colocando em duvida se realmente esta associação foi causal ou coincidental. No reteste da *performance* dinâmica, foi encontrada correlação apenas com a FC inicial, mais uma vez fato que não se repetiu no teste. Assim, se torna difícil afirmar que estas variáveis analisadas são determinantes da *performance* dinâmica. Em relação à *performance* da apnéia estática não foram encontradas correlações significantes com estas variáveis analisadas (Tabela 4).

Novos estudos que verifiquem a reprodutibilidade dos parâmetros de lactato e frequência cardíaca, analisados no presente estudo, são recomendados, principalmente com uma amostra maior e com apneistas de diferentes especialidades. Embora a apnéia esteja se desenvolvendo como esporte de competição nas últimas décadas,

poucos estudos têm buscado explicar os determinantes da *performance* nesta modalidade, seja ela estática ou dinâmica.



## 6 CONCLUSÃO

Com base nos dados obtidos, pode-se concluir que houve baixa reprodutibilidade das *performances* e correlação moderada entre teste e reteste na *performance* dinâmica.

Diante dos resultados, pode-se concluir ainda que a *performance* dinâmica seja uma variável moderadamente reprodutível para a presente amostra.

Em relação às variáveis fisiológicas conclui-se que a FC e a [LA] ao final da *performance* dinâmica podem ser considerados indicadores do desempenho nesta modalidade.

As informações levantadas no presente estudo sobre as propostas e respostas fisiológicas das *performances* de apnéia estática e dinâmica são extremamente valiosas para o melhor entendimento deste esporte. Essas informações podem auxiliar os técnicos, preparadores físicos, nutricionistas e fisiologistas na elaboração de estratégias a fim de atenuar os fatores limitantes da atividade e promover um melhor desempenho. Entretanto, ainda são necessários estudos adicionais, a fim de caracterizar o perfil fisiológico deste fascinante esporte.

## 7 REFERÊNCIAS

AGUDELO, R. D; GIL, A. M. **Escuela de Entrenamiento de La Apnea**. Inmersion, vol2. N3, 1999. Disponível em: [olympio.fortunecity.com/beschoff/452/boletin/mar99.htm](http://olympio.fortunecity.com/beschoff/452/boletin/mar99.htm). Acesso em 10 de outubro de 2009.

AMORIM P. R. S. Fisiologia do exercício: Considerações sobre o controle do treinamento aeróbio. **Revista Mineira de Educação Física**. Viçosa, v.10, n. 1, p.50-61, 2002.

ANDERSON, J. P; LINER, M. H; RUNOW, E; SCHGAAY, E. K. Diving response and arterial oxygen saturation during apnea and exercise in breath-hold divers. **J Appl Physiol**, 2003; 93(3): 882-6.

**Association Internationale pour Le Développement de L'apnée**. Disponível em: [HTTP://www.aida-internacional.org/current\\_world\\_records.htm](http://www.aida-internacional.org/current_world_records.htm). Acesso em 19 de outubro de 2010.

ASTRAND, P.; RODAHL, K. **Biblioteca de Educação Física: Tratado de Educação Física.**; Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

ATKINSON, G.; NEVILL, A. M. Statistical Methods For Assessing Measurement Error (Reliability) in Variables Relevant to Sports Medicine. **Sports Medicine**. v.26, n.4, p.217-238, 1998.

BAKOVIA, A; VALI, Z; ETEROVI, D; VUKOVI, I; OBAD, A; MRINOV, T. Splun volume and blood flows response to replated breath-hold apneas. **Journal of Applied physiology**, 2003; vol20.

BAROSA, C. **Fisiologia do Mergulho em Apnea**. Editora Manole Ltda., São Paulo, 1990.

BENEDETTI T. R. B; PINHO, R. A.; RAMOS, V. M. Dobras cutâneas. In: PETROSKI, E.L. (organizador). **Antropometria: técnicas e padronizações**. Porto Alegre: Pallotti, 2003.

BERGMAN, S. A; CAMPBELL, J. K; WILDENTHAL, K. "Diving reflex" in man: its relation to isometric and dynamic exercise. **J. Appl. Physiol**. 33: 27-31, 1972.

BILLAT, V. L.; SIRVENT, P; Py G; KORALSZTEIN, J. P. The concept of maximal lactate steady state: **a bridge between biochemistry, physiology and sport science**. **Sports Med**, 2003; 27-33.

BOVE, A. A; Davis, J. C. **Diving medicine**. Segunda edição, 1990.

BRUIJIN, R, RICHARDSON, M; SCHAGATAY, E. Increased erythropoietin concentration after repeated apneas in humans. **Eur J Appl Physiol**, 2008; 102:609–613.

DANCINI, J. L. **Mergulho em apnéia: fundamentos para a pratica desportiva**. São Paulo: Editora do Autor, 2005.

DENADAI, B. S. **Efeitos do tipo de exercício e da capacidade aeróbia sobre a taxa de remoção do ato sangüíneo durante a recuperação do esforço de alta intensidade**. Rio Claro; 1996. [Tese de Livre- Docência - Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista].

DENADAI, B. S. Avaliação aeróbia: consumo máximo de oxigênio ou resposta do lactato sangüíneo? In: Denadai BS, editor. Avaliação aeróbia: determinação indireta da resposta do lactato sangüíneo. Rio Claro: Motrix, 2000;3-24.

DONOVAN, C. M.; BROOKS, G. A. Endurance training affects lactate clearance, not lactate production. **American Journal Physiology**. v.244, p.463-470, 1983.

EARLE, R. W.; BAECHLE, T. R. **NSCA's Essentials of Personal Training**. Champaign: Human Kinetics, 2004.

EDMONDS, C. W; WALKER, D. G. Snorkeling deaths in Australia, 1987-1996. **Med J Aust** 1999; 171(11-12):591-594.

EGUSKITZA, X; HUEY, R. B. Limits to human performance. **Journal of experimental biology**, 2001; V 204, p3119.

FAUKNER, J. A. Physiology of swimming and diving. In: FALLS, H. **Exerc Physiol**, Baltimore: Academic Press, 1968.

FERNANDES, R; CARDOSO, C. S; SOARES, S; ASCENSÃO, A; COLAÇO, P; VILAS BOAS, J. P. Time Limit and VO<sub>2</sub> Slow Component at Intensities Corresponding to VO<sub>2</sub>max in Swimmers. **Int Sports Med**, 2002; v 24, p576-58.

FERRERAS, P. The Human Aquatic Potential. Acesso em 30 de outubro de 2010. [http://www.aidabrasil.com.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=23&Itemid=27](http://www.aidabrasil.com.br/index.php?option=com_content&view=article&id=23&Itemid=27)

FERRIGNO, M; HICKEY, D. D; LIN, M. H. Cardiac performance in humans during breath holding. **J Appl Physiol** 1986; 60(6):1871-1877.

FERRIGNO, M; HICKEY, D. D; LIN, M. H. Simulated breath-hold diving to 20 meters: cardiac performance in humans. **J Appl Physiol** 1987a; 62(6):2160-2167.

FERRETTI, G. Extreme human breath-hold diving. **Eur J Appl Physiol**, 2001; 84(4): 254-71.

FILUS, R. **O Efeito de Rodízios entre Postos de Trabalho nos Indicadores de Fadiga Muscular – O Acido Láctico**. Dissertação de mestrado apresentado na Universidade Federal do Paraná, 2006.

FRANCHINI, E; MATSUSHIGUE, K. A; COLANTONIO, M. A; DAL'MOLIN, K. Comparação dos analisadores de lactato accusport e yellow springs. **R. bras. Ci. e Mov.** Brasília v. 12 n. 1 p. 39-44 jan./mar. 2004

FOSS, M.L.; KETEYIAN, S.J. **Bases Fisiológicas do Exercício e do Esporte**. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, 2000.

GOODEN, B. A. The diving response in clinical medicine. **Aviat Space Environ Med**, 1982 53(3):273-276.

GRASSI, B; FERRETTI, G; COSTA, M. Ventilatory responses to hypercapnia and hypoxia in elite breath-hold divers. **Resp Physiol**, 1994; 97(3):323-332.

GUGLIELMO, L. G. A. **Efeitos de diferentes tipos de treinamento sobre a intensidade e o tempo de exaustão a 100% do VO<sub>2</sub>max**. Tese (Doutorado em Ciências da motricidade) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Universidade do Estado de São Paulo, São Paulo, 2005.

HOPKINS, W. G. Measures of Reliability in Sports Medicine and Science. **Sports Medicine**. v.30, n.1, p.1-15, 2000.

HURFORD, W. E; HONG, S. K; PARK, Y. S. Splenic contraction during breath-hold diving in the Korean Ama. **J Appl Physiol**, 1990; 69(3):932-936.

HYATT, W. Freediving. Making it safe diving as well. **Alert Diver**, 2003; p.32-41.

LINDHOLM, P. **Severe hypoxemia during apnea in humans: influence of cardiovascular responses**. From the Department of Physiology and Pharmacology. Stockholm, Sweden, 2002.

LINDHOLM, P; NORDH, J; GENNSER, M. **The heart rate of breath-hold divers during static apnea: effects of competitive stress**. *Competition increases heart rate during static apnea .No.02, Vol 33, UHM 2006*.

LINDHOLM, P; SUNDBLAD, P; LINNARSSON, A. D. Oxygen-conserving effects of apnea in exercising men Section of Environmental Physiology, Department of **Physiology and Pharmacology, Karolinska Institutet**, SE-171 77 Stockholm, Sweden. 2010

MANLEY, L. Apnoeic heart rate responses in humans. A review. **Sports Medicine**, 1990; 9(5): 286-310.

McARDLE, W. D.; KATCH, F. I.; KATCH, V. L. **Fisiologia do Exercício – Energia, Nutrição e Desempenho Humano**. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan S.A., 2003.

MEGDA, T. H. B. **Reprodutibilidade da Taxa de Remoção do Lactato Sanguíneo na Nataçãõ**. Santa Catarina, 2010. Monografia apresentada ao curso de Bacharelado em Educação Física da Universidade Federal de Santa Catarina.

NEAL, W. Breath-Hold Diving: Expanding Our Aquatic Range, **Alert Diver 501 Nonprofit Association**, 2008.

Pazikas, M. G. A; Curi, A e Aoki, M. S. Comportamento de variáveis fisiológicas em atletas de nado sincronizado durante uma sessão de treinamento na fase de preparação para as Olimpíadas de Atenas 2004. **Rev Bras Med Esporte** \_ Vol. 11, Nº 6 – Nov/Dez, 2005

PIPIN, F.; **Freitauchen - Die Geschichte**. Disponível em: <<http://home.pages.at/uwsport/deutsch/freedivegeschichte.htm>>. Acesso em: 15 out. 2010.

POWERS, S. K; HOWLEY, E. T. **Fisiologia do Exercício**. 3º Ed. São Paulo, Manole. 2000.

RAHN, H. Physiology of breath-hold diving and the ama of Japan. **National Academy of Science, National Research Council**, Publication 1341, 1965; p. 207-219.

RAHN, H.; **Breath-hold diving: a brief history**. National Sea Grant Library. Disponível em: <[http://nsgl.gso.uri.edu/nysgi/nysgiw85001/nysgiw85001\\_part1.pdf](http://nsgl.gso.uri.edu/nysgi/nysgiw85001/nysgiw85001_part1.pdf)>. Acesso em: 13 set. 2010.

RADERMACHER, P; FALKE, K. J; PARK, Y.S; AHN D. W; HONK, S. K; QVIST, J; ZAPOL, W. M. Nitrogen tensions in brachial vein blood of Korean ama divers. **Zentrum fur Anaesthesiologie**, Heinrich-28 - **Heine-Universitat, Dusseldorf**, Federal Republic of Germany. PMID: 1490974 [PubMed - indexed for MEDLINE].

SIKTER, A; FRECSKA, E; BRAUN, I. M; GONDA, X; RIHMER, Z. The role of hyperventilation-hypocapnia in the pathomechanism of panic disorder. **Rev Bras Psiq**, 29-4, Dez 2007.

SUK, K.H. Breath-hold Diving. In Bove and Davis' Diving Medicine. 3<sup>rd</sup> ed. Philadelphia, **WB Saunders Company**, 1997; p. 65-74.

TEREKHIN, P. I. The role of hypocapnia in inducing altered states of consciousness. **Human Physiology**. Nov-Dec, 1996; Vol 22(6): 730-735.

THOMAS, J. R.; NELSON, J. K. **Métodos de Pesquisa em Atividade Física**. Porto Alegre: Artmed, 2002.

TORRES, F. L. **Ajustes Cardiovasculares e Respiratórios do mergulho em Apnéia**. Monografia apresentada na Universidade de São Paulo/Escola de Educação Física, 2004.

WEIN, J; ANDERSON, J. P; ERDÉUS, J. Cardiac and Ventilatory Responses to Apneic Exercise. Accepted: 25 January 2007 / Published online: 16 February 2007 \_ **Springer-Verlag** 2007.

WEST, P; GEORGE, C. F; KRYGER, M. H. Dynamic in vivo response characteristics of three oximeters: **Hewlett- Packard 47201A, Biox III, and Nellcor N- 100**.1987; Sleep 10(3): 263-71.

WILMORE, J. H.; COSTILL, D. L. **Fisiologia do Esporte e do Exercício**. São Paulo: Editora Manole, 2001.

WITHERS, R. T; WHITTINGHAM, N. O; NORTON, K. L, DUTTIN, M. Somatotypes of south australian female games players. **Human Biology**. v. 59, n. 4, p. 575-584, 1987.

## APÊNDICE 1



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE DESPORTOS  
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO FÍSICA



### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Título do Trabalho: **REPRODUTIBILIDADE DA *PERFORMANCE* DAS RESPOSTAS FISIOLÓGICAS DURANTE A APNÉIA ESTÁTICA E DINÂMICA**

Você está sendo convidado a participar como voluntário da pesquisa intitulada “**Reprodutibilidade da Performance das Respostas Fisiológicas Durante a Apnéia Estática e Dinâmica**”, a ser realizada junto ao Laboratório de Esforço Físico (LAEF), vinculado ao Centro de Desportos (CDS) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

Com sua adesão ao estudo, você terá que ficar disponível para a pesquisa em 4 sessões (duas performances estáticas e duas performances dinâmicas), realizada na piscina do complexo aquático do CDS/UFSC, com duração de aproximadamente 30 minutos. Você não poderá se submeter a nenhum esforço intenso em um período de 24 horas antecedentes aos testes.

Para determinação do Lactato serão recolhidas amostras de sangue capilar (25 ml) do lóbulo da orelha previamente hiperemizada (Finalgon, Thomae, Biberach, Germany), as quais serão imediatamente com recurso a um método enzimático, utilizando um instrumento de análise de lactato (Lactímetro) da marca *Yellow Springs Instruments 1500L-Sport analyser*. E a frequência cardíaca pelo uso de aparelho freqüencímetro da marca POLAR (Polar Electro Oi - Finlândia) modelo Accurex Plus, durante o teste. O aparelho móvel é composto de uma cinta elástica radio - magnética afixada ao tórax dos sujeitos o qual captura sinais elétricos propagados pela parede muscular do coração e os transmite a um receptor digital na forma de relógio cronógrafo, afixado por pulseira plástica regulável ao punho dos sujeitos. Os valores

obtidos pelo aparelho frequencímetro foram transcritos para planilha digital de dados para PC, através de aparelho de interface e software específico POLAR e apresentados de forma gráfica.

Para participar deste estudo, você deverá estar ciente que poderá apresentar náuseas e vômitos decorrentes do esforço físico na realização dos testes.

A sua identidade será preservada, pois cada indivíduo da amostra deverá ser identificado por um número.

Os benefícios e as vantagens em participar deste estudo, serão a sua contribuição, de forma única, para o desenvolvimento da ciência, dando possibilidade a novas descobertas e o avanço das pesquisas. Além disto, você tomará conhecimento de sua composição corporal e de índices de performance específicos e individuais, a partir do repasse do relatório individual de sua avaliação.

As pessoas que estarão lhe acompanhando serão os professores: Ricardo Dantas de Lucas, Luiz Guilherme Antonacci Guglielmo, além de alguns colaboradores do LAEF.

Salientamos ainda, que você poderá retirar-se do estudo a qualquer momento. Do contrário, solicitamos a sua autorização para o uso de seus dados para a produção de artigos técnicos e científicos. A sua privacidade será mantida através da não-identificação do seu nome.

Agradecemos desde já a sua participação e colaboração.

#### **CONTATOS:**

Acadêmica Grazeleine Fernandes.

E-mail: leninhafernandes13@gmail.com.

Tel.: (48) 91327424

Prof. Dr. Luiz Guilherme Antonacci Guglielmo.

E-mail: luizguilherme@cds.ufsc.br

Prof. Drdo Ricardo Dantas de Lucas.

E-mail: ricardo@tridantas.com.br



### **TERMO DE CONSENTIMENTO**

Declaro que fui informado sobre todos os procedimentos da pesquisa; que recebi, de forma clara e objetiva, todas as explicações pertinentes ao projeto; e que todos os dados a meu respeito serão sigilosos. Eu compreendo que, neste estudo, as medições dos experimentos/procedimentos serão feitas em mim.

Declaro, ainda, que fui informado da possibilidade de poder me retirar do estudo a qualquer momento.

Nome por extenso \_\_\_\_\_

Assinatura \_\_\_\_\_

Florianópolis (SC), \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_