

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA SUPERIOR DE EDUCAÇÃO FÍSICA  
CURSO DE MESTRADO EM CIÊNCIAS DO MOVIMENTO HUMANO

**EFEITOS HIDROSTÁTICOS E DA POSIÇÃO DO INDIVÍDUO  
NA TENSÃO ARTERIAL E FREQUÊNCIA CARDÍACA**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

RICARDO DE ALMEIDA CASTILLO

Porto Alegre, junho de 1994.

Dissertação apresentada à Escola Superior de Educação Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para a obtenção do Grau de Mestre em Ciências do Movimento Humano.

ORIENTADOR: Dr. Claus Dieter Stobaus

Doutor em Ciências Humanas Educação - UFRGS

BANCA EXAMINADORA: Dr. Jorge Pinto Ribeiro

Dr. José Blanco Herrera

Porto Alegre, junho de 1994.

C352e Castillo, Ricardo de Almeida

Efeitos Hidrostáticos e da posição do indivíduo na tensão arterial e frequência cardíaca.  
Porto Alegre: UFRGS, 1994.

f. il., graf.

Dissertação (Mestrado) Curso de Mestrado em Ciências do Movimento Humano. Escola Superior de Educação Física. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

1. Frequência cardíaca. 2. Tensão arterial.

I. Título.

CDU 616.12-008.31

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Prof. Dr. Claus Dieter Stobaus, pela confiança e orientação;

Aos estudantes da ESEF - UFRGS que participaram como sujeitos desta pesquisa;

Ao Prof. Alberto Bischoff, pelo auxílio durante as medições;

Ao amigo José Sílvio Amaral Camargo, pelas ilustrações;

Ao Prof. Álvaro Reischak de Oliveira por seu auxílio e orientação;

Aos meus pais e irmãos,  
minha esposa, especialmente

Meu sincero obrigado.

**SUMÁRIO**

Sumário	V
Relação de anexos	VII
Relação de Tabelas	VIII
Relação de Gráficos	IX
Relação de Figuras	X
Resumo	XI
Abstract	XII
<b>Introdução</b>	1
Aspectos Gerais	1
Diferenças do exercício na água e fora da água	4
Relações cardiovasculares	7
Relações com a temperatura da água	12
<b>Metodologia</b>	15
Campo de ação	15
População/Amostra	15
Procedimentos	16
Exemplo dos procedimentos	17
Tratamento estatístico	22
<b>Resultados</b>	23
Frequência cardíaca	24
Tensão Arterial	34
Tensão Arterial Média	48
<b>Discussão</b>	56
<b>Conclusão</b>	61

<b>Bibliografia</b>	62
<b>Anexos</b>	69

**Relação de Anexos**

Anexo I - Relação de idades e temperaturas	70
Anexo II – Resultados de Frequência Cardíaca	71
Anexo III - Resultados de tensão Arterial - Homens	72
Anexo IV - Resultados de Tensão Arterial - Mulheres	73
Anexo V - Resultados de Tensão Arterial Média	74

**Relação de Tabelas**

1.1 – Variação de FC na posição ortostática	24
1.2 – Variação de FC na posição sentada	26
1.3 – Variação de FC na posição supina	28
1.4 – Variação de FC em terra	29
1.5 – Variação de FC na água com a face emersa	30
1.6 - Variação de FC na água com a face submersa	31
1.7 - Teste T orto/terra x supina/água com a face submersa	33
2.1 - Variação de TA na posição ortostática	34
2.2 - Variação de TA na posição sentada	37
2.3 - Variação de TA na posição supina	39
2.4 - Variação de TA em terra	40
2.5 - Variação de Ta na água com a face emersa	42
2.6 - Variação de Ta na água com a face submersa	44
2.7 - Teste T orto/terra x supina/água com a face submersa	46
3.1 - Variação de TAM na posição ortostática	48
3.2 - Variação de TAM na posição sentada	50
3.3 - Variação de TAM na posição supina	51
3.4 - Variação de TAM em terra	52
3.5 - Variação de TAM na água com a face emersa	53
3.6 - Variação de TAM na água com a face submersa	54
3.7 - Teste T orto/terra x supina/água com a face submersa	54



**Relação de Gráficos**

1.1 - Variação de FC na posição ortostática	25
1.2 - Variação de FC na posição sentada	27
1.3 - Variação de FC na posição supina	29
1.4 - Variação de FC em terra	30
1.5 - Variação de FC na água com a face emersa	31
1.6 - Variação de FC na água com a face submersa	32
1.7 - Teste T orto/terra x supina/água com a face submersa	33
2.1 - Variação de TA na posição ortostática	36
2.2 - Variação de TA na posição sentada	37
2.3 - Variação de TA na posição supina	39
2.4 - Variação de TA em terra	41
2.5 - Variação de TA na água com a face emersa	42
2.6 - Variação de TA na água com a face submersa	44
2.7 - Teste T orto/terra x supina/água com a face submersa	46
3.1 - Variação de TAM na posição ortostática	49
3.2 - Variação de TAM na posição sentada	50
3.3 - Variação de TAM na posição supina	51
3.4 - Variação de TAM em terra	52
3.5 - Variação de TAM na água com a face emersa	53
3.6 - Variação de TAM na água com a face submersa	54
3.7 - Teste T orto/terra x supina/água com a face submersa	55
4 – Mecanismos nervosos de ação rápida de controle da pressão arterial após início da perturbação	57

**Relação de Figuras**

Figura 1	19
Figura 2	19
Figura 3	20
Figura 4	20
Figura 5	21
Figura 6	21
Figura 7	22
Figura 8	22
Figura 9	23

## RESUMO

O objetivo deste estudo foi investigar as alterações de frequência cardíaca (FC) e tensão arterial (TA) em terra (TER) e na água, com a face emersa (AFE) e submersa (AFS), em diferentes posições. Participaram deste estudo dez homens (idade média de 22,6 anos; d.p. = 2,67) e dez mulheres, com média de idade de 21,1 anos (d.p. = 1,97). A TA foi medida por auscultação com um esfigmomanômetro adaptado e a FC por auscultação, com contagem dos batimentos num período de 30s. As medidas em terra foram realizadas nas posições supina (SUP), sentada (SENT) e ortostática (ORTO) com dois minutos de intervalo entre as posições, sendo o mesmo procedimento repetido com os sujeitos na AFE AFS. O nível de significância em todos os casos foi de 5%. Em terra, comparando-se a FC nas diferentes posições constatou-se uma diminuição significativa da posição ORTO para SENT e da ORTO para SUP em ambos sexos, e também da SENT para SUP para as mulheres. Na AFE, comparando-se a FC em diferentes posições, constatou-se uma diminuição significativa da ORTO para a SUP em ambos os sexos e da SENT para SUP para as mulheres. Na AFS, constatou-se uma diminuição significativa da ORTO para SENT e ORTO para SUP para os homens e da SENT para SUP entre mulheres. Comparando-se a FC mantendo-se a posição e variando-se o meio constatou-se o seguinte. Na posição ORTO houve diminuição significativa da TER para AFE e AFS, para ambos os sexos e de AFE para AFS nos homens. Na posição SENT, houve diminuição da TER para AFE e AFS, somente para as mulheres. Na SUP, houve diminuição da TER para AFE e desta para AFS, somente para as mulheres. Na TAM, mantendo-se a posição ORTO e variando-se o meio houve uma diminuição significativa da TER para AFE e AFS em ambos os sexos. Mantendo-se a posição SENT e a SUP, houve diminuição significativa entre TER e AFE, AFS apenas para os homens. Nos resultados a TAM, mantendo-se o meio e variando-se as posições não houve diferença significativa.

**PALAVRAS - CHAVE:** pressão arterial, frequência cardíaca, natação, bradicardia, hipotensão.

**ABSTRACT**

Heart rate (HR) and blood pressure (BP), on land and in the water, with facial immersion (WFI) or not (NFI) in different positions, were measured in ten male students (aged 22,6 years - s.d.=2,67) and in ten female students (aged 21,1 - s.d.=1,97). The BP was measured by means of an adapted sphygmomanometer and the HR by auscultation during 30s. The subjects were resting on LAND and were measured at supine position (SUP), sitting (SIT) and standing (STAND), for a period of two minutes in each of these positions before measuring. This was repeated with the subjects in NFI and WFI. It was used a statistically significance ( $p < 0.05$ ). On LAND, the HR in different positions was significantly lower from STAND to SIT and from STAND to SUP, in both sex. From SIT to SUP with the female. In NFI, the HR was significantly lower from STAND to SUP in all subjects, and from SIT to SUP with the female. In WFI, the HR was LOWER from STAND to SIT, STAND to SUP with the male and from SIT to SUP with the female. When the subjects changed the environment and maintained the same position, the HR was lower at STAND position, from LAND to NFI and WFI in both groups, and from NFI to WFI with the male. At SIT, the HR was significantly lower from LAND to NFI and WFI only with the female. At SUP, from LAND to NFI, and from NFI to WFI with the female.

In Medium Blood Pressure (MBP), at STAND position, there was a statistically difference from LAND to NFI, and WFI in both sex. At SIT and SUP, there was a difference from LAND to NFI and WFI, only with the male. In MBP, maintaining the environment and changing the positions, there was not any statistically difference.

**KEY - WORDS:** blood pressure, heart rate, swimming, bradycardia, hypotension.

## INTRODUÇÃO

### ASPECTOS GERAIS

A natação não é comumente utilizada como atividade ergométrica, talvez em função da complexidade que representa a sua aplicabilidade prática, pois vários outros fatores devem ser considerados, se comparados ao trabalho em terra: a posição do corpo (horizontal x vertical), a idade, o grau de habilidade do indivíduo em um meio estranho ao seu, a pressão que a água exerce sobre o indivíduo, sendo causadores de alterações da frequência cardíaca, do débito cardíaco e do sistema vascular.

Vários autores, entre eles Burckhardt et Escobar (1985), Inbar, Dotan, Dlin et al.(1980), Fitch, Morton et Blansby (1976), comentam que a natação tem sido utilizada como tratamento de inúmeros males que afligem o homem, entre eles a asma e alguns problemas ortopédicos. São dois tipos de problemas de saúde que podem ser tratados através de atividades físicas em piscina, tanto com o objetivo de prevenção, como o de reabilitação.

De acordo com Clausen et Trap-Jansen (1970), Froellicher (1983), Fergusson et al.(1974), Broustet (1980), Hagberg, Ehsani, Holloszy (1983), Araújo (1986), Pollock, Willmore et Fox (1986), Skinner (1986), Porcari et al. (1987), as doenças cardíacas ou fatores que possam desencadear um problema cardíaco foram extensamente estudados, como consequência, inúmeras pesquisas aconselham a prática de atividades físicas.

Com o objetivo de prevenção e reabilitação do cardiopata, se realizam as sessões de atividades físicas, em terra, através de corrida, caminhada, ciclismo ou em aparelhos ergométricos.

As atividades físicas em meio líquido apresentam vantagens em relação às de terra. Paradoxalmente, no entanto, não são aproveitadas de forma mais intensiva nos programas de condicionamento físico, principalmente para os obesos e os indivíduos idosos.

Nos obesos a diminuição do impacto sobre articulações, músculos e tendões é o principal benefício. Pode-se também manipular a temperatura da água de forma a facilitar a perda de calor durante o exercício, tendo em vista que a gordura atua como uma barreira para a perda de calor, pois o aumento da temperatura interna é um fator limitante à manutenção da atividade física.

Nos indivíduos idosos, há os benefícios da força de empuxo, válidos especialmente para poupar tendões e ligamentos já tão desgastados, além de manter a massa muscular em atividade controlada.

Destacam McArdle, Glasser et Magel (1971) que, além disso, na água a frequência cardíaca é significativamente mais baixa em esforços máximos, quando comparada, por exemplo, à prática de corrida, caminhada ou ciclismo nos mesmos níveis de esforço. Com isto o indivíduo tem condições de manter uma atividade física por mais tempo, visto ser seu condicionamento aeróbio o objetivo principal a ser alcançado, com diminuição da frequência cardíaca de repouso, hipertrofia dos músculos esqueléticos, maior volume de ejeção cardíaca, maior eficiência respiratória, redução de níveis sanguíneos de colesterol e de triglicerídios.

Dados como estes levam a crer nos benefícios e vantagens da atividade em meio líquido, como maiores que as atividades convencionais em terra, fazendo com que o indivíduo possa manter, durante um tempo maior, uma atividade moderada e continuada e, possivelmente auto-controlada.

Porém, para se conseguir benefícios maiores nestes tipos de atividades, se faz necessário conhecer certos parâmetros que servirão para prescrever o treinamento.

A que velocidade, levando-se em conta a eficiência mecânica, um indivíduo nadaria para situar-se numa zona aeróbia de condicionamento, mensurando-se o seu esforço e prevendo-se o tempo de duração de uma sessão de treinamento (atividade) e sua respectiva intensidade?

Para que se resolva esta questão, é necessário elucidar se a vantagem ou não, é pelo fato do indivíduo estar no meio líquido ou por estar numa posição horizontal, modificando as relações cardiorrespiratórias, o que traria uma vantagem adicional sobre os exercícios tradicionais em terra.

## DIFERENÇAS DO EXERCÍCIO NA ÁGUA E FORA DA ÁGUA

Porcari et al.(1987) defendem que a caminhada é uma atividade apropriada para desenvolver a aptidão física, especialmente em indivíduos idosos que possuem, a princípio, um baixo nível de aptidão cardiovascular.

Em um programa de treinamento progressivo, a intensidade do exercício é aumentada com o ganho de aptidão. Desta forma, alguns indivíduos começam programas com caminhadas ou corridas. Entretanto, todas estas atividades são baseadas no impacto com o solo, podendo comprometer articulações, tendões e ligamentos.

A repetitiva ação de impacto imposta nestes tecidos pode gerar inúmeros tipos de lesões. Atividades em que o peso do corpo não atua são melhores para o indivíduo que já tenha algum problema ou propensão a ele. A água, então, atuaria como um meio extremamente adequado, por melhor suportar o peso do corpo e, portanto, não sobrecarregar os sistemas corporais.

Segundo Green, Cable et Elms (1990), normalmente, a intensidade do trabalho é estimada de acordo com a frequência cardíaca. Existem, entretanto, fatores que podem afetá-la, devido a algumas particularidades. Isto pode incluir o receio (ou até medo) ao meio aquático, a pressão hidrostática e a posição do corpo dentro da água. Os efeitos hidrostáticos causam um aumento no volume sanguíneo das cavidades do coração, levando a uma diminuição da frequência cardíaca em repouso.

Neste estudo, os autores compararam um grupo de pessoas em situação de caminhada e de caminhada na água (indivíduos com uma espécie de colete salva-vidas que lhes dava sustentação suficiente para ficar na posição vertical, sem esforço adicional). O objetivo era determinar se a posição horizontal na natação é a que determinava diferenças na frequência cardíaca e no consumo de oxigênio. O consumo de oxigênio foi mais baixo na água, comparado com a caminhada fora da água, para as mulheres e mais alto, na água, para os homens. A variação na frequência cardíaca em relação ao consumo de oxigênio, nas duas formas de caminhada, não foi significativamente diferente.



Os autores não sabem ao certo se a redistribuição do fluxo sanguíneo durante o exercício poderia ser suficiente para neutralizar a bradicardia.

Asmussen et Kristiansson (1968) estudaram o reflexo de imersão da face em nadadores e não-nadadores, durante o nado e também durante o trabalho com um cicloergômetro. Durante o nado, em steady-state, a frequência cardíaca era mais baixa com a face imersa, enquanto o indivíduo respirava através de snorkel, do que com a face fora da água, a um mesmo consumo de oxigênio. Durante o trabalho com o cicloergômetro, em apnéia, com ou sem a face imersa, ocorreu bradicardia. Apenas com a imersão da face, sem apnéia, causou uma bradicardia de pequena duração que desapareceu após repetidas imersões da face. Os autores sugerem, então, que a bradicardia de imersão da face faz parte de um reflexo condicionado.

Dixon et Faulkner (1971) mediram o débito cardíaco durante esforço máximo em natação e corrida constatando uma diminuição entre nadadores competitivos (que treinavam diariamente) e nadadores não competitivos (que nadavam por lazer). Em natação, os nadadores treinados são capazes de manter um alto retorno venoso, enquanto os nadadores não-competitivos não conseguem, devido a diferenças no fluxo sanguíneo através dos músculos dos braços, ombros e peito. Os nadadores não-competitivos não conseguem atingir uma frequência cardíaca e volume de ejeção na natação tão alto como na corrida.

Saltin (in Holmer, 1974) também chegou a resultados similares, mas pesquisou apenas um indivíduo.

Holmer (1974) ressalta que o débito cardíaco durante a natação mostrou um aumento quase linear do consumo de oxigênio, com um  $VO_2$  submáximo, sobre o mesmo consumo em corrida. Também a frequência cardíaca, durante a natação, mostrou um aumento linear relacionado ao  $VO_2$ , com um mesmo consumo de oxigênio na corrida. O débito cardíaco e a frequência cardíaca durante um esforço máximo em natação eram menores que com o mesmo consumo de oxigênio em corrida. O volume sistólico, durante esforços submáximos e máximos em natação, era igual aos de corrida. O volume sistólico aumentava em ambas atividades quando se mudava de uma situação de repouso para um trabalho leve,

sendo que, após, com um aumento da quantidade de trabalho, o volume sistólico permanecia constante.

Ainda conforme Holmer (1974), a imersão da face em combinação com a apnéia leva à diminuição da frequência cardíaca (bradicardia de imersão) e esta redução é mais pronunciada na água fria, sendo também demonstrada durante o exercício. Entretanto, o bloqueio respiratório parece ser a causa principal.

Diferentes posições do corpo durante o esforço, seja este realizado em uma posição vertical ou horizontal, têm também influência na circulação. A melhor das condições para que o coração encha durante a diástole é uma posição supina, podendo justificar o volume sistólico mais alto em repouso ativo com um consumo de oxigênio submáximo, quando comparado a um repouso passivo e ao esforço, respectivamente.

Durante o trabalho de pernas, pedalando, o volume sistólico em esforços máximos é igual à combinação de braços e pernas, sem levar em consideração a posição do corpo. McArdle, Glasser et Magel (1971) e McArdle, Magel, Lesmes et Pechar (1976) detectaram um aumento em corrida e natação em esforços máximos. Entretanto, o ciclismo deitado e submerso não é uma forma comum de exercício, enquanto que a natação tem a posição horizontal como sua característica.

Arborelius, Balldin, Lilja et Lundgren (in Holmer, 1974) demonstraram um aumento de 30% no débito cardíaco em homens que mergulhavam em água a 35°C comparados com condições de repouso fora da água.

Rennie, Di Prampero et Cerretelli (1971) mostraram que, na água, com temperaturas abaixo de 34°C, o débito cardíaco no repouso e durante o exercício era mais baixo que a um mesmo consumo de oxigênio fora da água, provavelmente devido ao estresse do frio. Os dois grupos de pesquisadores afirmam que os efeitos da pressão hidrostática e da água fria são similares.

## RELAÇÕES CARDIOVASCULARES

A resposta de bradicardia à apnéia de mergulho tem sido bem documentada por décadas. As causas desta bradicardia de imersão não estão inteiramente conhecidas. O chamado reflexo de mergulho, é causado por muitos fatores, ou isolados ou em várias outras combinações.

Um dos principais mecanismos de ação rápida para controle da pressão arterial são os barorreceptores. Localizados nas paredes de quase todas as grandes artérias sistêmicas, os barorreceptores ou pressorreceptores são terminações nervosas ramificadas que são estimulados em poucos segundos após uma distensão das artérias, devido a uma elevação da pressão arterial. Os impulsos inibem o centro vasoconstritor bulbar e excitam o centro vagal, causando uma vasodilatação em todo o sistema circulatório periférico e uma diminuição da frequência cardíaca, com conseqüente queda da pressão arterial.

Conforme Scott et Candler (1989), alguns dos fatores externos causadores de bradicardia mais aceitos são a apnéia, a água fria e também a imersão total do corpo ou da face, de forma a estimular os barorreceptores. Porém como explicar estes fatores a temperaturas mais quentes e também sem realizar apnéia?

Autores como Brick (1966) e Scott et Candler (1989) estudaram a frequência cardíaca durante a imersão da face e também do corpo inteiro em repouso e através de atividades, constatando uma significativa bradicardia.

Moore et al.(in Scott et Candler, 1989) não acharam diferenças entre imersões da face e do corpo em água a 35°C mas uma bradicardia significativa com a imersão do corpo em água fria (15°C a 25°C).

Oldridge, Heigenhauser, Sutton et Jones (1978), Finley, Bonet e Waxman (1979) e Bergmann Jr., Campbell et Wildenthal (1972), acharam uma diminuição da frequência cardíaca maior durante o exercício que durante o repouso, com a face emersa. Estes resultados confirmam os achados anteriores de Scholander, Hammel, LeMessurier et al.

(1962), com mergulhadores de profundidade que tinham, durante mergulhos ativos, uma frequência cardíaca menor que em repouso, com a imersão total do corpo.

Hong, Moore, Seto et al. (1970), demonstraram, entretanto, que a bradicardia durante exercício em apnéia era evidente, assim mesmo era menos pronunciada durante mergulho em apnéia que nadando com a cabeça submersa e situações de repouso com o corpo submerso.

Estes autores ainda mencionam que outro fator considerado para afetar a diminuição da frequência cardíaca seria um aumento da pressão arterial devido a uma vasoconstrição periférica. O aumento da pressão arterial durante a apnéia estimula os barorreceptores arteriais que provocam uma queda imediata da frequência cardíaca. Entretanto, corroborando com Brick (1966), a bradicardia em apnéia não tem relação com o aumento da pressão arterial ou a uma redução no fluxo sanguíneo periférico.

Harding, Roman et Whelan (1965) trabalharam com a apnéia fora da água e dentro da água e acharam uma diminuição na pressão arterial com concomitante taquicardia sendo que na imersão ocorria o inverso, a pressão arterial aumentava e a frequência cardíaca diminuía.

Estes mesmos autores afirmam que quando o corpo é imerso, entretanto, o efeito hidrostático no tórax é um dos fatores que desencadeia um aumento no volume sistólico e, portanto, uma elevação na pressão arterial e concomitante redução na frequência cardíaca.

Enquanto há uma aceitação universal destes fatores sobre a resposta bradicárdica no homem, existe menos concordância em consideração às respostas fisiológicas internas que são, ainda assim, relacionadas com uma queda da frequência cardíaca.

Finley, Bonet et Waxman (1979), entretanto, acharam uma bradicardia sem trocas na pressão arterial, sugerindo que os barorreceptores não causavam este fato e também que a hipertensão não reflete uma resposta à imersão da face.

Enquanto as respostas cardiovasculares devem ser consideradas, também o devem os mecanismos respiratórios, quando investigado o fenômeno da bradicardia em apnéia.

McArdle, Glasser et Magel (1971) notaram que a capacidade vital de corredores treinados de meia distância não era diferente em comparação com sujeitos não treinados, enquanto nadadores mostram a treinabilidade da capacidade vital porque a atividade necessariamente trabalha os músculos da respiração, visto que estes têm uma força adicional a vencer, a resistência da água.

Os autores notaram ainda que os nadadores de crawl, durante esforços máximos, possuíam um volume corrente menor quando comparados ao mesmo nível de esforço fora da água. Este fato pode ser devido aos efeitos da pressão hidrostática, aumentando a resistência à inspiração, posição da caixa torácica e o envolvimento dos músculos do tórax no trabalho de propulsão do nado.

Scott et Candler (1989) e Harding, Roman et Whelan (1965) mostraram que a bradicardia independe de experiências anteriores na água. Ela ocorre tanto em nadadores e mergulhadores como em pessoas que não praticam estas atividades.

Oldridge, Heigenhauser, Sutton et Jones (1978) observaram uma bradicardia, em apnéia, mais pronunciada em competidoras de nado sincronizado que em nadadores de velocidade, muito embora o volume pulmonar e a duração da apnéia foram similares e os níveis de consumo de oxigênio foram significativamente mais baixos que no grupo de mergulhadores treinados.

Estes autores, combinaram os efeitos destes dois fatores, isto é, experiência e tamanho do pulmão, usaram atletas que utilizam apnéia para suas performances como atletas de nado sincronizado e nadadores velocistas de competição. Apesar de não haver diferenças no volume pulmonar entre os grupos, os sujeitos adaptados ao mergulho tinham grande capacidade de apnéia, sugerindo uma grande tolerância para suportar altas concentrações de CO<sub>2</sub>.

Hong, Moore, Seto et al. (1970) já haviam chegado a resultados similares anteriormente. Estes estudos sugerem que a sensação de tolerância ao desconforto pode ser treinável e que, apesar do volume do pulmão igual entre mergulhadores e o grupo controle de não-mergulhadores, o limite na capacidade de apnéia é a treinabilidade. A maior proposta deste estudo era testar a implicação da bradicardia usando estes sujeitos de níveis de treinamento comparáveis mas sem diferenças no volume pulmonar, para que se notasse diferenças nos efeitos deste, apenas o tempo de apnéia era quinze segundos maior no grupo de mergulhadores.

Eckerson et Anderson (1992), fizeram medições de frequência cardíaca e de consumo de oxigênio durante sessões de hidroginástica e compararam aos maiores valores obtidos durante um teste de esteira com aumento progressivo de cargas para se ter uma idéia do gasto energético e do potencial cardiorrespiratório afetados pelos exercícios aquáticos. Dezesesseis garotas serviram como sujeitos do teste (idade média de 20,4 anos e  $dp = 1.6$ ).

A hidroginástica mostrou uma frequência cardíaca média de 162 bat/min e um valor de 18,4 ml/kg/min, o que representa 74% da  $FC_{\text{reserva}}$ , 82% da  $FC_{\text{máx}}$  e 48% do  $VO_{2\text{máx}}$ . O gasto médio calórico foi de 5,7 Kcal/min. O valor para a frequência cardíaca foi consistente com os padrões estabelecidos pelo American College of Sports Medicine para desenvolvimento e manutenção da frequência cardíaca em adultos saudáveis. Entretanto, o  $VO_2$  fica abaixo do limite mínimo recomendado. Os autores sugerem que as medições feitas em meio líquido, após esforços e também em repouso, podem subestimar a real intensidade metabólica do exercício.

Estes achados são comparáveis aos de Vickery, Cureton e Langstaff (1983), que afirmam que as atividades na água produzem uma frequência cardíaca de 70 a 77% e consumo de oxigênio de 51 a 57% dos valores máximos encontrados nos testes de esteira.

Os resultados demonstram que a média da frequência cardíaca, para os três últimos minutos de coleta durante a fase de condicionamento aeróbio, para Eckerson et Anderson (1992) eram de 17 bat/min mais altos que o mais alto valor médio encontrado por Vickery, Cureton e Langstaff (1983) (162bat/min X 145 bat/min). Esta discrepância pode ser mostrada por diferenças na intensidade e nos tipos de exercícios usados em ambos os estudos

mas talvez pelo fato da amostra de Vickery, Cureton et Langstaff (1983) possuir um  $VO_2$  maior (38,6 X 46,5 ml/kg/min).

As formas tradicionais de exercícios aeróbios demonstram um aumento linear da frequência cardíaca com aumento do consumo de oxigênio. Entretanto, esta relação não é demonstrada por Eckerson et Anderson (1992). O consumo de oxigênio, durante a fase de condicionamento nos exercícios aquáticos, foi bem abaixo do esperado em relação à frequência cardíaca.

Entretanto, estes resultados sugerem que a frequência cardíaca não reflete corretamente (com precisão) a resposta do sistema de transporte de oxigênio ao exercício. Astrand, Guharay et Wahren (1968), encontraram relações parecidas entre o consumo de oxigênio e a frequência cardíaca em outras atividades envolvendo trabalho de braços. Houve uma elevação da frequência cardíaca e da pressão arterial em carpinteiros participantes do estudo, durante trabalho de braços a nível da cintura (martelando em uma mesa) que durante exercícios na bicicleta ergométrica com aproximadamente o mesmo consumo de oxigênio.

## RELAÇÕES COM A TEMPERATURA DA ÁGUA

O homem, ao imergir em água fria, tem diferentes respostas térmicas que a uma mesma temperatura fora da água. Devido aos efeitos do frio, ao imergir em água fria (18°C), o mecanismo termorregulador (redução na circulação periférica e aumento na retenção de calor) é muitas vezes incapaz de prevenir uma diminuição na temperatura do corpo durante uma prolongada exposição. A diminuição na temperatura interna é precisamente mais pronunciada durante o nado em água fria, devido à perda de calor por convecção, que é essencialmente a única forma de transferência de calor dentro da água, sendo marcadamente aumentada com um aumento na turbulência da água e velocidade do nado, apesar de o corpo também estar produzindo calor.

Craig et Dvorak (in McArdle, Magel, Lesmes et Pechar, 1976) obtiveram resultados de 10 batimentos por minuto mais baixos na água a 25°C que em água mais quente ou fora da água, com níveis similares de consumo de oxigênio.

McArdle, Magel, Lesmes et Pechar (1976) afirmam que a uma velocidade constante, o consumo de oxigênio é significativamente mais alto em água fria, comparado com a água mais quente, ao mesmo tempo em que a frequência cardíaca é significativamente mais baixa em água fria.

Com a imersão em água fria, uma pequena parte do débito cardíaco é desviada da pele e alguns órgãos internos (p. ex: intestinos e rins), a fim de não ocorrer a perda de calor. O aumento na vasoconstrição periférica e a pressão hidrostática na superfície do corpo poderiam aumentar o volume de sangue na pequena circulação e o retorno venoso, o que poderia resultar em um maior volume sistólico. Neste caso, o aumento no volume sistólico poderia equilibrar a diminuição da frequência cardíaca observada em água fria. Desta forma, o débito cardíaco poderia ser o mesmo a níveis similares de consumo de oxigênio em diferentes temperaturas da água.

Os autores sugerem, por outro lado, que trabalhando em água fria (18°C), uma diminuição da frequência cardíaca poderia resultar em uma diminuição do débito cardíaco. O consumo de oxigênio equilibrar-se-ia por um aumento na diferença artério-venosa de



oxigênio. Os autores observaram ainda aumentos no consumo de oxigênio a 18°C, muito mais altos do que em repouso à mesma temperatura de água. Isto poderia ser, em parte, devido a alterações na eficiência mecânica do nado em água fria e, possivelmente, a uma maior eficiência na transferência de calor por convecção, ao se mover na água, durante o exercício.

McArdle, Glasser et Magel (1971), Magel, Foglia, McArdle et al.(1974) e McArdle, Magel, Lesmes et Pechar (1976) registraram frequências cardíacas máxima e submáxima mais baixas durante a natação, em comparação à corrida ou caminhadas. A bradicardia durante um esforço na água não é um efeito da água em si, mas uma resposta à sua temperatura. Isto é claramente ressaltado por McArdle, Magel, Lesmes et Pechar (1976). Para uma frequência cardíaca máxima e submáxima, os valores são similares para um trabalho fora da água e a 33°C dentro da água. Com a diminuição na temperatura da água, os valores da frequência cardíaca são mais baixos para o mesmo consumo de oxigênio.

Holmer (1974), observou frequência cardíaca de 15 a 35 batimentos por minuto mais baixos a 18°C na água, em comparação a um consumo de oxigênio similar a 33°C, também na água.

Valores similares para o débito cardíaco, durante trabalho fora da água e a 33°C na água foram encontrados por McArdle, Lesmes et Pechar (1976) e Denison, Wagner, Kingaby et West (1972), concluindo que a resposta cardiovascular ao exercício, durante a imersão total na água a uma temperatura de 35°C, era extremamente parecida aos resultados fora da água. Nadel, Holmer, Bergh et al.(1974) afirmam que a frequência cardíaca mais alta durante o nado, com água a 33°C, comparada com água mais fria, poderia ser resultado de um débito cardíaco maior, devido a uma redução na resistência periférica em água mais quente. Assim, o débito cardíaco poderia ser mais baixo em água fria (em consequência da redução na frequência cardíaca).

No estado do Rio Grande do Sul, em particular, devido às condições climáticas, utiliza-se para as piscinas térmicas, durante o inverno, temperaturas variando entre 25°C e 32°C e durante o verão esta temperatura fica entre 23°C e 28°C para as piscinas ao ar livre e entre 25°C e 30°C para as piscinas térmicas. Estes dados comprovam que a amplitude

da temperatura é muito pequena, se comparada às variações de temperatura encontradas na literatura mundial.

Para tanto, este trabalho de pesquisa visa esclarecer, através de medições diretas de frequência cardíaca e tensão arterial de pessoas em meio líquido e em terra, os efeitos da água e da posição em que o indivíduo se encontra, durante o repouso.

Através do conhecimento destes fatores, básicos para a prática de natação, poder-se-á talvez, melhor determinar as vantagens e desvantagens sobre as atividades em terra e, quem sabe, tentar melhor planejar a prática destas atividades. Com mais dados será possível dosar o esforço aerobiamente (ou anaerobiamente) para que haja as devidas adaptações fisiológicas necessárias, sabendo-se a intensidade com que o indivíduo está realizando o esforço e, desta forma, adaptar recursos para melhor conduzir seu progresso e adaptação a exercícios e diminuir os riscos.

## **METODOLOGIA**

Esta pesquisa é do tipo exploratório-descritivo, com objetivo de investigar as alterações na tensão arterial e na frequência cardíaca do indivíduo em terra, em três posições distintas - supina, sentada e ortostática, e na água, com ou sem a submersão da face, também nas três posições.

### **Campo de ação:**

O levantamento de dados foi realizado nas dependências do Centro Olímpico da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, entre maio e julho de 1993. O horário que se utilizou para este levantamento foi entre 11h30m e 13h30m, período este em que não havia aulas na piscina onde foram coletados estes dados.

A piscina tem 16 metros de comprimento por 6 metros de largura, profundidade entre 1,6 e 1.2 metros. A temperatura média da água foi de 32,05°C (com desvio padrão de 1,36) com pequenas variações entre os testes masculinos em que a média foi de 32,4°C (d.p.=1,22) e os testes femininos cuja média foi de 31,7°C (d.p.=1,46). A temperatura ambiente média foi de 20,43°C (d.p.=2,12), sendo 20,25°C (d.p.=1,27) nas medições com os homens e 20,6°C (d.p.=2,79) com as mulheres.

Para a coleta dos dados, o autor contou com a ajuda de um professor de Educação Física, funcionário da UFRGS, gentilmente cedido pela direção do Centro Olímpico, que teve como funções o controle e leitura no esfigmomanômetro, sendo os dados diretamente anotados pelo autor do trabalho.

### **População/Amostra:**

Os sujeitos desta pesquisa foram vinte indivíduos, alunos regularmente matriculados e freqüentando a Escola Superior de Educação Física da UFRGS, em Porto Alegre, adaptados ao meio líquido isto é, que sabiam deslocar-se em meio líquido sem a realização de muito esforço e que não tinham medo ou ansiedade na água, divididos em dois

grupos de dez, por sexo, cuja média de idade era de 22,6 anos (d.p.=2,67) para os homens e 21,1 anos (d.p. = 1,97) para as mulheres. Salientamos que o número de sujeitos foi intencional, no entanto a escolha foi aleatória.

### **Procedimentos:**

Foi realizado um treinamento anterior para verificar se os indivíduos teriam condições de permanecer nas posições e nas situações desejadas. Após constatar que o indivíduo estava apto a fazer parte da pesquisa, ele era instruído e iniciava-se a coleta de dados.

Durante o período de repouso eram feitas algumas perguntas para os sujeitos e eram aceitas apenas as pessoas que não eram fumantes, atletas, hipertensas ou que apresentassem alguma anomalia cardiovascular e para as mulheres, as que não estivessem em período menstrual.

Os sujeitos submetiam-se a medições da tensão arterial e da frequência cardíaca em três posições diferentes ( supina, sentada e ortostática) e em três situações distintas (em terra; na água, sem a imersão da face e com a imersão da face).

A frequência cardíaca era medida por auscultação, com contagem dos batimentos cardíacos em dois períodos distintos de 30 segundos e a tensão arterial com um esfigmomanômetro adaptado, de forma que o manguito chegava até o sujeito dentro da piscina sem que a altura e posição da coluna de mercúrio fosse alterada. Para que não houvesse variações, todas as medições de tensão arterial eram realizadas com o mesmo aparelho adaptado e pela mesma pessoa.

Após chegar ao local onde eram coletados os dados, o indivíduo permanecia na posição de decúbito dorsal por dez minutos. Após o décimo minuto eram realizadas medições de tensão arterial ( TA) e frequência cardíaca ( FC) (Figura 1). Após esta medição, o sujeito se colocava na posição sentada, durante dois minutos, para que as funções se reequilibrassem, seguindo-se uma nova medição de TA e FC (Figura 2). Terminadas estas medições, era

solicitado que o sujeito ficasse em pé e os procedimentos de medida eram realizados novamente (TA e FC) (Figura 3).

O passo seguinte era solicitar ao indivíduo que entrasse na água e se colocasse na posição de decúbito dorsal, boiando sem fazer esforço, com água na linha das orelhas, podendo ser auxiliado (Figura 4). Ao final do segundo minuto, após a estabilização nesta posição, eram feitas as medições. Na posição sentada (Figura 5), o indivíduo ficava com uma base de isopor sob as nádegas, de modo que o nível da água ficava logo acima da cintura e repetiam-se os procedimentos ao final do segundo minuto. Na posição ortostática o indivíduo se posicionava normalmente (Figura 6), de modo a permitir ficar com o peito no nível da superfície, com nova medição após dois minutos. A piscina permitia que o sujeito ficasse na profundidade adequada à sua altura. Após, o indivíduo repetia os mesmos procedimentos anteriores da água, porém colocava a face na água e respirava normalmente através de um snorkel (Figuras 7, 8 e 9). Não foi utilizada máscara de mergulho e sim um clip nasal (para não prejudicar efeitos que os barorreceptores da face pudessem causar).

Queremos esclarecer que, na proposta inicial do nosso trabalho, pretendíamos realizar medições também a uma profundidade de dois metros, imerso em piscina. Devido a dificuldades técnicas (equipamento de mergulho, treinamento dos indivíduos e equipamentos de medição, relativos ao telêmetro e medidor de tensão arterial) não foi possível acrescentar estes dados.

### **Exemplo dos procedimentos:**

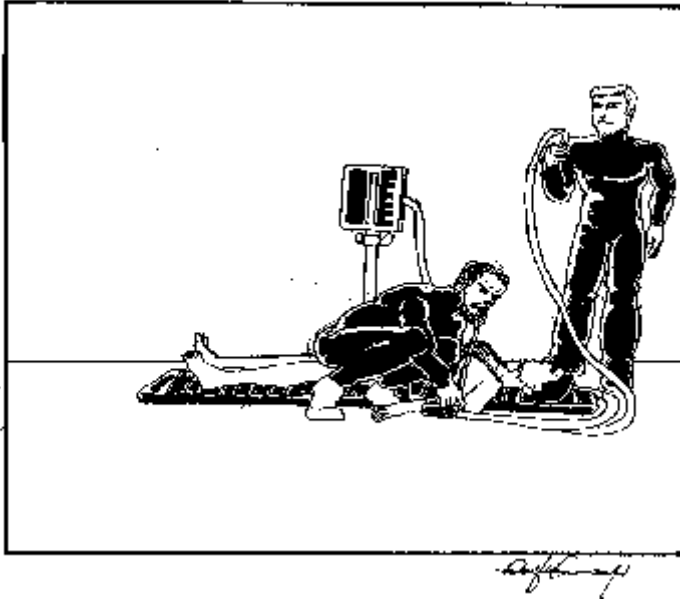


Figura 1  
Em terra na posição supina

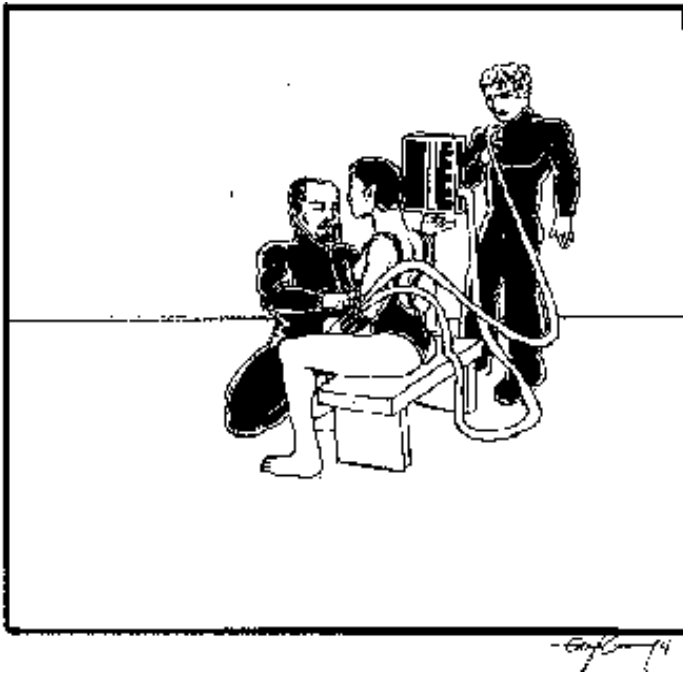


Figura 2  
Em terra na posição sentada

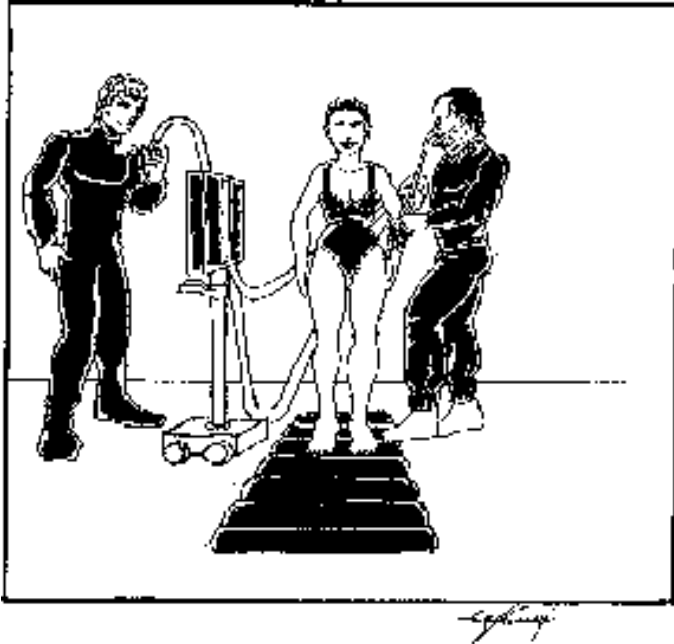


Figura 3

Em

terra na posição ortostática

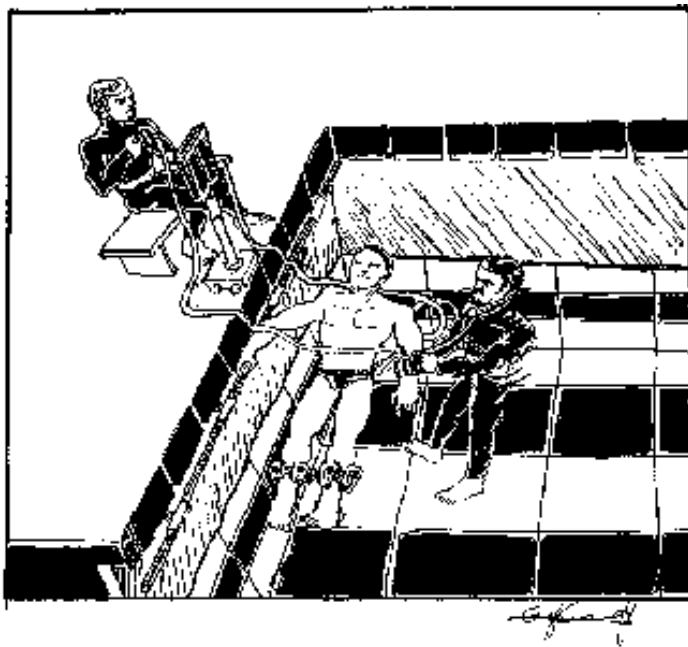


Figura 4

Na água com a face emersa na

posição supina

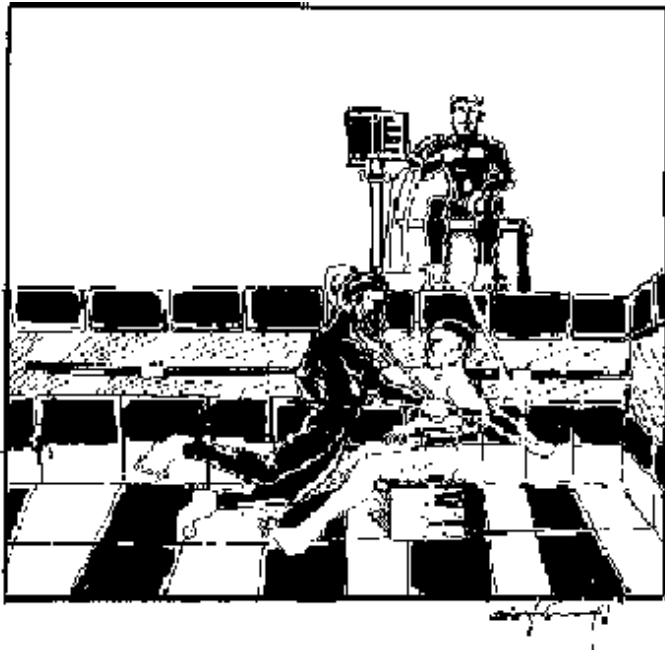


Figura 5  
Na água com a face emersa na  
posição sentada



Figura 6  
Na água com a face emersa na  
posição ortostática



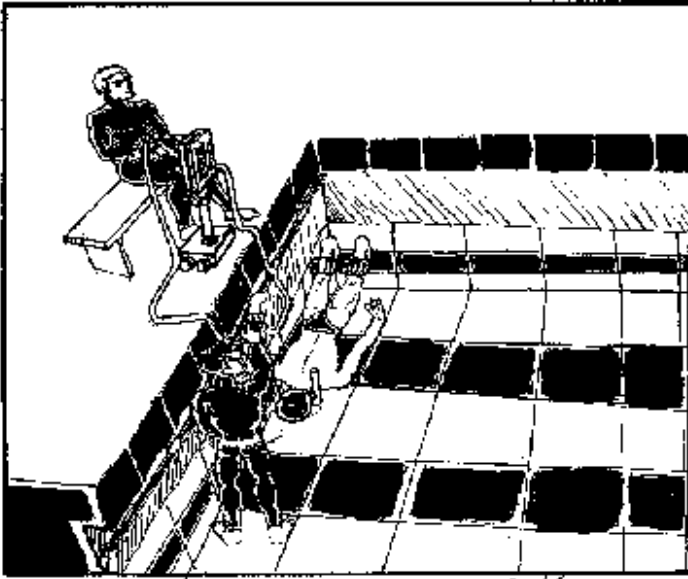


Figura 7  
Na água com a face submersa na  
posição supina

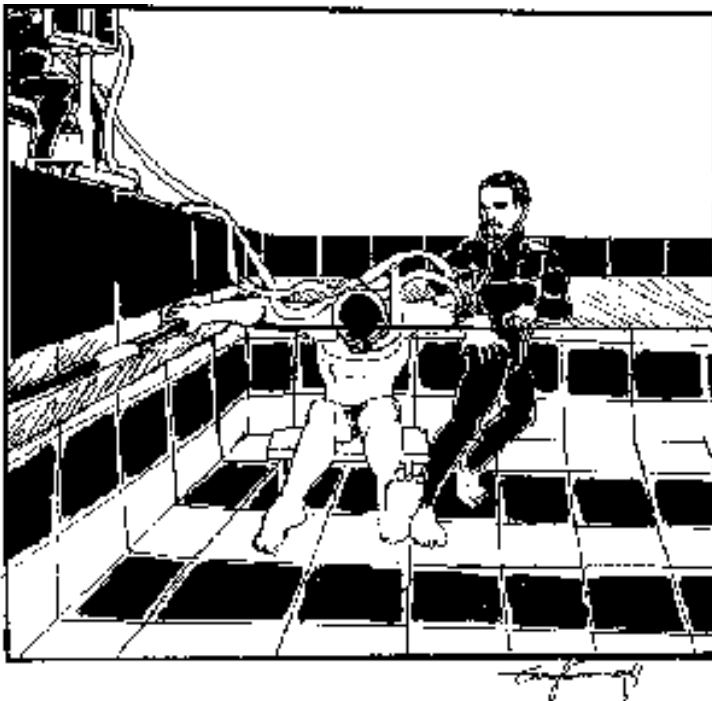


Figura 8  
Na água com a face submersa  
na posição sentada

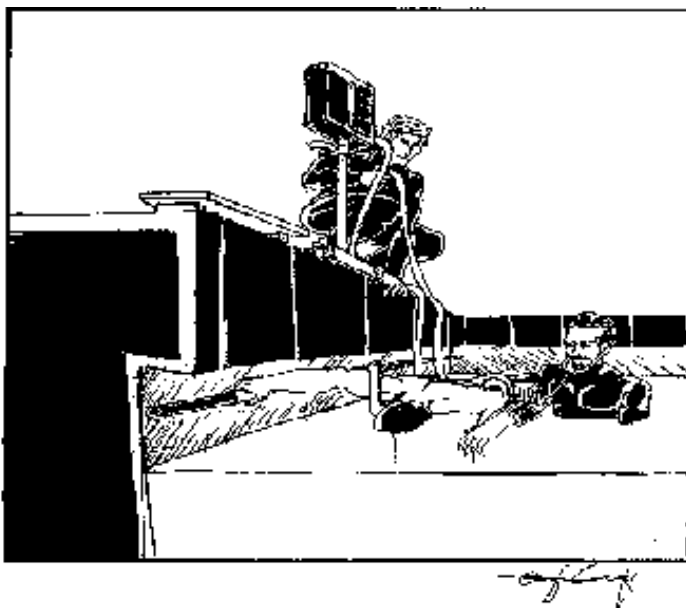


Figura 9

Na água com a face submersa na posição supina

**Tratamento estatístico:**

Foram calculadas as médias e desvios padrões de cada parâmetro medido. As diferenças dentro do grupo foram calculadas por análise de variância (ANOVA) para dados pareados. As diferenças entre cada grupo foram calculadas pelo teste complementar de Student-Newmann e Keuls.

Foi realizado também um teste T de Student para dados pareados entre a posição ortostática em terra e a supina na água com face submersa.

## RESULTADOS

Buscando-se uma melhor compreensão dos resultados, os dados são apresentados em forma de itens de acordo com suas abrangências e discutidos posteriormente.

As médias e respectivos desvios padrão da frequência cardíaca, da tensão arterial sistólica, tensão arterial diastólica e tensão arterial média, serão apresentados nos gráficos e tabelas e os resultados individuais nos anexos.

As comparações foram feitas da seguinte forma:

- os resultados dos sujeitos na posição ortostática e nas três situações: em terra, na água com a face emersa e na água com a face submersa;
- os resultados dos sujeitos na posição sentada e nas três situações;
- os resultados dos sujeitos na posição supina e nas três situações.

Após, foram feitas comparações do meio em relação as posições:

- em terra, com os sujeitos variando as três posições: posição ortostática, sentada e supina;
- na água com a face emersa, em que os sujeitos variavam as posições;
- na água com a face submersa, em que os sujeitos variavam as posições.

## 1. FREQUÊNCIA CARDÍACA

### 1.1. Variação de frequência cardíaca na posição ortostática em relação ao meio:

Na posição ortostática os homens apresentaram uma diferença significativa em terra (72,3 bpm ; dp. = 9,67) para a água com a face emersa (64,5 bpm ; d p. = 10,05) e para a água com a face submersa (60,5 bpm ; dp = 6,95) e entre as duas posições na água.

As mulheres apresentaram diferença significativa em terra (80,1 bpm ; dp = 10,1) para a água com a face emersa (69,2 bpm ; dp = 9,5) e para a água com a face submersa (69,2 bpm; dp = 12,55).

TABELA 1.1: Variação da FC na posição ortostática

Meio	Homens		Mulheres	
	Média	desvio padrão	média	desvio padrão
Terra	72,3	9,67	80,1	10,1
Face Emersa	64,5	10,05*	69,2	9,5*
Face Submersa	60,5	6,95#	69,2	12,55*

Média em bpm, + - dp; \* comparação entre o indivíduo em terra e na água; # comparação entre situações na água.  $p < 0,05$ .

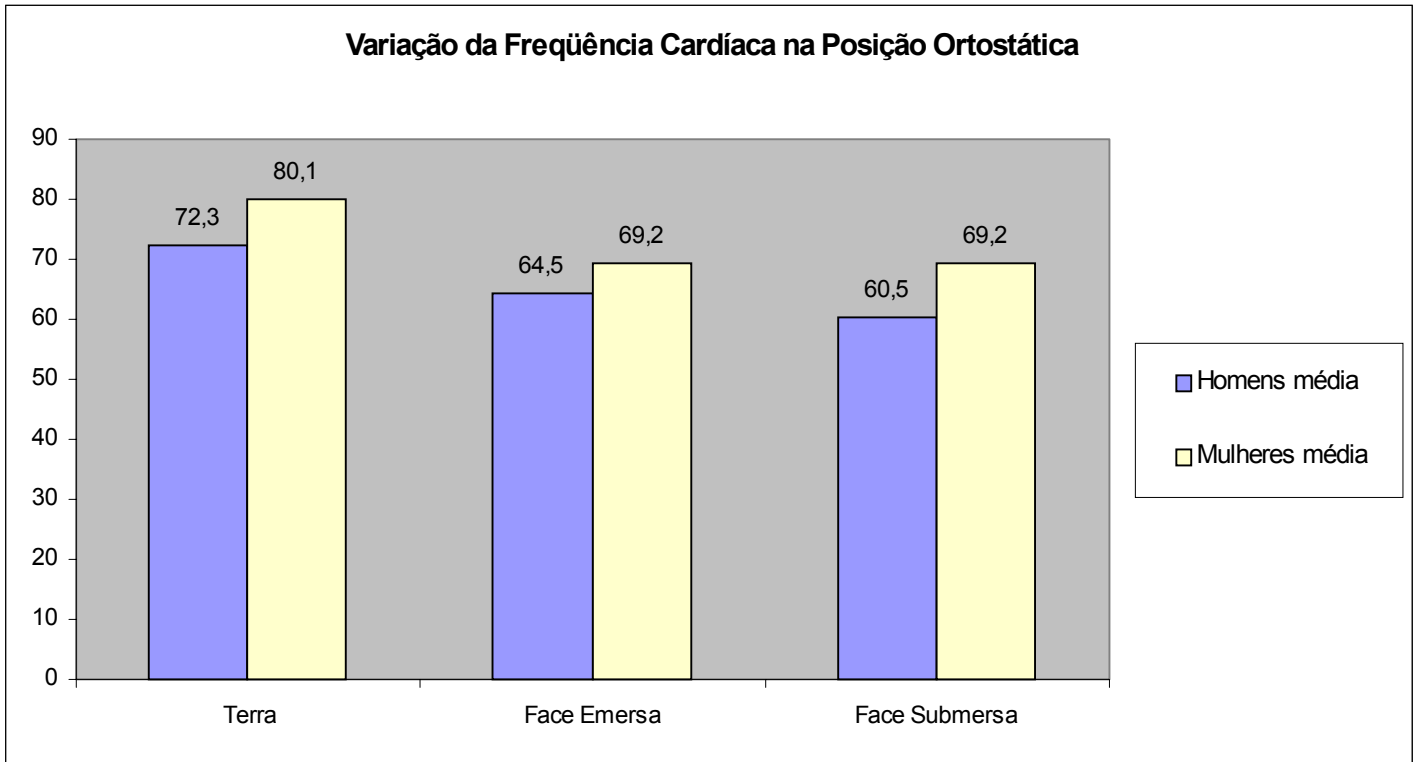


GRÁFICO 1.1 : Variação de Frequência Cardíaca na posição ortostática em relação ao meio.

\* Comparação entre o indivíduo em terra e na água e # comparação entre situações na água.  $p < 0,05$ .

### 1.2. Variação de frequência cardíaca na posição sentada em relação ao meio:

Na posição sentada os homens não apresentaram diferença significativa ao comparar em terra (64,6 bpm ; dp = 11,13) com o sujeito com a face emersa (63 bpm ; dp = 10,54) ou com a face submersa (63,4 bpm ; dp = 8,09).

Para as mulheres, há diferenças com  $p < 0.05$  entre terra (75,1 bpm ; dp = 8,4) e na água com a face emersa (69,2 bpm ; dp = 9,1) e com a face submersa (67,8 bpm ; dp = 10,94).

TABELA 1.2: Variação da FC na posição sentada

Meio	Homens		Mulheres	
	Média	desvio padrão	média	desvio padrão
Terra	64,6	11,13	75,1	8,4
Face Emersa	63	10,54	69,2	9,1*
Face Submersa	63,4	8,09	67,8	10,94*

Média em bpm, +- dp ; \* comparação entre o indivíduo em terra e na água; # comparação entre situações na água.  $p < 0,05$ .

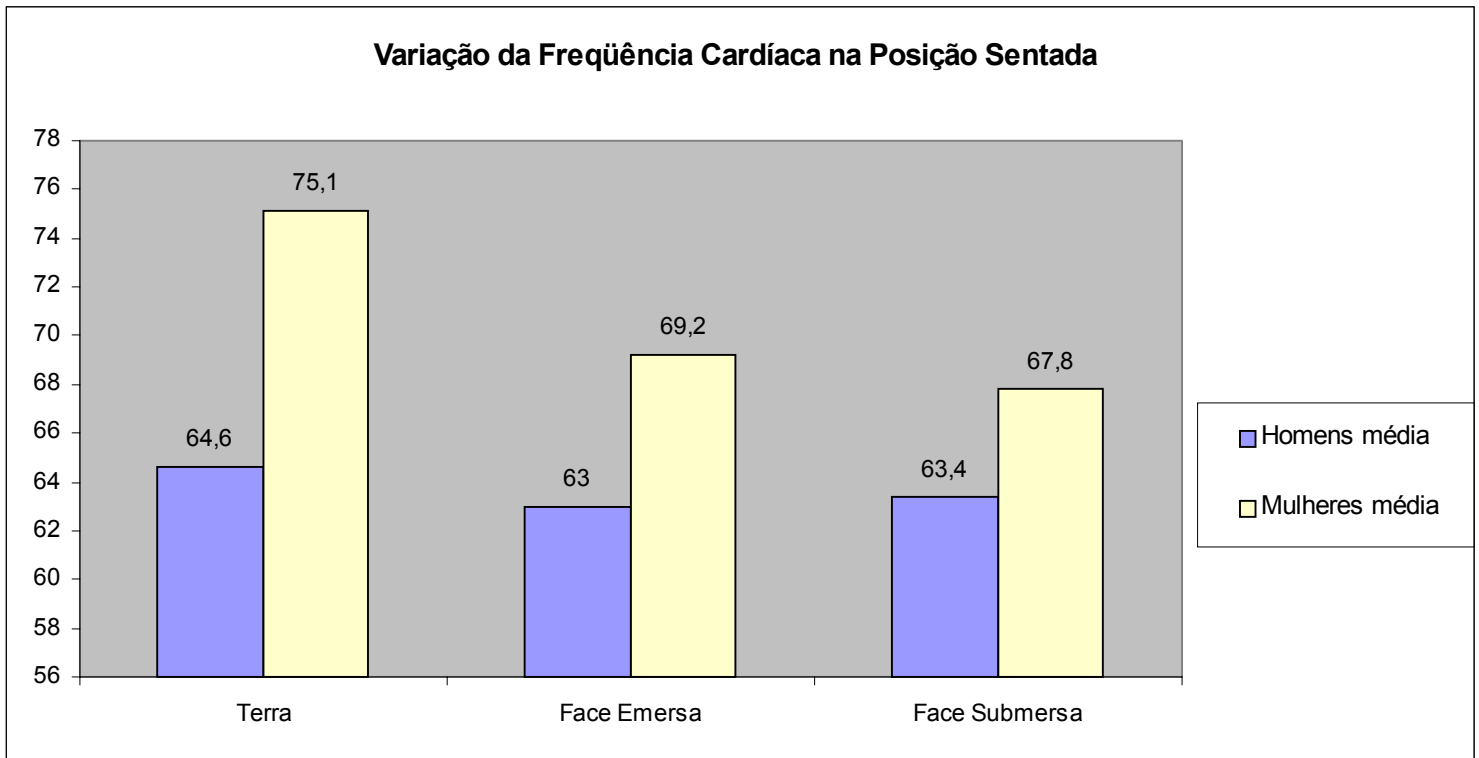


GRÁFICO 1.2: Variação de Frequência Cardíaca na posição sentada em relação ao meio. \* comparação entre o indivíduo em terra e na água e # comparação entre situações na água.  $p < 0,05$ .

### 1.3. Variação da frequência cardíaca na posição supina em relação ao meio:

Na posição supina os homens não apresentam diferença significativa entre terra (64,3 bpm ; dp = 10,98) e água com a face emersa (62,2 bpm ; dp = 9,65) ou com a face submersa (62,7 bpm ; dp = 6,9).

Para as mulheres, há diferenças entre terra (71,3 bpm; dp = 9,48) e água com a face emersa (65,2 bpm; dp = 8,66) e entre esta posição e na água com a face submersa (70,8 bpm; dp = 12,68).

TABELA 1.3: Variação da FC na posição supina

Meio	Homens		Mulheres	
	média	desvio padrão	média	desvio padrão
Terra	64,3	10,98	71,3	9,48
Face Emersa	62,2	9,65	65,2	8,66+
Face Submersa	62,7	6,9	70,8	12,68#

Média em bpm, +- dp; \* comparação entre o indivíduo em terra e na água; # comparação entre situações na água.  $p < 0,05$ .



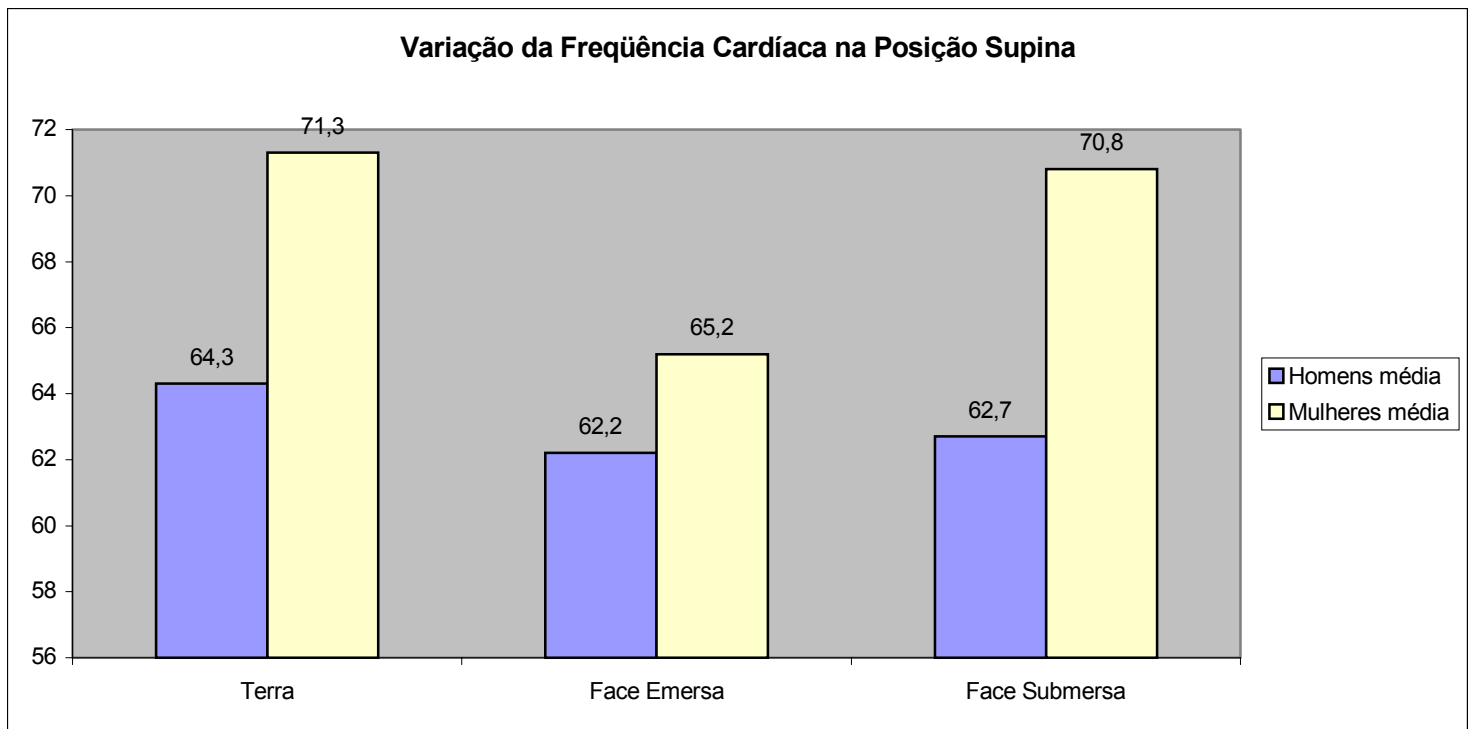


GRÁFICO 1.3: Variação de Frequência Cardíaca na posição supina em relação ao meio. \* Comparação entre o indivíduo em terra e na água e # comparação entre situações na água  $p < 0,05$ .

#### 1.4. Variação de Frequência Cardíaca em terra em relação as posições:

Para os homens, há diferenças entre a posição ortostática (72,3; dp = 9,67) e as posições sentada (64,6; dp = 11,13) e supina (64,3; dp = 10,98).

Para as mulheres, há diferenças entre a posição ortostática (80,1; dp = 10,1) e a posição sentada (75,1; dp = 8,4) e supina (71,3; dp = 9,48) e entre a sentada e a supina.

TABELA 1.4: Variação de FC em terra

Posição	Homens		Mulheres	
	média	desvio padrão	média	desvio padrão
Ortostática	72,3	9,67	80,1	10,1
Sentada	64,6	11,13+	75,1	8,4+
Supina	64,3	10,98+	71,3	9,48+#

Média em bpm, +- dp; \* comparação entre o indivíduo na posição ortostática, sentada e ortostática, supina; # comparação entre a posição sentada e supina.  $p < 0,05$ .

## Varição da Frequência Cardíaca em Terra

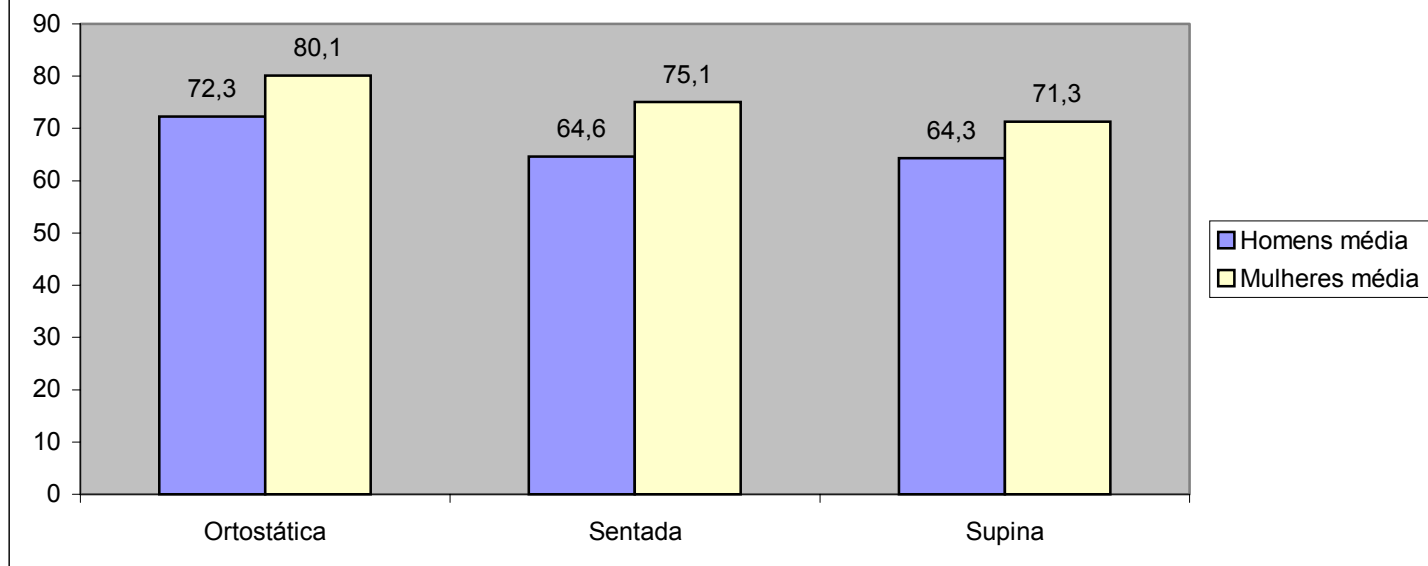


GRÁFICO 1.4: Variação de Frequência Cardíaca em terra em relação as posições.

- Comparação entre o indivíduo na posição ortostática e sentada, e ortostática e supina.
- # Comparação entre a posição sentada e supina .  $p < 0,05$ .

### 1.5. Varição de Frequência Cardíaca na água com a face emersa em relação as posições:

Para os homens, há apenas uma diferença significativa, entre a posição ortostática (64,5; dp = 10,05) e a posição supina (62,2; dp = 9,65). A posição sentada apresentou média de 63 bpm com dp = 10,54.

Para as mulheres, há diferença tanto da posição ortostática (69,2; dp = 9,5) para a supina (65,2; dp = 8,66), como da sentada (69,2; dp = 9,1) para a supina, não havendo diferenças da ortostática para a sentada.

TABELA 1.5: Variação de FC na água com a face emersa.

Posição	Homens		Mulheres	
	média	desvio padrão	média	desvio padrão
Ortostática	64,5	10,05	69,2	9,5
Sentada	63	10,54	69,2	9,1
Supina	62,2	9,65+	65,2	8,66+#

Média em bpm, +- dp; \* comparação entre o indivíduo na posição ortostática e sentada, e ortostática e supina; # comparação entre a posição sentada e supina.  $p < 0,05$ .

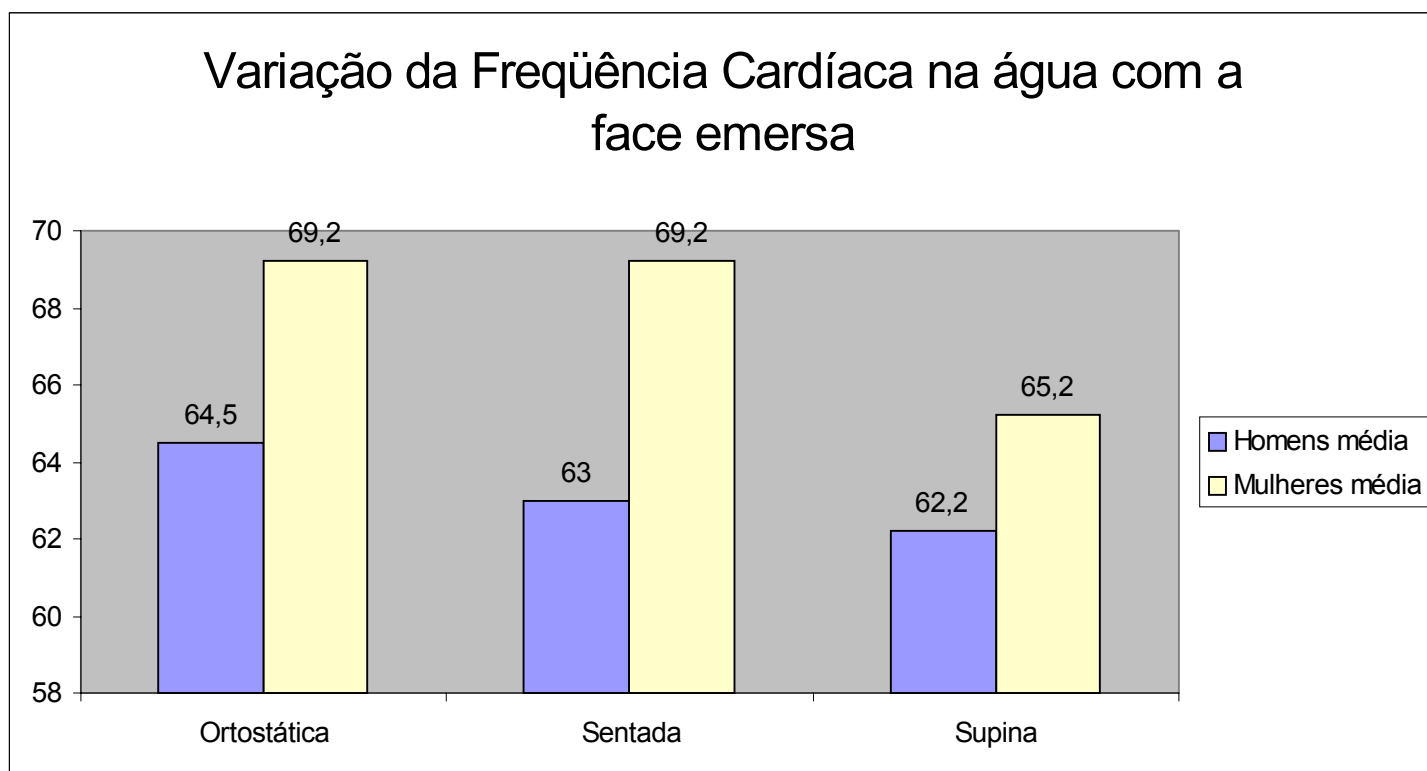


GRÁFICO 1.5: Variação de Frequência Cardíaca na água com a face emersa em relação as posições. \* Comparação entre o indivíduo na posição ortostática e sentada, e ortostática e supina. # Comparação entre a posição sentada e supina.  $p < 0,05$ .

#### 1.6. Variação de Frequência Cardíaca na água com a face submersa em relação as posições:

Para os homens, há diferenças entre a posição ortostática (60,5;  $dp = 6,95$ ) e a posição supina (62,7;  $dp = 6,9$ ) e entre a ortostática e sentada (63,4;  $dp = 8,09$ ).

Para as mulheres, apenas entre a posição sentada (67,7;  $dp = 10,89$ ) e a supina (70,8;  $dp = 12,68$ ) há diferença significativa.

TABELA 1.6: Variação de FC na água com a face submersa.

Posição	Homens		Mulheres	
	média	desvio padrão	média	desvio padrão
Ortostática	60,5	6,95	69,2	12,55
Sentada	63,4	8,09*	67,7	10,89
Supina	62,7	6,9*	70,8	12,68#

Média em bpm, +- dp; \* comparação entre o indivíduo na posição ortostática e sentada e ortostática e supina; # comparação entre a posição sentada e supina.  $p < 0,05$ .

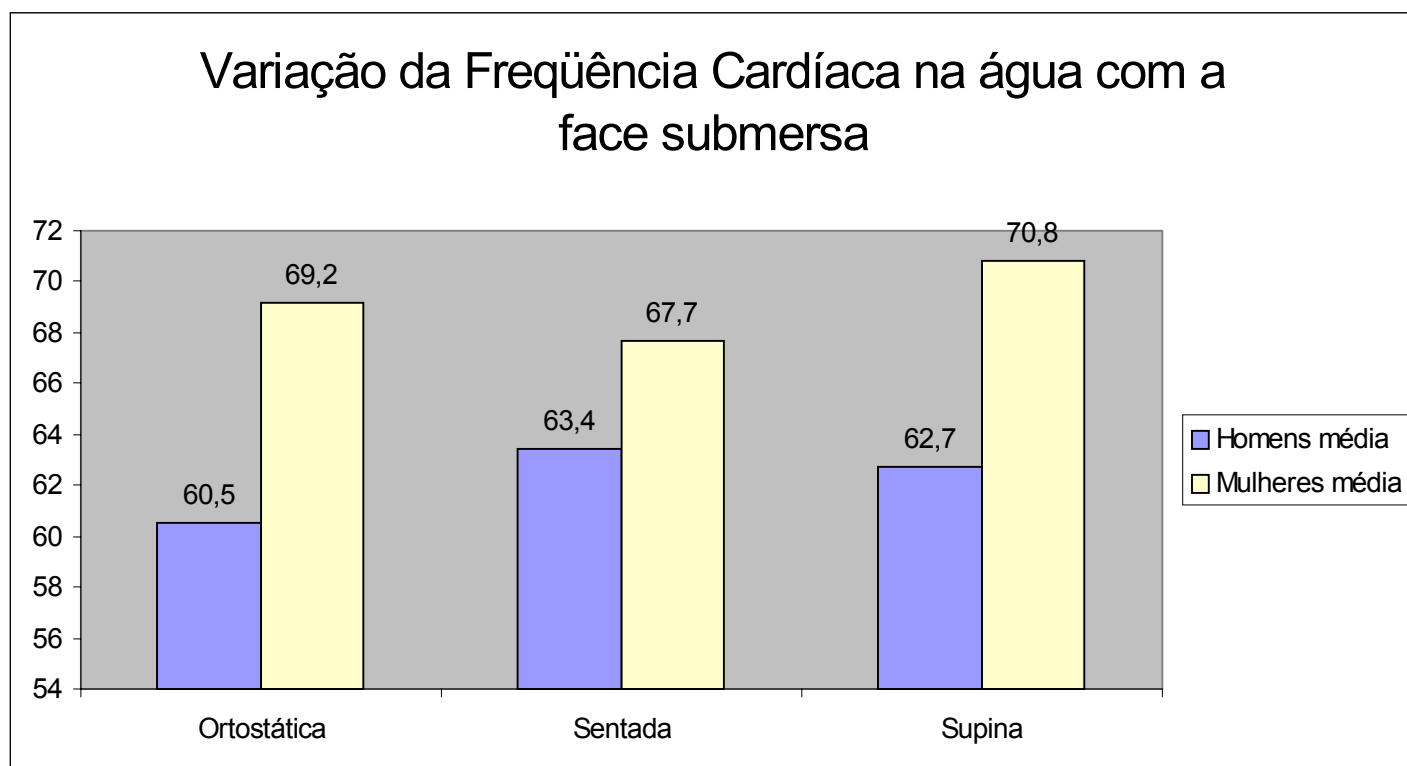


GRÁFICO 1.6: Variação de Frequência Cardíaca na água com a face submersa em relação às posições. \* Comparação entre o indivíduo na posição ortostática e sentada, e ortostática e supina. # Comparação entre a posição sentada e supina.  $p < 0,05$ .

1.7: Teste T da frequência cardíaca entre posição ortostática em terra e a posição supina na água com a face submersa

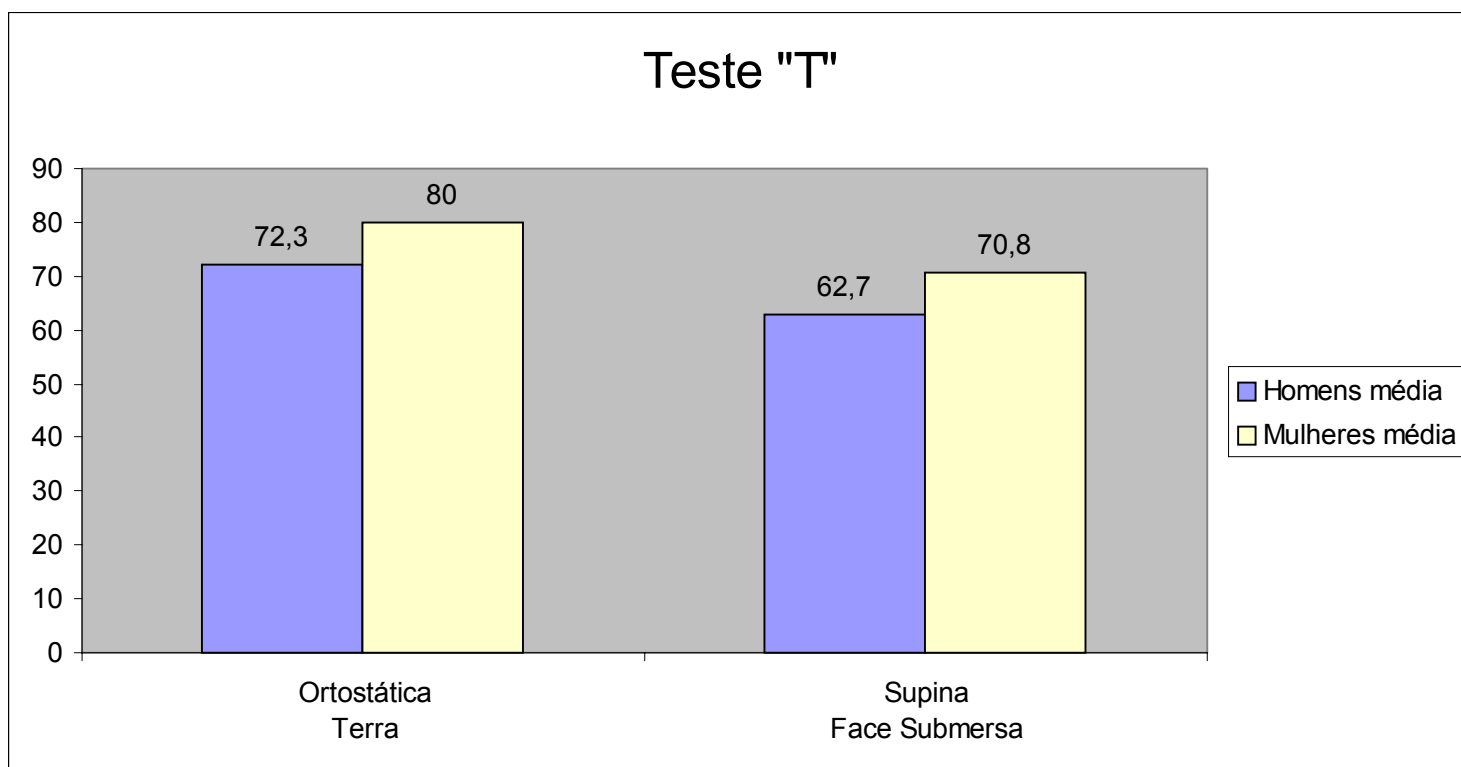
Para os homens e para as mulheres há diferença significativa com  $p < 0,05$ .

Tabela 1.7: Teste T da frequência cardíaca entre posição ortostática em terra e a posição supina na água com a face submersa

Meio	Posição	Homens		Mulheres	
		média	desvio padrão	média	desvio padrão
Terra	Ortostática	72,3	9,67	80	9,93
Face Submersa	Supina	62,7	6,9 *	70,8	12,68 *

Média em bpm, +- dp; \*  $p < 0,05$ .

Gráfico 1.7: Teste T da FC ortostática/terra e supina/água com a face submersa



## TENSÃO ARTERIAL

### 2.1: Variação de Tensão Arterial na posição ortostática em relação ao meio

Para os homens, há diferença significativa na tensão arterial sistólica, entre terra e na água com a face emersa ou submersa e entre a face emersa e submersa. Para a tensão arterial diastólica há diferença entre terra e face emersa e submersa, conforme Tabela 2.1a.

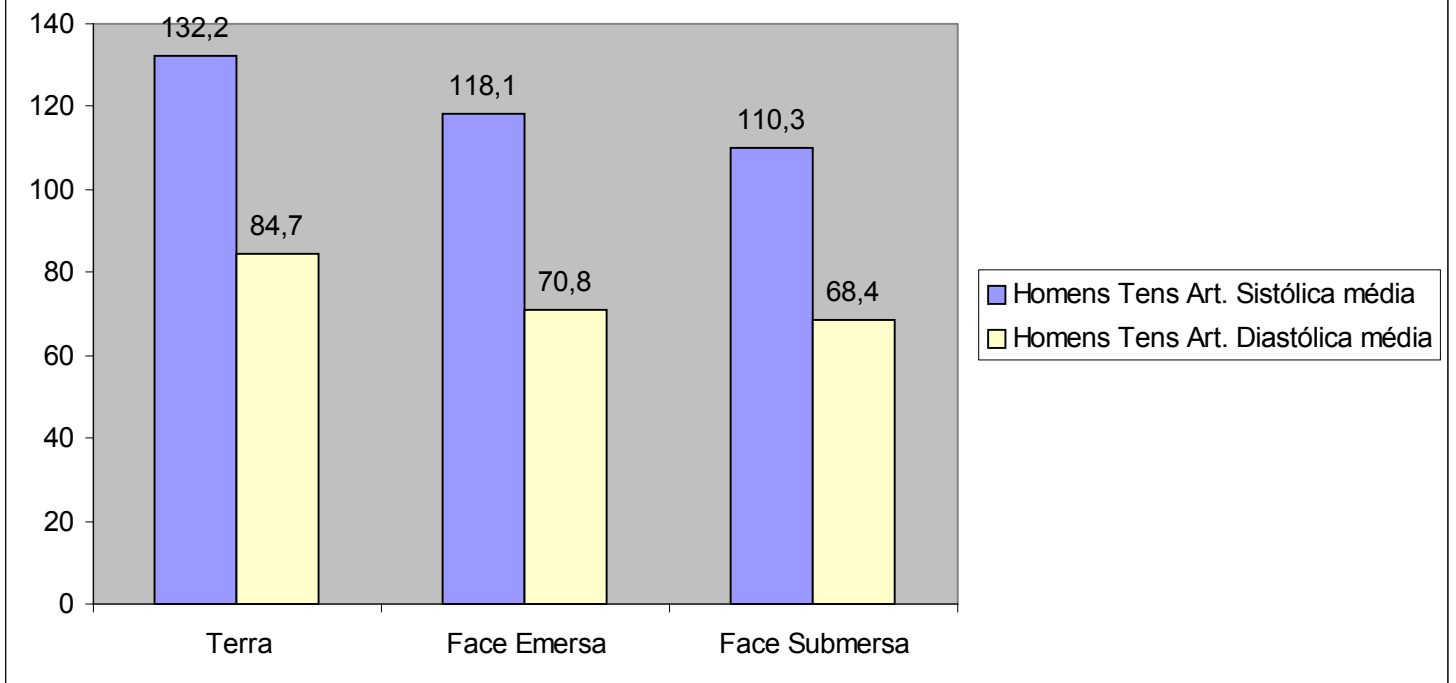
Para as mulheres, há diferença na tensão arterial sistólica, apenas entre a posição ortostática em terra para a mesma posição na água com a face submersa. Para a tensão arterial diastólica não há diferenças entre os meios, segundo Tabela 2.1b.

TABELA 2.1: Variação da tensão arterial na posição ortostática

Meio	Homens				Mulheres			
	Tens Art. Sistólica		Tens Art. Diastólica		Tens Art. Sistólica		Tens Art. Diastólica	
	média	desvio padrão	média	desvio padrão	Média	desvio padrão	média	desvio padrão
Terra	132,2	12,49	84,7	7,97	116,4	10,34	71,7	12,7
Face Emersa	118,1	14,84+	70,8	8,82+	108,6	15,55	66,2	7,5
Face Submersa	110,3	18,04+#	68,4	10,91+	101,9	10,63+	66,9	7,28

Média em mmHg, +- dp; \* comparação entre o indivíduo em terra e na água; # comparação entre posições na água.  $p < 0,05$ .

## Variação da Tensão Arterial na Posição Ortostática



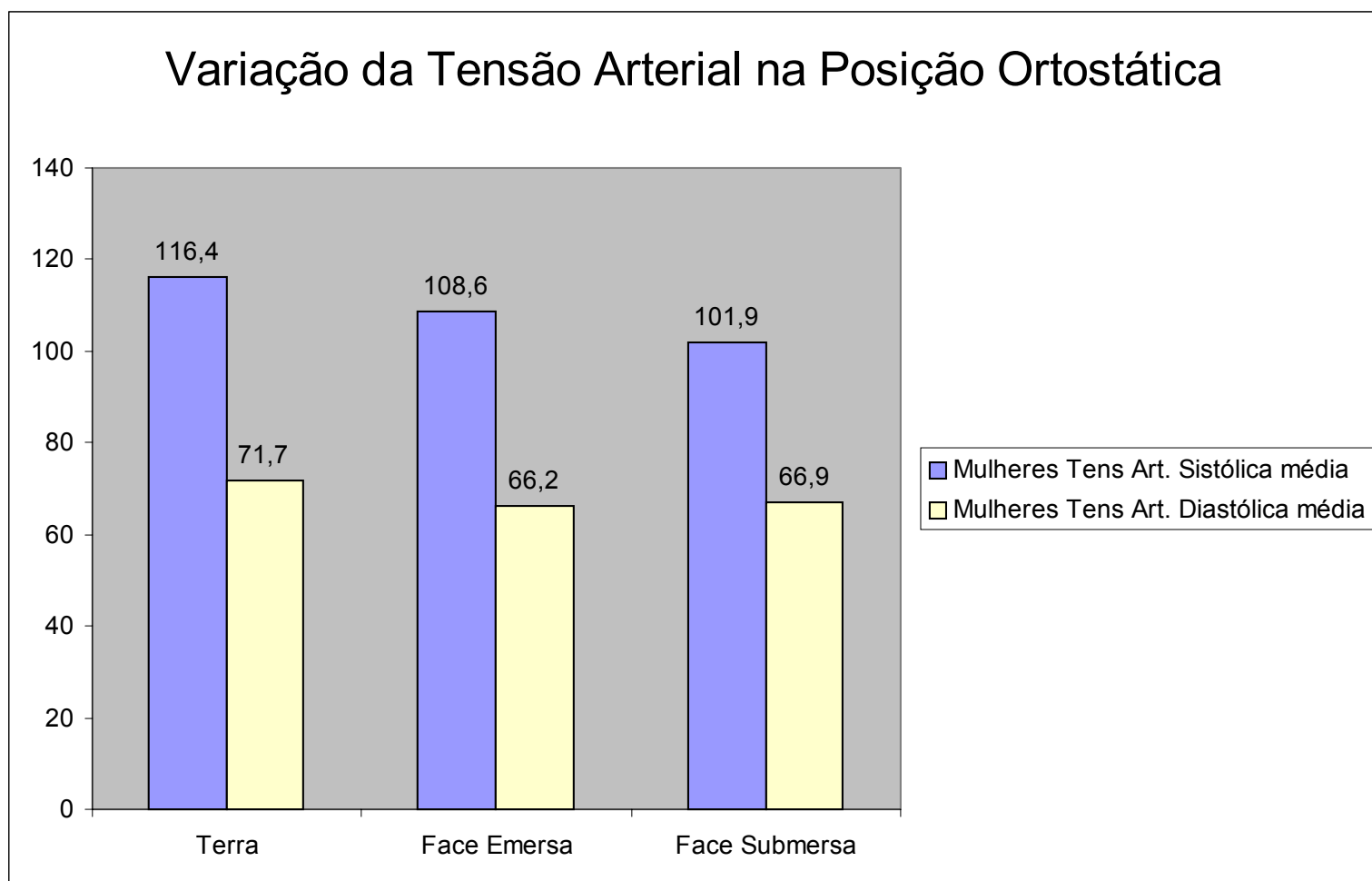


GRÁFICO 2.1: Variação de Tensão Arterial na posição ortostática em relação ao meio.

\* Comparação entre o indivíduo em terra e na água; # comparações entre situações na água.  $p < 0,05$ .



## 2.2: Variação de Tensão Arterial na posição sentada em relação ao meio

Para os homens, há diferença para tensão arterial sistólica e diastólica entre a terra e água com a face emersa ou a face submersa.

Para as mulheres, há diferença apenas entre terra e água com a face submersa, na TAS. Nos resultados da TAD não há diferença, segundo tabela 2.2.

TABELA 2.2: Variação da TA na posição sentada

Meio	Homens				Mulheres			
	Tens Art. Sistólica		Tens Art. Diastólica		Tens Art. Sistólica		Tens Art. Diastólica	
	média	desvio padrão	média	desvio padrão	média	desvio padrão	média	desvio padrão
Terra	130,1	15,96	78,5	5,95	113,1	10,62	68,6	10,89
Face Emersa	115,3	12,72*	69,6	11,27*	106,4	13,09	64,8	8,6
Face Submersa	110,9	16,47*	70,4	10,63*	101,4	12,78*	66,1	11,29

Média em mmHg, +- dp; \* comparação entre o indivíduo em terra e na água.

$p < 0,05$ .

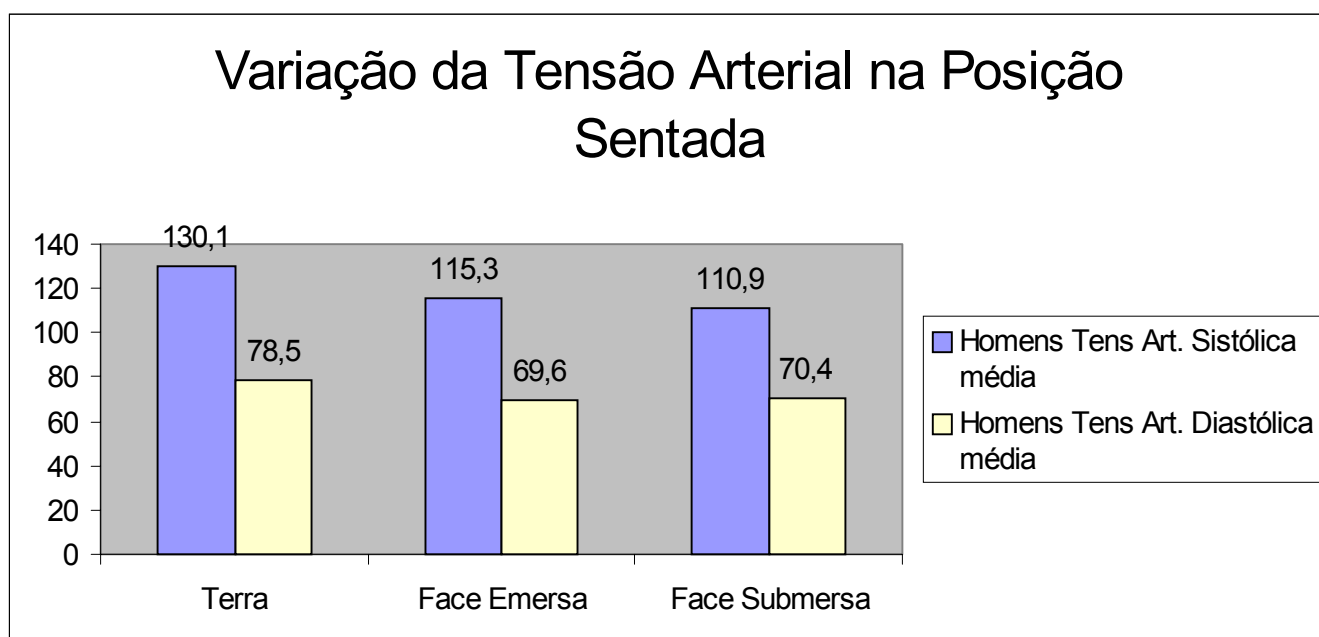


GRÁFICO 2.2: Variação de Tensão Arterial na posição sentada em relação ao meio. Comparação entre o indivíduo em terra e na água; # comparações entre situações na água.  $p < 0,05$ .

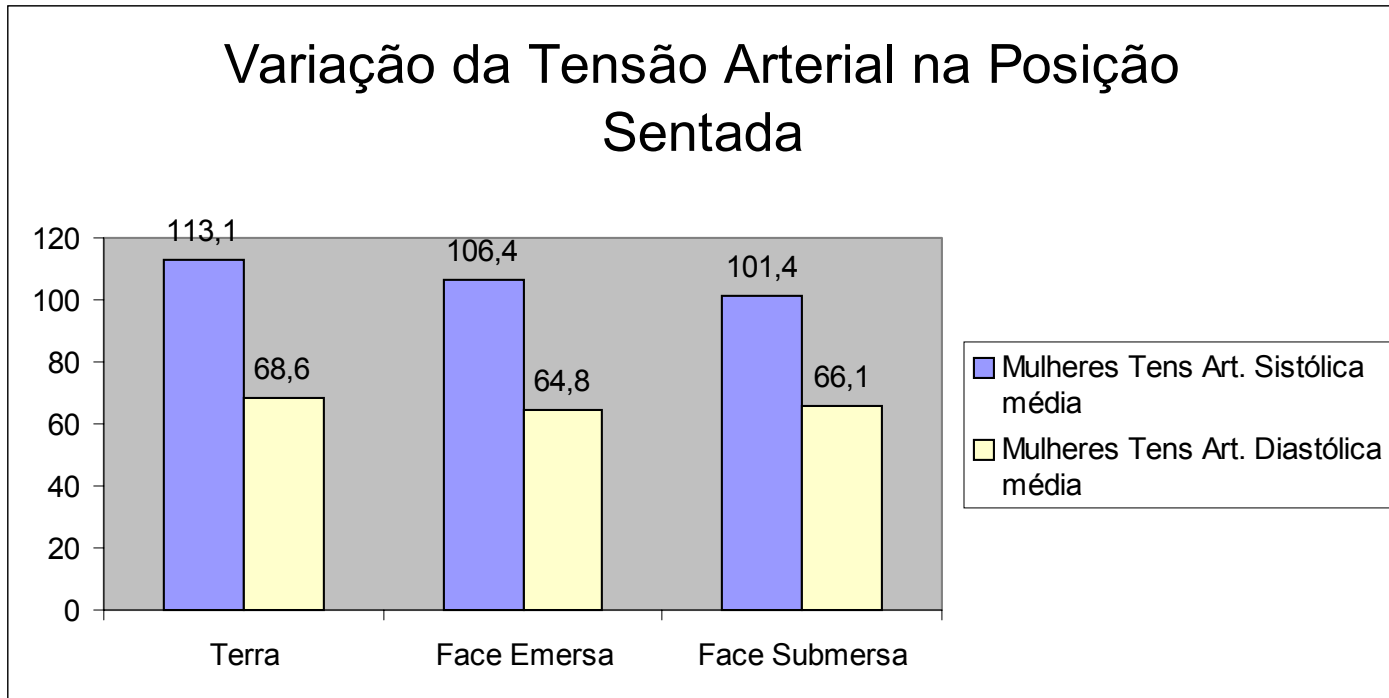


GRÁFICO 2.2B: Variação de Tensão Arterial na posição sentada em relação ao meio, para as mulheres. Comparação entre o indivíduo em terra e na água; # comparações entre situações na água.  $p < 0,05$ .

### 2.3: Variação da Tensão Arterial na posição supina em relação ao meio

Para os homens, há diferença na TAS e TAD entre terra e água, tanto com a face emersa como com a face submersa.

Para as mulheres, há diferença apenas na TAS entre terra e água com a face emersa e com a face submersa. Conforme tabela 2.3.

TABELA 2.3: Variação da TA na posição supina

Média em mmHg, +- dp; \* comparação entre o indivíduo em terra e na água.

$p < 0,05$

Meio	Homens				Mulheres			
	Tens Art. Sistólica		Tens Art. Diastólica		Tens Art. Sistólica		Tens Art. Diastólica	
	média	desvio padrão	média	desvio padrão	Média	desvio padrão	média	desvio padrão
Terra	134	16,76	79,5	11,88	116,9	7,94	67,6	8,83
Face Emersa	116,7	14,91+	66,3	7,33+	106,3	13,5+	67,3	8,92
Face Submersa	110,9	17,44+	68,6	7,88+	103,1	17,87+	66,6	5,32

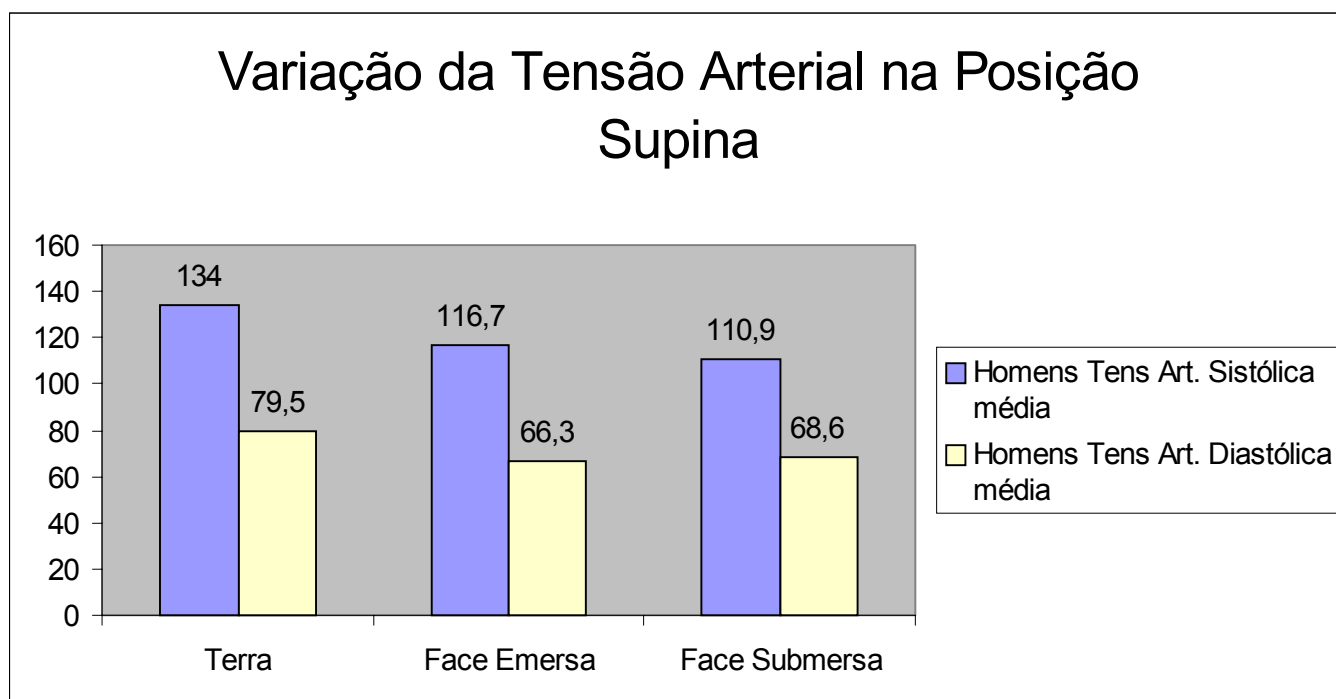


GRÁFICO 2.3homens: Variação de Tensão Arterial na posição supina em relação ao meio.

Comparação entre o indivíduo em terra e na água; # comparações entre situações na água.  $p < 0,05$ .

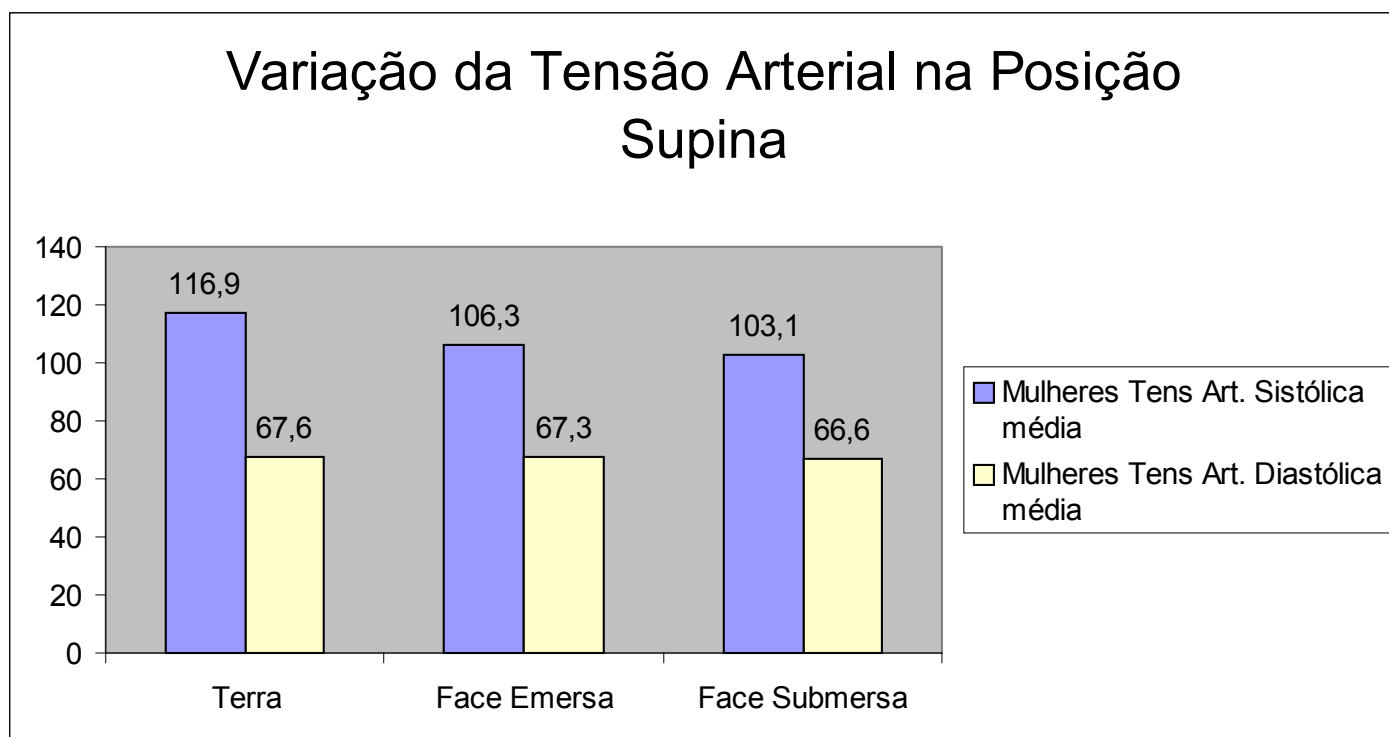


GRÁFICO 2.3mulheres: Variação de Tensão Arterial na posição supina em relação ao meio.

\* Comparação entre o indivíduo em terra e na água; # comparações entre situações na água.  $p < 0,05$ .

#### 2.4.: Variação de Tensão Arterial em terra em relação as posições

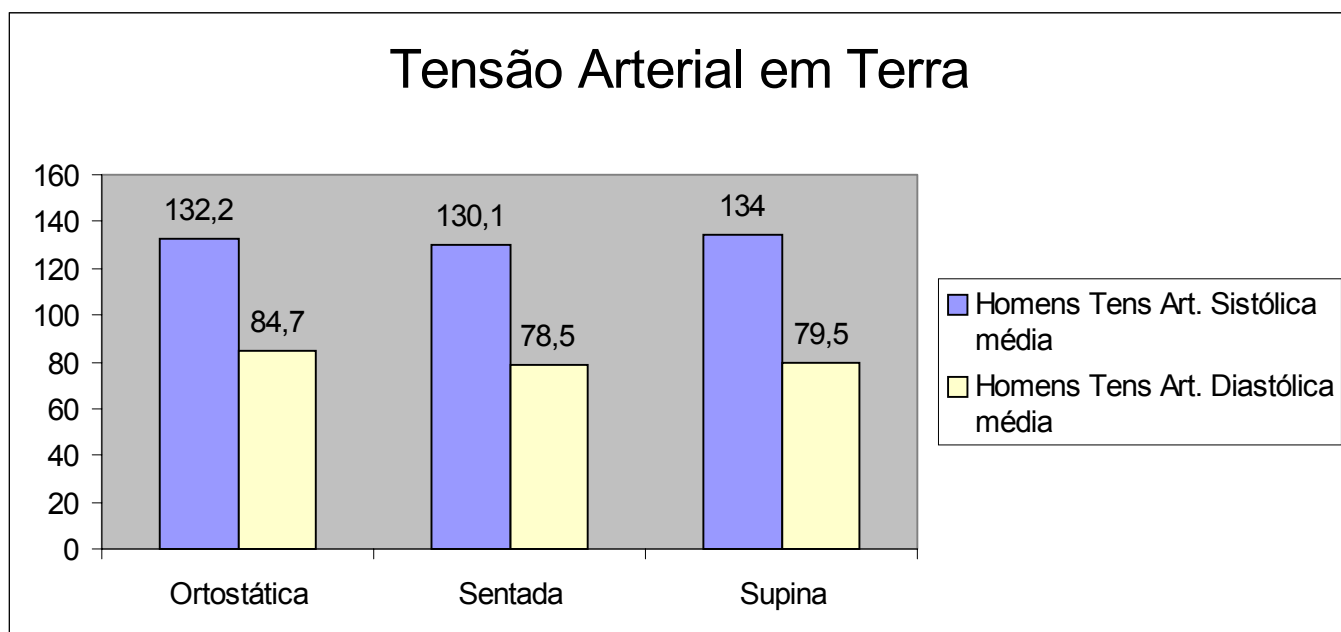
Para os homens e para mulheres não há diferenças significativas, conforme tabela 2.4.

TABELA 2.4.B

Posição	Homens				Mulheres			
	Tens Art. Sistólica		Tens Art. Diastólica		Tens Art. Sistólica		Tens Art. Diastólica	
	média	desvio padrão	média	desvio padrão	Média	desvio padrão	média	desvio padrão
Ortostática	132,2	12,49	84,7	7,97	116,4	10,37	71,7	12,7
Sentada	130,1	15,96	78,5	5,95	113,1	10,62	68,6	10,89
Supina	134	16,76	79,5	11,88	116,9	7,94	67,6	8,83

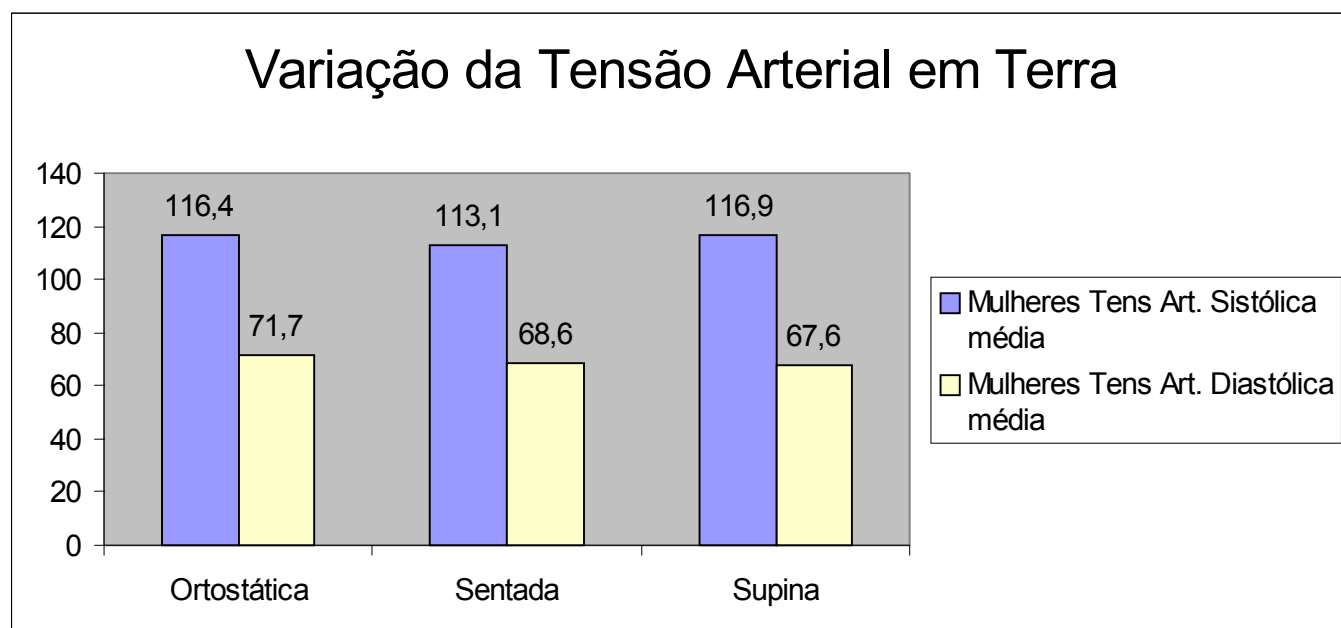
Média em mmHg, +- dp;  $p < 0,05$ .

GRÁFICO 2.4: Variação de Tensão Arterial em terra em relação às posições.



\* comparação entre o indivíduo na posição ortostática x sentada e ortostática x supina

# comparação entre o indivíduo na posição sentada e supina.  $p < 0,05$ .



#### 2.5. Variação de Tensão Arterial na água com a face emersa em relação às posições

Para os homens e para as mulheres não há diferenças significativas.

TABELA 2.5: Variação de TA na água com a face emersa

Posição	Homens				Mulheres			
	Tens Art. Sistólica		Tens Art. Diastólica		Tens Art. Sistólica		Tens Art. Diastólica	
	média	desvio padrão	média	desvio padrão	Média	desvio padrão	média	desvio padrão
Ortostática	118,1	14,84	70,8	8,82	108,6	15,55	66,2	7,5
Sentada	115,3	12,72	69,6	11,27	106,4	13,09	64,8	8,6
Supina	116,7	14,91	66,3	7,33	106,3	13,5	67,3	8,92

Média em mmHg, +- dp;  $p < 0,05$ .

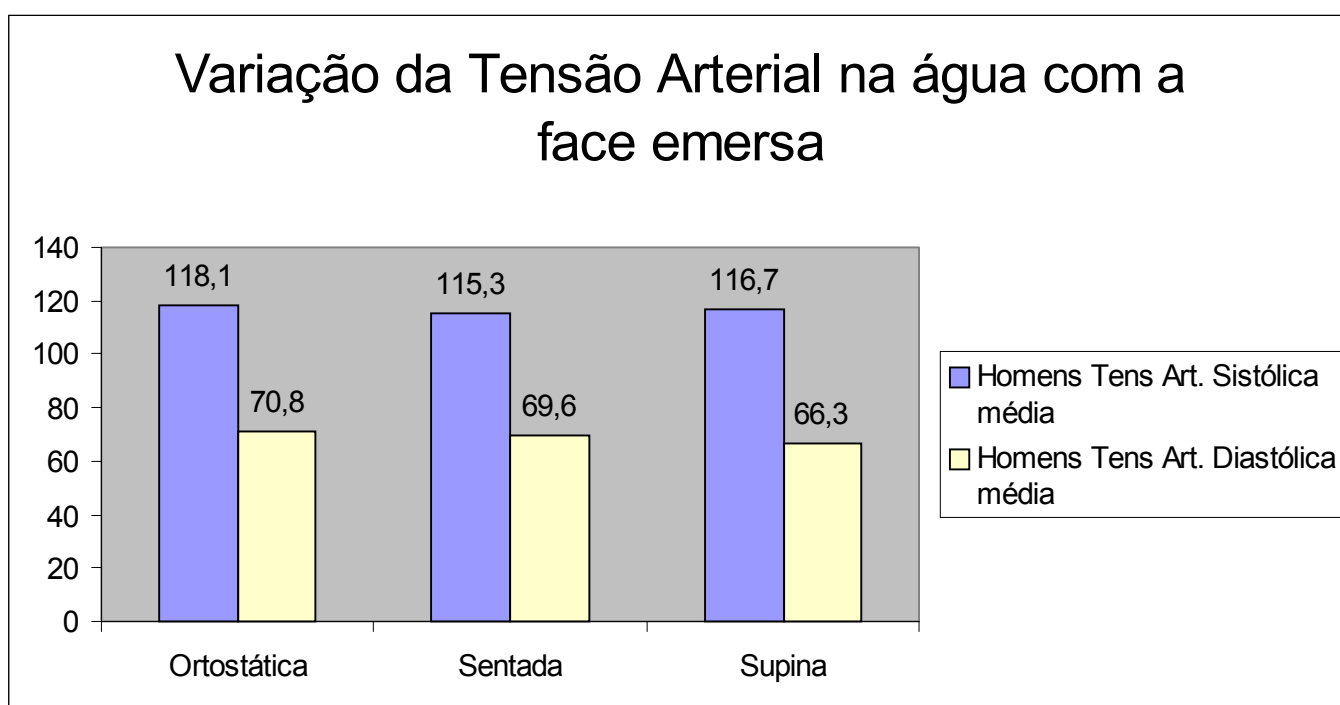


GRÁFICO 2.5: Variação de Tensão Arterial na água com a face emersa em relação às posições \* comparação entre o indivíduo na posição ortostática x sentada e ortostática x supina; # comparação entre o indivíduo na posição sentada e supina.  $p < 0,05$ .

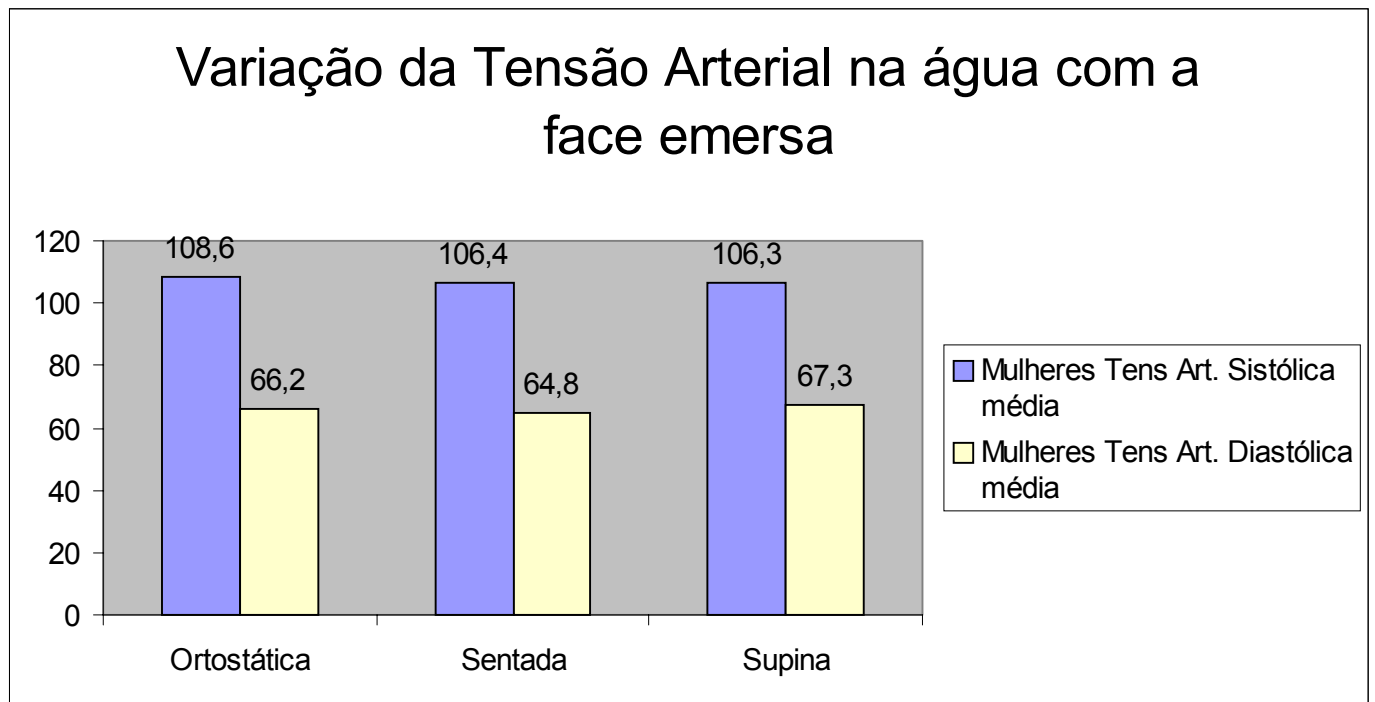


GRÁFICO 2.5: Variação de Tensão Arterial na água com a face emersa em relação às posições \* comparação entre o indivíduo na posição ortostática x sentada e ortostática x supina; # comparação entre o indivíduo na posição sentada e supina.  $p < 0,05$ .

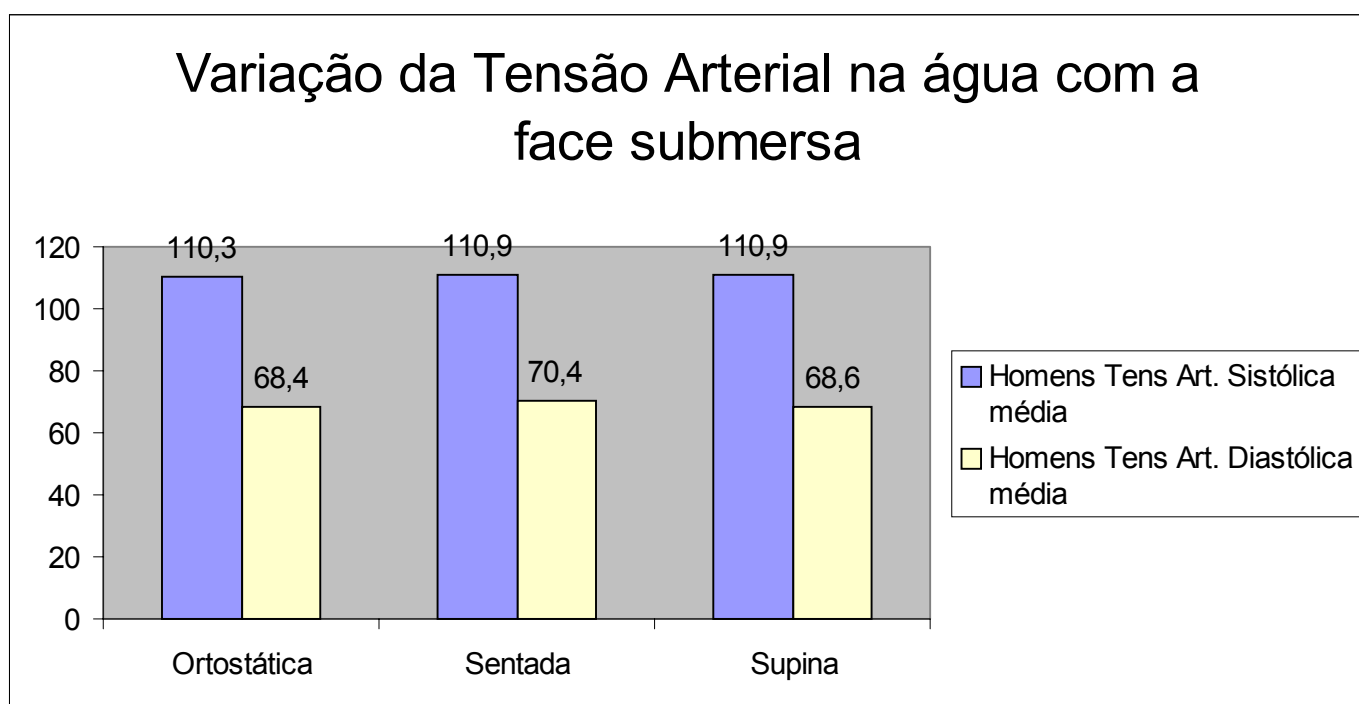
## 2.6. Variação da Tensão Arterial na água com a face submersa em relação às posições

Para os homens e para as mulheres não há diferenças significativas.

TABELA 2.6: Variação da TA na água com a face submersa

Posição	Homens				Mulheres			
	Tens Art. Sistólica		Tens Art. Diastólica		Tens Art. Sistólica		Tens Art. Diastólica	
	média	desvio padrão	média	desvio padrão	Média	desvio padrão	média	desvio padrão
Ortostática	110,3	18,04	68,4	10,91	101,9	10,63	66,9	7,28
Sentada	110,9	16,47	70,4	10,63	101,4	12,78	66,1	11,29
Supina	110,9	17,44	68,6	7,88	103,1	17,87	66,6	5,32

Média em mmHg, +- dp.  $p < 0,05$ .





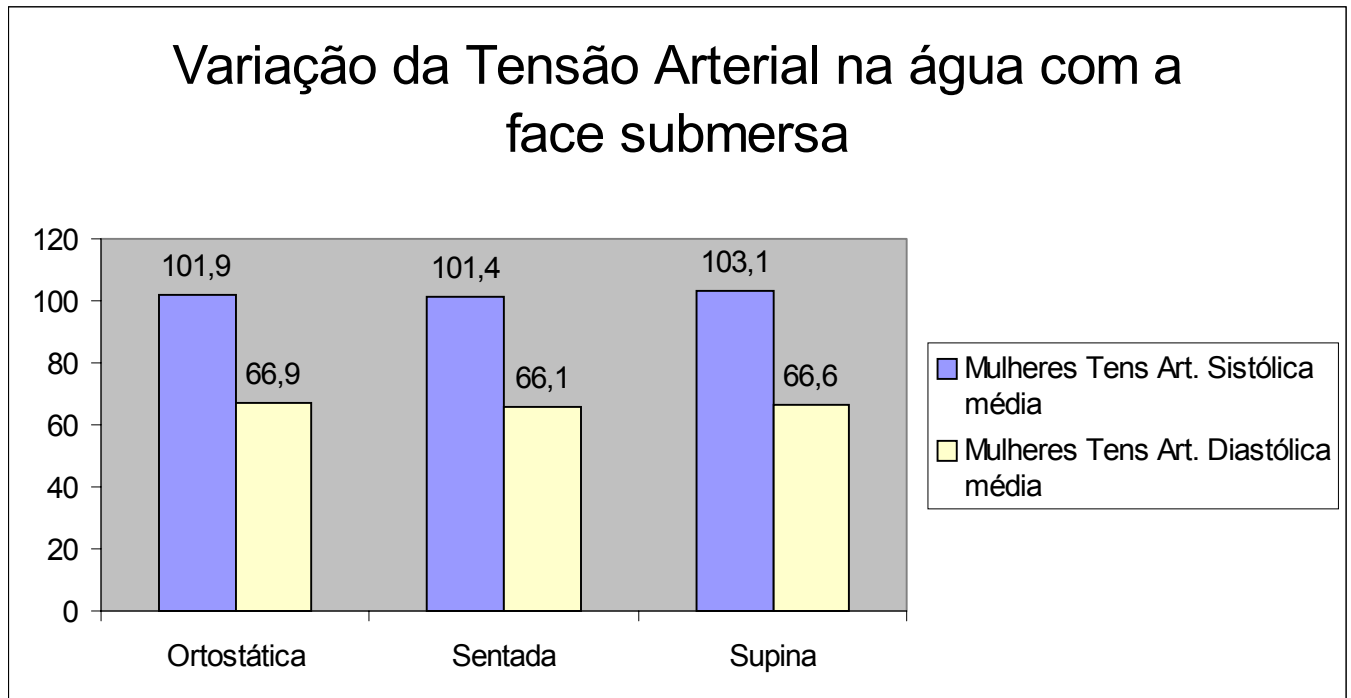


GRÁFICO 2.6: Variação de Tensão Arterial na água com a face submersa em relação às posições. \* comparação entre o indivíduo na posição ortostática x sentada e ortostática x supina; # comparação entre o indivíduo na posição sentada e supina.  $p < 0,05$ .

2.7. Teste T entre posição ortostática em terra e a posição supina na água com a face submersa.

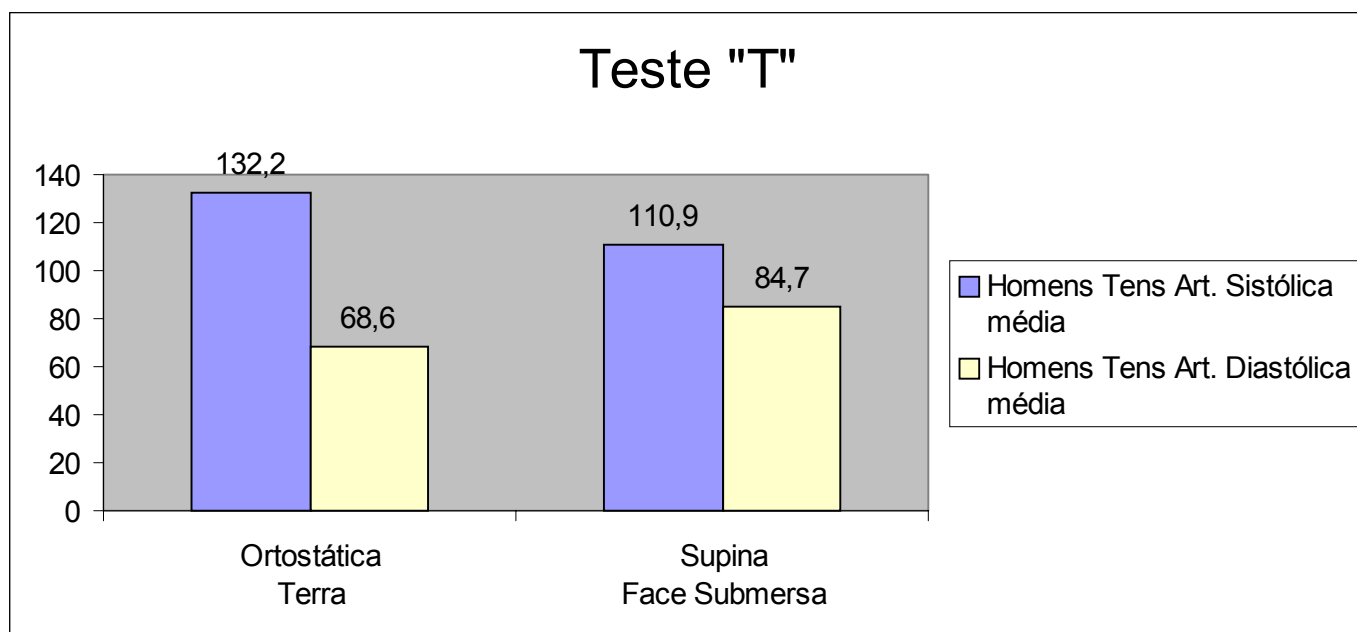
Para os homens e para as mulheres, há uma diferença significativa com  $p < 0,05$ .

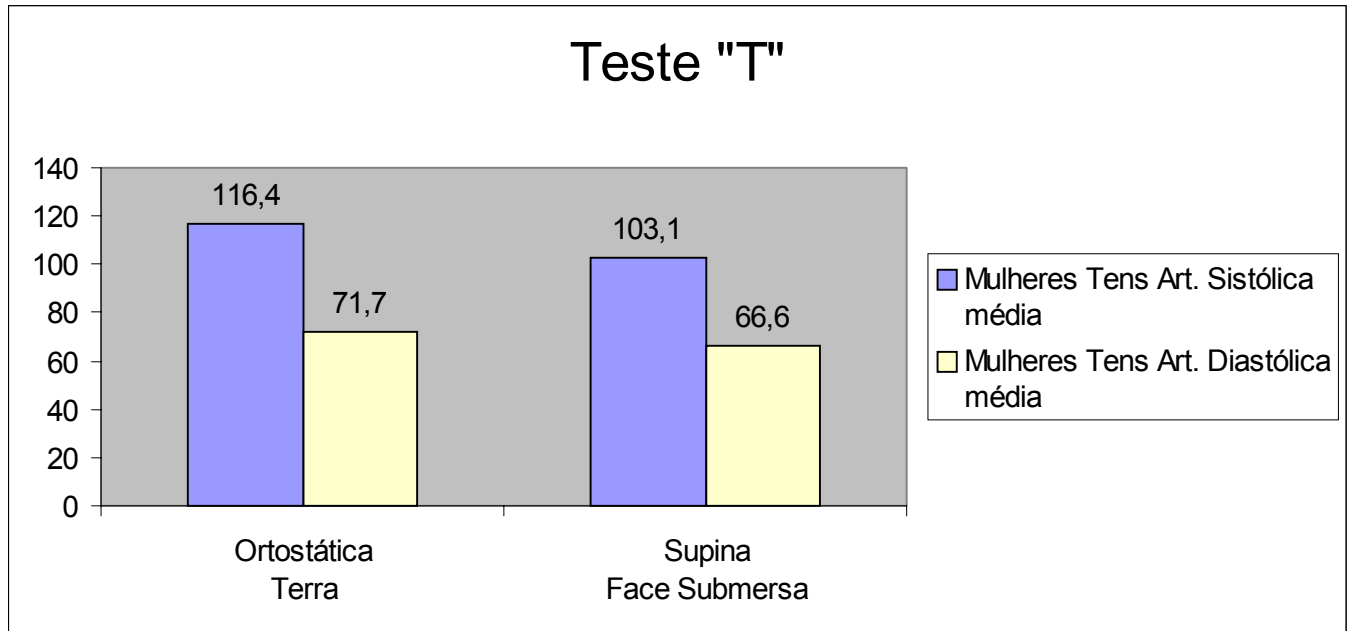
TABELA 2.7: Teste T orto/terra x supina/água com a face submersa

Meio	Posição	Homens				Mulheres			
		Tens Art. Sistólica		Tens Art. Diastólica		Tens Art. Sistólica		Tens Art. Diastólica	
		média	desvio padrão	média	desvio padrão	média	desvio padrão	média	desvio padrão
Terra	Ortostática	132,2	12,49	68,6	7,88	116,4	10,37	71,7	12,7
Face Submersa	Supina	110,9	17,44+	84,7	7,97+	103,1	17,87+	66,6	5,32

Média em mmHg, +- dp.  $p < 0,05$ .

Gráfico 2.7: Teste T orto/terra x supina/água com a face submersa





## TENSÃO ARTERIAL MÉDIA

Para o cálculo da pressão arterial média, tomou-se como base a fórmula apresentada por Fox et Mathews (1986), onde :  $PAM = (2 \times PAD + PAS) / 3$

### 3.1. Variação da Tensão Arterial Média na posição ortostática em relação ao meio

Para os homens, há diferença entre o sujeito em terra (100,53; dp = 6,45) e na água com a face emersa (86,57; dp = 9,08) ou submersa (82,37; dp = 12,92).

Para as mulheres, há diferença entre o sujeito em terra (86,6; dp = 10,48) e na água com a face emersa (80,33; dp = 8,84) e entre terra e na água com a face submersa (78,57; dp = 6,67).

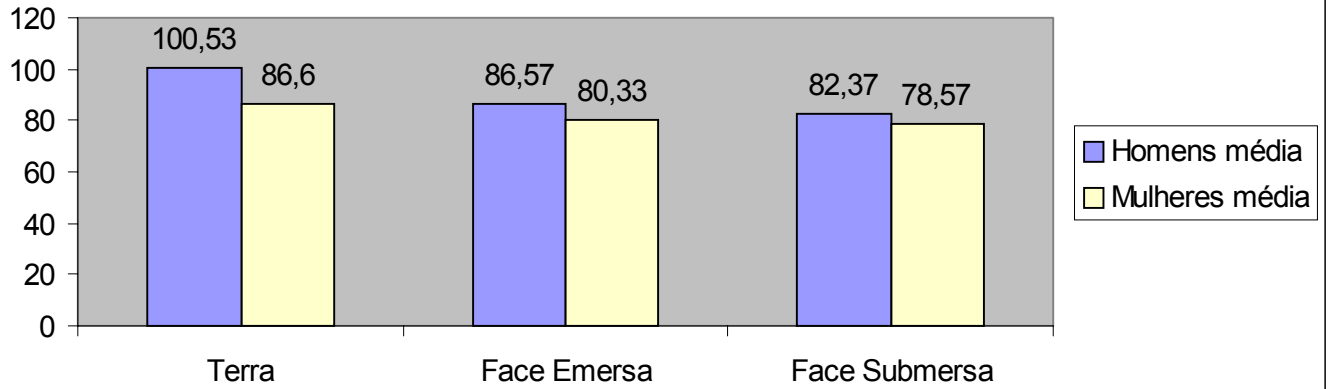
TABELA 3.1: Variação da TAM na posição ortostática

Meio	Homens		Mulheres	
	média	Desvio padrão	média	desvio padrão
Terra	100,53	6,45	86,6	10,48
Face Emersa	86,57	9,08+	80,33	8,84+
Face Submersa	82,37	12,92+	78,57	6,67+

Média em mmHg, +- dp. \* Comparação entre o indivíduo em terra e na água.  $p < 0,05$ .

GRÁFICO 3.1: Variação de Tensão Arterial Média na posição ortostática em relação ao

## Varição da Tensão Arterial Média na posição Ortostática



### 3.2. Variação da Tensão Arterial Média na posição sentada em relação ao meio

Para os homens, há diferença significativa entre o sujeito em terra (95,7; dp = 8,14) e na água com a face emersa (84,84; dp = 9,64) ou submersa (83,9; dp = 11,97).

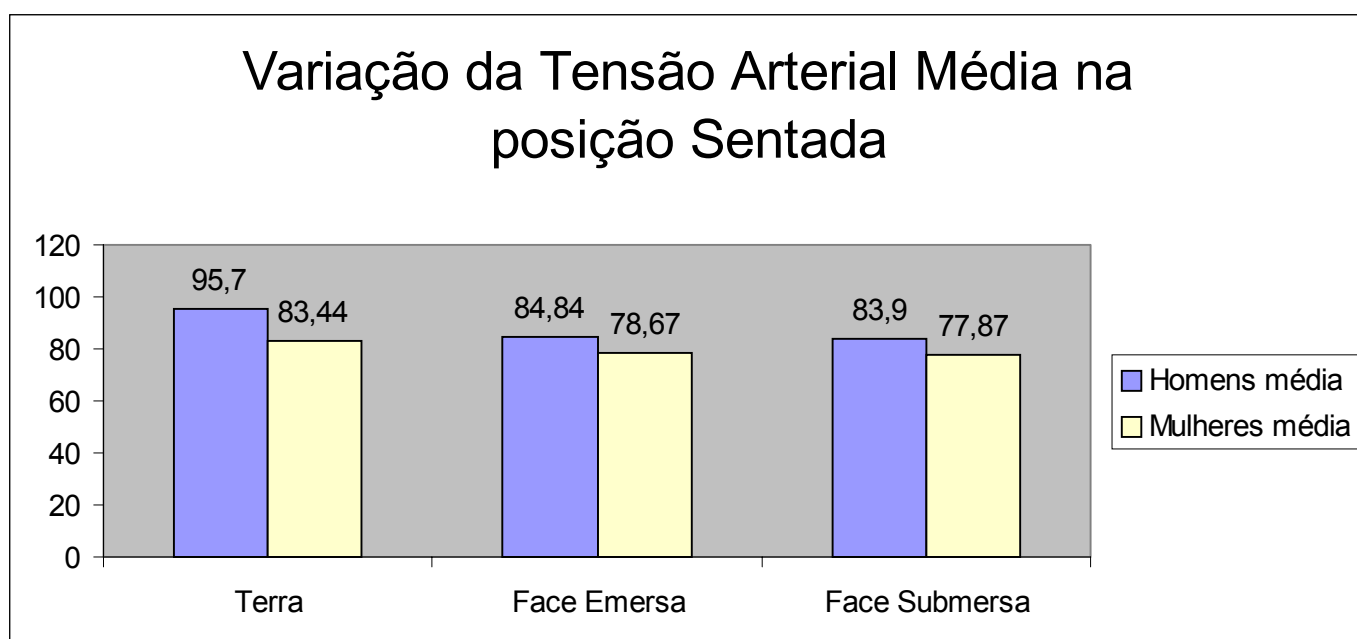
Para as mulheres, não há diferença significativa.

TABELA 3.2: Variação de TAM na posição sentada

Meio	Homens		Mulheres	
	média	desvio padrão	média	desvio padrão
Terra	95,7	8,14	83,44	9,97
Face Emersa	84,84	9,64+	78,67	7,79
Face Submersa	83,9	11,97+	77,87	8,97

Média em mmHg, +- dp. \* Comparação entre o indivíduo em terra e na água.  $p < 0,05$ .

GRÁFICO 3.2: Variação de Tensão Arterial Média na posição sentada em relação ao meio



\* comparação entre o indivíduo em terra e na água.  $p < 0,05$ .

### 3.3. Variação de Tensão Arterial Média na posição supina em relação ao meio

Para os homens, há diferença significativa entre o sujeito em terra(97,67; dp = 11,88) e na água com a face emersa (83,1; dp = 8,43) ou submersa (82,7; dp = 8,9).

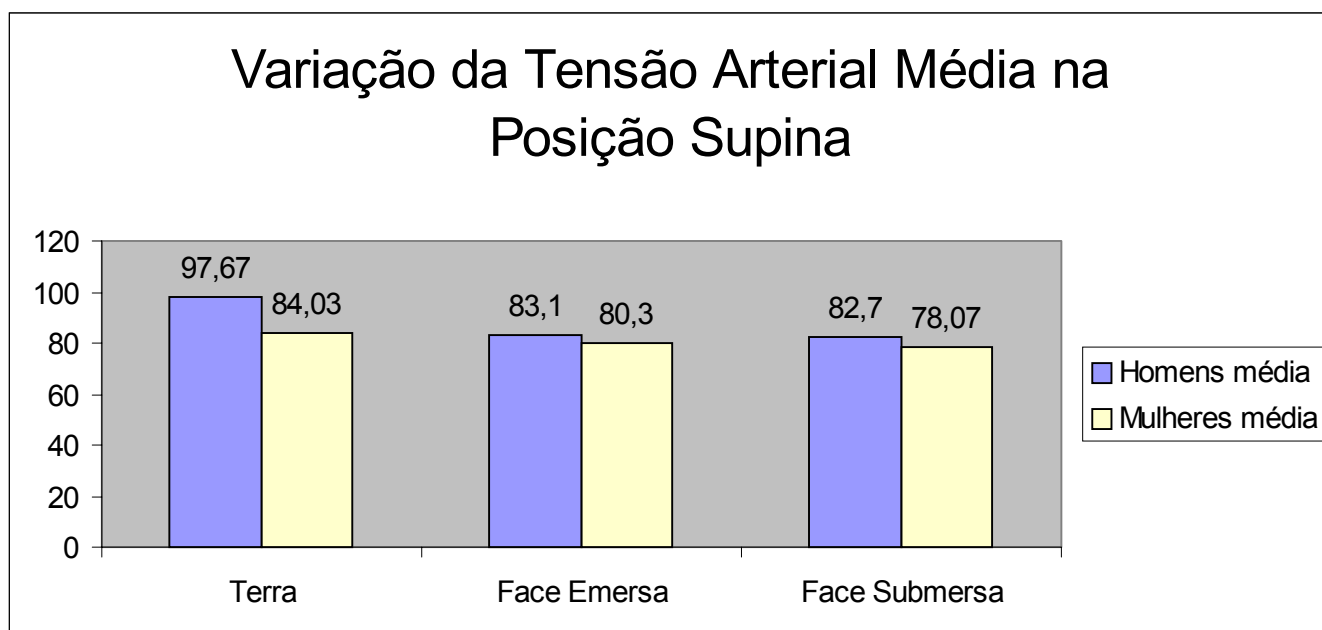
Para as mulheres, não há diferença significativa.

TABELA 3.3: Variação de TAM na posição supina

Meio	Homens		Mulheres	
	média	desvio padrão	média	desvio padrão
Terra	97,67	11,88	84,03	7,75
Face Emersa	83,1	8,43+	80,3	8,44
Face Submersa	82,7	8,9+	78,07	8,46

Média em mmHg, +- dp. \* comparação entre o sujeito em terra e na água para  $p < 0,05$ .

GRÁFICO 3.3: Variação de Tensão Arterial Média na posição supina em relação ao meio



\* comparação entre o indivíduo em terra e na água.  $p < 0,05$ .

### 3.4. Varição de Tensão Arterial Média em terra em relação às posições

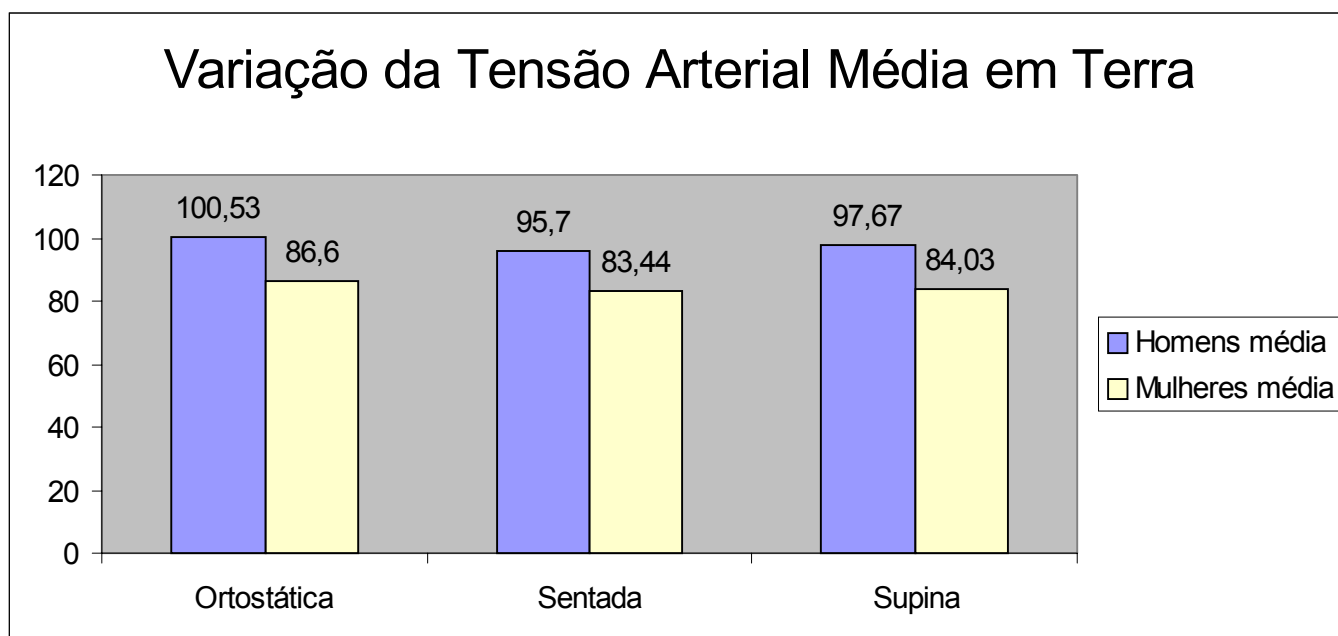
Para os homens e para as mulheres não há diferenças significativas.

TABELA 3.4: Variação de TAM em terra

Posição	Homens		Mulheres	
	média	desvio padrão	média	desvio padrão
Ortostática	100,53	6,45	86,6	10,48
Sentada	95,7	8,14	83,44	9,97
Supina	97,67	11,88	84,03	7,75

Média em mmHg, +- dp. \*  $p < 0,05$

GRÁFICO 3.4: Variação de Tensão Arterial Média em terra em relação as posições



\* comparação entre o indivíduo na posição ortostática, sentada e ortostática, supina.

$p < 0,05$ .



### 3.5 Variação de Tensão Arterial Média na água com a face emersa em relação à posição

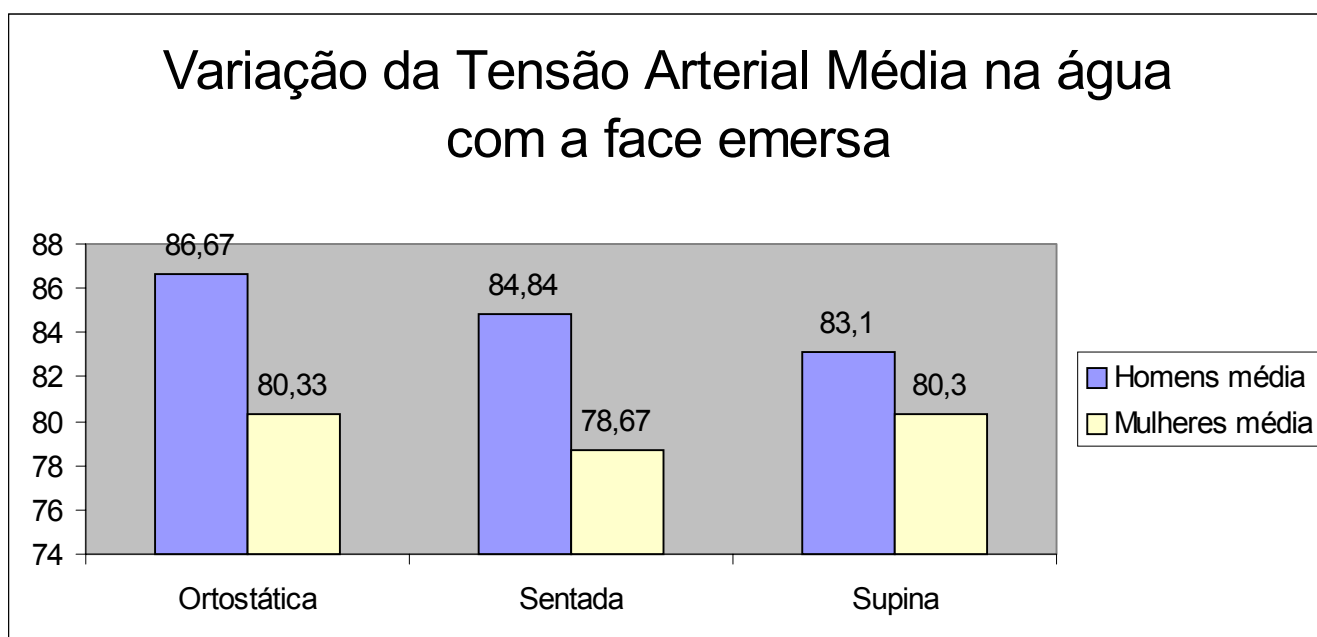
Para os homens e para as mulheres não há diferenças significativas.

TABELA 3.5: Variação da TAM na água com a face emersa

Posição	Homens		Mulheres	
	média	desvio padrão	média	desvio padrão
Ortostática	86,67	9,03	80,33	8,84
Sentada	84,84	9,64	78,67	7,79
Supina	83,1	8,43	80,3	8,33

Média em mmHg, +- dp. \*  $p < 0,05$ .

GRÁFICO 3.5: Variação de Tensão Arterial Média na água com a face emersa em relação às posições.



\* comparação entre o indivíduo na posição ortostática, sentada e ortostática, supina.  $p < 0,05$ .

### 3.6. Variação de Tensão Arterial Média na água com a face submersa em relação às posições

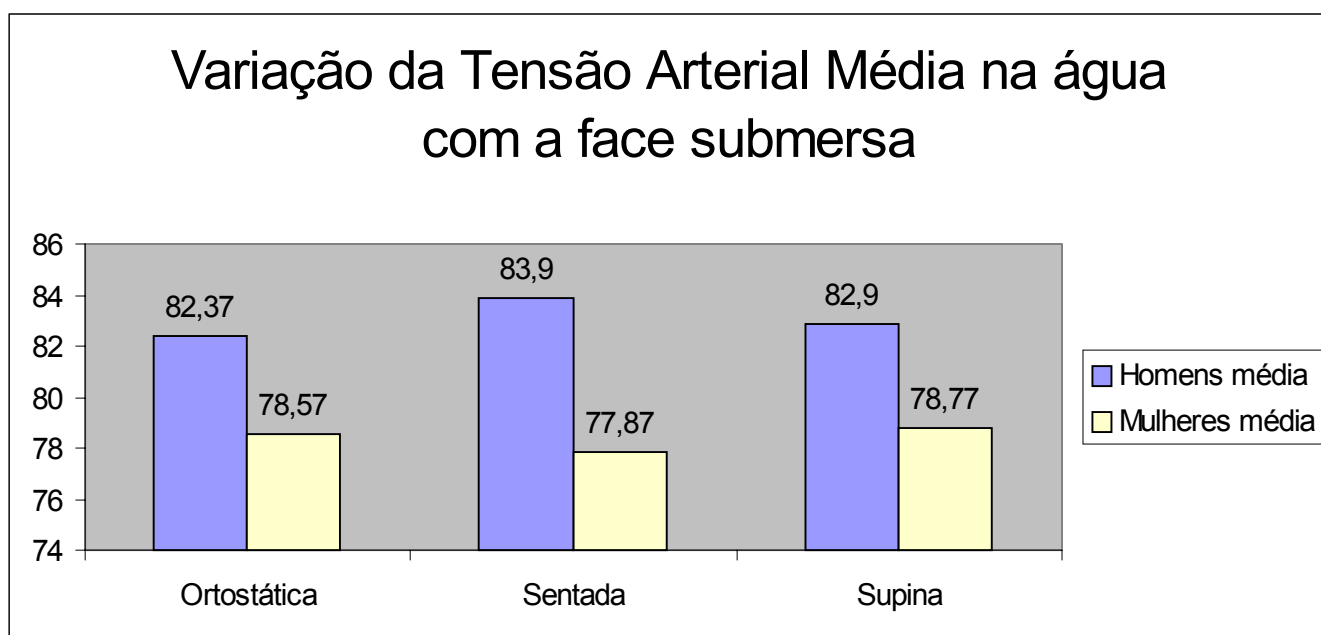
Para os homens e para as mulheres não há diferenças significativas.

TABELA 3.6: Variação de TAM na água com a face submersa

Posição	Homens		Mulheres	
	média	desvio padrão	Média	desvio padrão
Ortostática	82,37	12,75	78,57	6,67
Sentada	83,9	11,97	77,87	8,97
Supina	82,9	8,9	78,77	8,41

Média em mmHg, +- dp. \*  $p < 0,05$ .

GRÁFICO 3.6: Variação de Tensão Arterial Média na água com a face submersa em relação às posições.

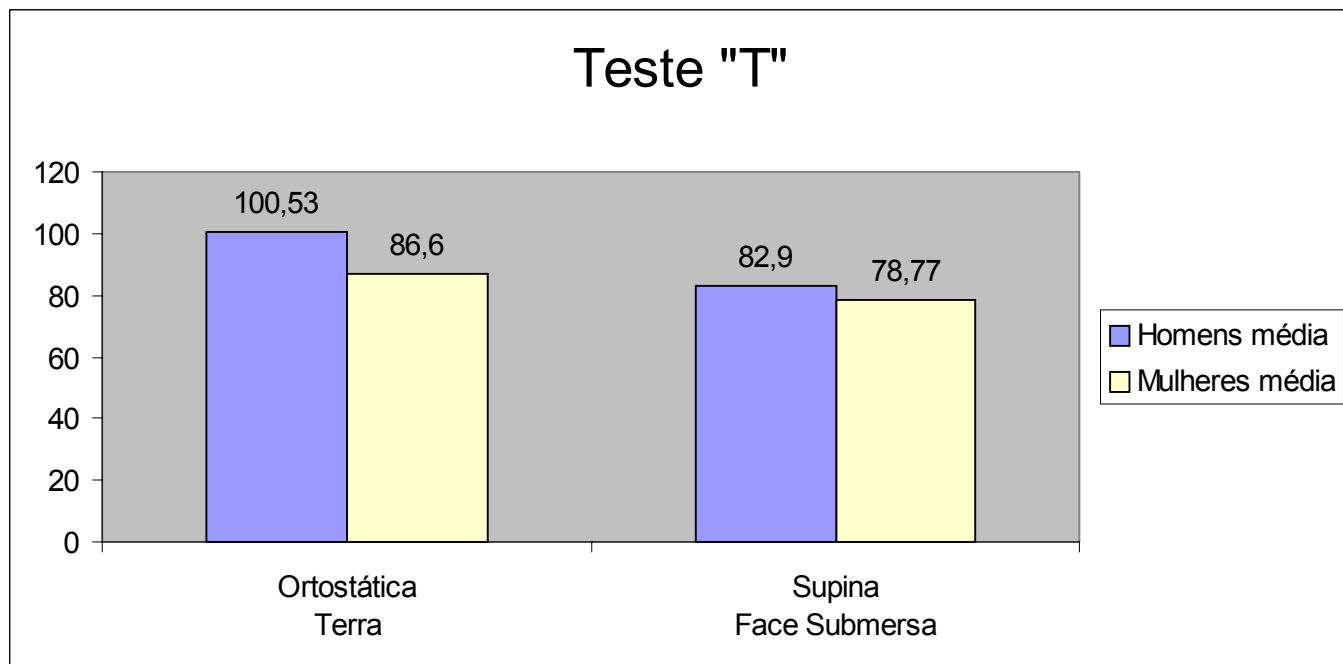


\* comparação entre o indivíduo na posição ortostática, sentada e ortostática, supina.  $p < 0,05$

Tabela 3.7: Teste T orto/terra x supina/água com a face submersa

Meio	Posição	Homens		Mulheres	
		média	desvio padrão	média	desvio padrão
Terra	Ortostática	100,53	6,45	86,6	10,48
Face Submersa	Supina	82,9	8,9+	78,77	8,41

Gráfico 3.6: Teste T orto/terra x supina/água com a face submersa.



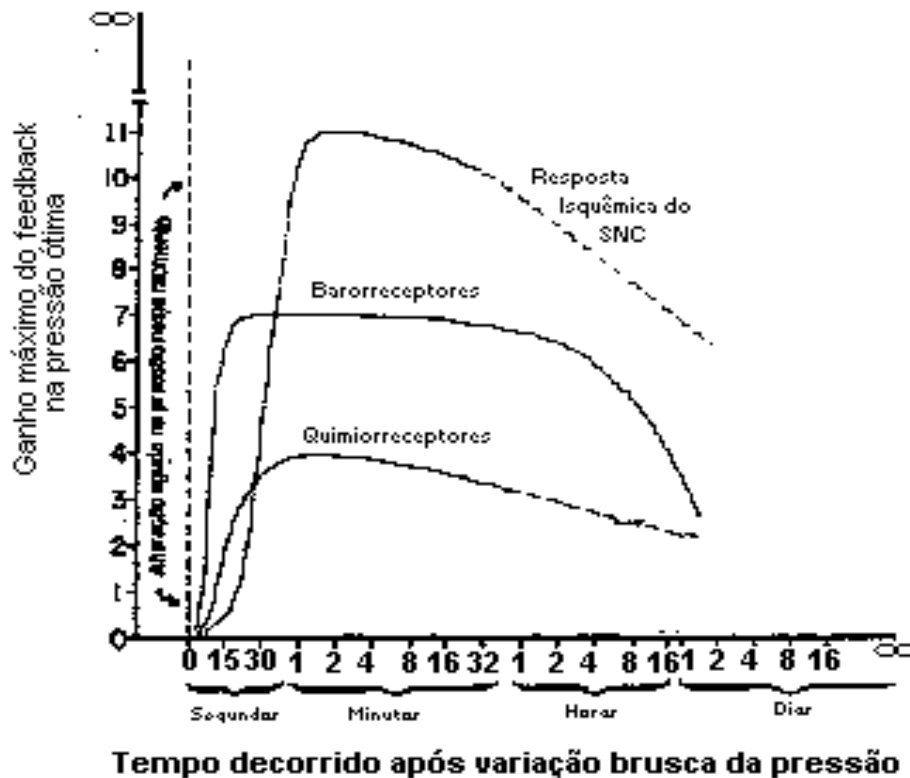
## DISCUSSÃO

Denison, Wagner, Kingaby et West (1972) afirmam que o homem, ao imergir o corpo na água, o expõe a novas situações como pressão hidrostática, condições térmicas, reflexos circulatórios que modificam as relações fisiológicas tanto em repouso como no exercício. Os efeitos destas trocas podem variar ainda com a postura, intensidade do esforço, tipo de movimento e a temperatura da água.

Brick (1966) já concluía que ao menos dois fatores contribuem para a diminuição da frequência cardíaca quando há a imersão da face. O primeiro fator, sem que se estabeleça uma hierarquia entre eles, o rosto tocar a água e o segundo, o ato de prender a respiração.

Para que se estabelecesse um padrão de tempo entre as mudanças de posição, tomou-se como base o trabalho de Guyton (1980), onde há uma mensuração de tempo da ação dos mecanismos de controle rápido da pressão arterial. A ação dos mecanismos barorreceptores, quimiorreceptores e resposta isquêmica do sistema nervoso central atinge seu platô após um minuto, sendo que ao chegar no segundo minuto, após alteração da pressão arterial todos os mecanismos de controle já estão atuando. Os barorreceptores atingem este platô em torno de um minuto (Gráfico 4).

Astrand et Rodahl (1987) afirmam que, deitado, a pressão hidrostática, é igual em todas as partes do corpo, mas na posição ortostática ela, maior nos vasos dos pés do que na cabeça. Segundo a lei de Pascal a pressão hidrostática no fluido em repouso, sob a influência da gravidade, aumenta uniformemente com a profundidade sobre a superfície



**GRÁFICO 4:** Mecanismos nervosos de ação rápida de controle da pressão arterial após início da perturbação (Segundo Guyton: *Arterial Pressure and Hipertension*. Philadelphia, W.B. Saunders Co., 1980)

livre.

Os impulsos barorreceptores, inibindo o centro vaso-constritor bulbar e excitando o centro vagal, causam uma vasodilatação em todo o sistema circulatório periférico e diminuição da frequência cardíaca e da força de contração, portanto, a excitação dos barorreceptores causa também, diminuição da tensão arterial. Com esta diminuição, há um efeito oposto, causando, de forma reflexa, uma elevação da tensão arterial de volta a níveis normais, este reflexo não ocorreu, provavelmente, devido ao efeito da água, exercendo uma pressão externa sobre o tórax. Na presente pesquisa, cada indivíduo ficou dentro da água no mínimo quarenta minutos, tempo suficiente para que os reflexos de controle rápido da tensão arterial entrassem em ação. Nos originais, não ficou evidenciado se a tensão arterial voltaria a

níveis normais após um tempo maior dentro da água, porém este tempo, já constatado, é o indicado a qualquer aula ou sessão de atividade física sendo, portanto, ideal para indivíduos que não possam suportar altos níveis de frequência cardíaca e tensão arterial. Pode-se atribuir esta diminuição da tensão arterial aos efeitos hidrostáticos.

Os resultados da frequência cardíaca mostram variações importantes, mantendo-se a posição e variando-se o meio.

O fato de haver diminuição significativa, para a frequência cardíaca, entre os sujeitos de ambos os sexos, na posição ortostática (Tabela e Gráfico 1.1) e não haver diferenças entre os homens nas posições sentada (Tabela e Gráfico 1.2) e supina (Tabela e Gráfico 1.3) talvez seja porque a posição, sentada ou supina, já esteja causando uma bradicardia e o meio não atuaria como fator principal.

Há uma bradicardia significativa quando o sujeito está na posição supina em relação à posição ortostática em qualquer situação seja em terra (Tabela e Gráfico 1.4), na água com a face emersa (Tabela e Gráfico 1.5) ou submersa (Tabela e Gráfico 1.6). Isto aconselharia a prática de natação ou alguma outra prática de exercícios deitado em relação as atividades em que o indivíduo tenha que permanecer em pé. Porém fora da água, deitado, praticamente não há opções de se fazer, por exemplo, um trabalho aeróbio.

Esta bradicardia também está presente quando se compara a posição (ortostática, sentada e supina) versus a situação (em terra, na água com a face emersa ou submersa).

Nas mulheres a bradicardia se dá em todos os níveis (Tabelas e Gráficos: 1.1, 1.2, 1.3) porém nos homens isto ocorre apenas quando o sujeito está na posição ortostática (Tabela e Gráfico 1.1). Não se sabe porque a imersão da face não causou bradicardia nas posições sentada e supina. Nos achados de Asmussen et Kristiansson (1968), com a repetitiva ação de imersão da face, a bradicardia diminui até desaparecer. Se a bradicardia de imersão da face é um reflexo, ele é bastante inconstante e transitório.

Foi realizado também um teste T pareado para verificar se havia uma alteração de frequência cardíaca significativa entre a posição ortostática do indivíduo em terra versus a posição supina com a face submersa (semelhante ao ato de nadar) e verificou-se uma diferença altamente significativa, com  $p < 0.05$  Tabela 1.7).

Nas relações da tensão arterial sistólica, em que se manteve a posição e variou-se o meio, houve dados relevantes.

Para os homens, entre a terra e água com a face submersa houve uma variação significativa, com  $p < 0,001$  em todas as posições (Tabelas e Gráficos 2.1, 2.2 e 2.3) e para as mulheres esta variação foi com  $p < 0,01$  (Tabelas e Gráficos 2.1, 2.2 e 2.3).

Nos resultados da tensão arterial média têm-se que, ao se comparar as posições mantendo-se a mesma situação (Tabelas e Gráficos 3.4, 3.5, 3.6) não houve diferenças significativas, com  $p < 0,05$  nem para os homens nem para as mulheres. Ou seja, não é o fato do sujeito estar em pé, sentado ou deitado que irá causar uma diminuição na tensão arterial média.

Por outro lado, ao se comparar as situações em relação à mesma posição (Tabelas e Gráficos 3.1, 3.2, 3.3), notou-se diferenças bem significativas, seguindo-se os resultados obtidos pela tensão arterial sistólica e diastólica isoladamente.

Na tensão arterial média apenas para as mulheres nas posições sentada (Tabela e Gráfico 3.2) e deitada (Tabela e Gráfico 3.3), variando-se a situação, não diminuiu significativamente comparando-se a situação em terra versus na água com a face emersa ou submersa. Para todos os outros níveis ela diminuiu significativamente.

Isoladamente, a tensão arterial sistólica e diastólica não se alterou significativamente, ao manter a situação (em terra, na água com a face emersa ou submersa) e variando-se a posição (Tabelas e Gráficos 2.4, 2.5 e 2.6).

Ao manter o meio e variar a posição (quando o indivíduo está na posição ortostática, comparando com a sentada ou a posição supina), não há diferenças significativas

de tensão arterial sistólica, diastólica (Tabelas e Gráficos 2.4, 2.5, 2.6) ou média ( Tabelas e Gráficos 3.4, 3.5, 3.6).

Ao manter a posição e variar o meio (isto é, ortostática x terra, na água com a face emersa ou com a face submersa (Tabela e Gráfico 2.1); sentada x as três situações (Tabela e Gráfico 2.2) e supina x as três situações (Tabela e Gráfico 2.3)) , tanto para os homens como para as mulheres não há diferença significativa entre o sujeito na água com a face emersa, comparado com a face submersa, exceto para os homens a tensão arterial sistólica na posição ortostática (Tabela e Gráfico 2.1). Aliado ao fato de haver diferença na tensão arterial para os homens, ao se comparar terra x na água com a face emersa ou submersa, o fato do sujeito estar ou não com a face emersa não influi na tensão arterial.

Guyton (1989) afirma que o método auscultatório para determinar as pressões sistólicas e diastólicas pode determinar valores dentro de 10% dos obtidos por meios diretos nas artérias.

Os resultados desta pesquisa diferem da literatura em relação à tensão arterial média pois ao comparar o indivíduo em terra e na água, seja na posição ortostática (Tabela e Gráfico 3.1), sentada (Tabela e Gráfico 3.2) ou supina (Tabela e Gráfico 3.3) para os homens, com ou sem a imersão da face, constatou-se uma diminuição significativa da tensão arterial média. Para as mulheres, verificou-se apenas na posição ortostática (Tabela e Gráfico 3.1). Talvez com sistemas de medições mais precisos, os resultados na posição sentada e supina variando-se o meio pudessem ser significativos, visto que os valores são menores com a face emersa e menores ainda com a face submersa, em todas as posições, porém não há diferença estatisticamente significativa ( $p < 0,05$ ). e nos valores da tensão arterial sistólica, para as mulheres (Tabelas e Gráficos 2.1, 2.2, 2.3) há diminuição significativa entre terra e na água com a face submersa.



## CONCLUSÃO

Com o presente trabalho, constatou-se que, ao mudar a posição do sujeito (ortostática, sentada e supina) nas diferentes situações, não é modificada a tensão arterial, apenas a frequência cardíaca apresenta modificações, talvez porque sofra uma influência menor da gravidade, com o retorno venoso facilitado.

Há uma bradicardia significativa quando o sujeito está na posição supina em relação à posição ortostática em qualquer situação, seja em terra, AFE e AFS.

Diferentemente dos dados de Astrand e Rodhal (87) ao afirmarem que a tensão arterial se mantém estável ou até mesmo aumenta quando o sujeito entra na água e de Bergmann e outro Harding et al (65) e Scholander (62), no presente trabalho achou-se justamente o contrário.

Os achados são complementares em relação à tensão arterial e a frequência cardíaca, pois a frequência cardíaca apresenta uma queda, para homens, e apresenta uma queda, para homens e mulheres, quando o sujeito muda de uma posição ortostática para a supina em qualquer das três situações (terra, água com a face emersa e água com a face submersa) e a tensão arterial apresenta diminuição significativa quando o sujeito mantém a posição e muda a situação (terra, AFE e AFS). Apenas para as mulheres isto não ocorre nas posições sentada e supina.

Ao que parece, a temperatura da água acima dos 30°C, encontrados nesta pesquisa, poderia justificar a queda da tensão arterial, devido a uma vasodilatação periférica, sendo a imersão do corpo na água, responsável pela bradicardia, como demonstra também a literatura. Com estes dados, os sujeitos portadores de obesidade, hipertensão cardiopatia, poderão usufruir de uma atividade física onde seus limites de esforço possam ser um pouco mais elevados, proporcionando ganho na intensidade do trabalho físico (com qualidade) de venha a ser desenvolvido.

**BIBLIOGRAFIA**

ASMUSSEN E., KRISTIANSSON, N.G. The diving bradycardia in exercising man. *Acta Physiologica Scandinavica*, v. 73, n. 4, p.527-535, 1968.

ASTRAND, I., GUHARAY, A., WAHREN, J. Circulatory responses to arm exercise with different arm positions. *Journal of Applied Physiology*, v. 25, n. 5, p. 528-532, 1968.

ASTRAND, P., RODAHL, K. *Tratado de fisiologia do exercício*. Rio de Janeiro: Guanabara, 1987.

ARAÚJO, Washington B. *Ergometria e cardiologia desportiva*. Rio de Janeiro: MEDSI, 1986.

BERGMAN Jr., S.A., CAMPBELL, J.K., WILDENTHAL, K. "Diving reflex" in man: its relation to isometric and dynamic exercise. *Journal of Applied Physiology*, v. 33, n. 1, p.27-31, 1972.

BRICK, I. Circulatory responses to immersing the face in water. *Journal of Applied Physiology*, v. 21, n. 1, p.33-36, 1966.

BROUSTET, Jean-Paul. *Cardiologia deportiva*. Barcelona: Toray- Masson, 1980.

BURCKHARDT, R., ESCOBAR, M.O. *Natação para portadores de deficiência*. Rio de Janeiro: Ao Livro Técnico, 1985.

CAMPBELL, L.B., GOODEN, B.A., HOROWITZ, J.D. Cardiovascular responses to partial and total immersion in man. *Journal of Physiology*, v. 202, p. 239-250, 1969.

CLAUSEN, J.P., TRAP-JENSEN, J. Effects of training on distribution of cardiac output in patients with coronary artery disease. *Circulation*, v. 42, p. 611-624, 1970.

COSTILL, D.L., KOVALESKI, D., PORTER, J., et al. Energy expenditure during front crawl swimming: predicting success in middle-distance events. *International Journal of Sports Medicine*, v.6, p.266-270, 1985.

CRAIG JR., A.B., PENDERGAST, D.R. Relationships of stroke rate, distance per stroke, and velocity in competitive swimming. *Medicine and Science in Sports*, v.11, n.3, p.278-283, 1979.

CRAIG JR., A.B. The basics of swimming. *Swimming Technique*, v.20, n. 4, p. 23-27, 1984.

DENISON, D.M., WAGNER, P.D., KINGABY, G.L., WEST, J.B. Cardiorespiratory responses to exercises in air and underwater. *Journal of Applied Physiology*, v. 33, n. 4, p. 426-430, 1972.

DICKER, S., LOFTHUS, G., THORNTON, N., BROOKS, G. Respiratory and heart rate responses to tethered controlled frequency breathing swimming. *Medicine Science in Sports and Exercise*, v.12, n. 1, p. 20-23, 1980.

Di PRAMPERO, P.E. The energy cost of human locomotion on land and in water. *International Journal of Sports Medicine*, v. 7, p. 55-72, 1986.

Di PRAMPERO, P.E., PENDERGAST, D.W., WILSON, D.W., RENNIE, D.W. Energetics of swimming in man. *Journal of Applied Physiology*, v. 37, n. 1, p. 1-5, 1974.

DIXON Jr., R.W., FAULKNER, J.A. Cardiac outputs during maximum effort running and swimming. *Journal of Applied Physiology*, v.30, n. 5, p. 653-656, 1971.

ECKERSON, J., ANDERSON, T. Physiological response to water aerobics. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, v. 32, n. 3, p. 255-261, 1992.

FAULKNER, J.A. Physiology of swimming. *The Research Quarterly*, v.37, n.1, p.41-54, 1966.

FERGUSON, R.J. et al. Effect of physical training on treadmill exercise capacity, collateral circulation and progression of disease. *American Journal Cardiology*, v. 34, p.764-769, 1974.

FINLEY, J.P., BONET, J.F., WAXMAN, M.B. Autonomic pathways responsible for bradycardia on facial immersion. *Journal of Applied Physiology*, v. 47, n. 6, p. 1218-1222, 1979.

FITCH, K.D., MORTON, A.R., BLANSBY, B.A. Effects of swimming training on children with asthma. *Archives of Disease in Childhood*, v. 51, p. 190-195, 1976.

FOX, E.L., MATHEWS, D.K. *Bases fisiológicas da educação física e dos desportos*. Rio de Janeiro: Guanabara, 1986.

FROELLICHER, V.F. Exercise testing and training: clinical applications. *Journal American College Cardiology*, v. 1, p. 114-125, 1983.

FUENMAYOR, A.J., FUENMAYOR, A.M., WINTERDAAL, D.M., LONDONO, G. Cardiovascular responses to Valsalva maneuver in physically trained and untrained normal subjects. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, v. 32, n. 3, p. 293-298, 1992.

GREEN, J.H., CABLE, N.T., ELMS, N. Heart rate and oxygen consumption during walking on land and in deep water. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, v. 30, n. 1, p. 49-52, 1990.

GUYTON, A.C. *Tratado de Fisiologia Médica*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1989.

GUYTON, A.C. *Arterial Pressure and Hypertension*. Philadelphia: W.B. Saunders Company, 1980.

HAGBERG, J.M., EHSANI, A., HOLLOSZY, J.O. Effect of 12 months of intense exercise training on stroke volume in patients with coronary artery disease. *Circulation*, v. 67, n. 6, p. 1194-1199, 1983.

HARDING, P.E., ROMAN, D., WHELAN, R.F. Diving bradycardia in man. *Journal of Physiology*, v. 181, p. 401-409, 1965.

HOLMER, I. Oxygen uptake during swimming in man. *Journal Applied Physiology*, v. 33, n. 4, p. 502-509, 1972.

HOLMER, I. Physiology of swimming in man. *Acta Physiologica Scandinavica (Suppl)*, n. 407, p. 1-55, 1974.

HONG, S.K., MOORE, T.O., SETO, G. et al. Lung volumes and apneic bradycardia in divers. *Journal of Applied Physiology*, v. 29, n. 2, p. 172-176, 1970.

INBAR, O., DOTAN, R., DLIN, R.A. et al. Breathing dry or humid air and exercise-induced asthma during swimming. *European Journal of Applied Physiology*, v. 44, p. 43-50, 1980.

KARPMAN, V.L. Optimization mechanisms of cardiorespiration system at maximal exercise in athletes. *Journal of Sports Medicine*, v. 23, n. 4, p. 393-398, 1983.

KEATINGE, W.R., EVANS, M. The respiratory and cardiovascular response to immersion in cold and warm water. *Quart. J. Exp. Physiol.* v. 46, p. 83-94, 1961.

MAGEL, J.R., FOGLIA, G.F., McARDLE, W.D. et al. Specificity of swim training on maximum oxygen uptake. *Journal of Applied Physiology*, v. 38, n. 1, p. 151-155, 1974.

MAGEL, J.R., McARDLE, W.D., WEISS, N.L. et al. Heart rate response to apnea and face immersion. *Journal of Sports Medicine Physical Fitness*, v. 22, n. 2, p. 135-146, 1982.

MARCONNET, P., SLAOU, F., GASTAUD, M., ARDISSON, J.L. Preexercise, exercise and early post exercise arterial blood pressure in young competitive swimmers versus non swimmers. *Journal of Sports Medicine*, v.24, p. 252-258, 1984.

McARDLE, W.D., GLASSER, R.M., MAGEL, J.R. Metabolic and cardiorespiratory response during free swimming and treadmill walking. *Journal of Applied Physiology*, v. 30, n. 5, p.733-738, 1971.

McARDLE, W.D., MAGEL, J.R., LESMES, G.R., PECHAR, G.S. Metabolic and cardiovascular adjustment to work in air and water at 18, 25 and 33°C. *Journal of Applied Physiology*, v. 40, n. 1, p. 85-89, 1976.

McARDLE, W.D., MAGEL, J.R., GERGLEY, T.J. et al. Thermal adjustment to cold-water exposure in resting men and women. *Journal Applied Physiology*, v.56, n. 6, p. 1565-1571,1984.

McARDLE, W.D., MAGEL, J.R., SPINA, R.J. et al. Thermal adjustment to cold-water exposure in exercise men and women. *Journal of Applied Physiology*, v. 56, n. 6, 1572-1577, 1984.

MILLER, R.L., ROBINSON, E., McCLOSKEY, J. B., PICKEN, J. Pulmonary difusing capacity as a predictor of performance in competitive swimming. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, v.29, n. 1, p. 91- 96, 1989.

NADEL, E.R., HOLMER, I., BERGH, U. et al. Energy exchanges of swimming man. *Journal of Applied Physiology*, v. 36, n. 4, p. 465-471, 1974.

NIKOLIC, Z., TODOROVIC., B. Year round trainning effects on swimmers' heart rate during bicycle ergometer and swimming exercises. *Journal of Sports Medicine*, v. 22, p. 85-94, 1982.

NOBLE, B.J., ALLEN, J.G. Perceived exertion in swimming. *Swimming Technique*, v.21, p. 11-15. May-July, 1984.

OLDRIDGE, N.B., HEIGENHAUSER, G.F., SUTTON, J.R., JONES, L. Resting and exercise heart rate with apnea and facial immersion in female swimmers. *Journal of Applied Physiology*, v. 45, n. 6, p. 875-879, 1978.

POLLOCK, M.L., WILLMORE, J.K., FOX, S.M. Exercícios na saúde e na doença. Rio de Janeiro: MEDSI, 1986.

PORCARI, J. et al. Is fast walking an adequate aerobic training stimulus for 30-69 year old men and women? *Physician Sports Medicine*, v. 15, p. 119-129, 1987.

RENNIE, D.W., Di PRAMPERO, P, CERRETELLI, P. Effects of water immersion on cardiac output, heart rate and stroke volume of man at rest and during exercise. *Medicina dello Sport*, v. 24, p. 223-228, 1971.

RUSHALL, B.S., SHEWCHUK, M.L. Effects of thought content instructions on swimming performance. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, v. 29, n. 4, p. 326-334, 1989.

SCHOLANDER, P.F., HAMMEL, H.T., LEMESSURIER, H. et al. Circulatory adjustment in pearl divers. *Journal of Applied Physiology*, v. 17, n. 2, p. 184- 190, 1962.

SCOTT, P.A., CANDLER, M. Terrestrial and subaquatic apneic bradycardial responses under resting and working conditions. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, v. 29, n. 4, p. 335-345, 1989.

SWAM, P., SPITLER, D.L. Cardiac dimensions and physical profile of masters level swimming. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, v. 29, n. 1, p. 97- 103, 1989.

SKINNER, J. *Exercise testing and exercise prescription for special cases*. Philadelphia: Lea & Fabiger, 1987.

TONER, M.M., SAWKA, M.N., PANDOLF, K.B. Thermal responses during arm and leg and combined arm-leg exercise in water. *Journal of Applied Physiology*, v. 56, n. 5 , p. 1355-1360, 1984

VICKERY, S.R., CURETON, K.J., LANGSTAFF, J.L. Heart rate and energy expenditure during aqua dynamics. *Physical Sportsmedicine*, v. 11, p. 67-72, 1983.

**ANEXOS**



**ANEXO I**

Relação das idades , temperatura da água e do ambiente:

Sujeito	Sexo	Idade	Temperatura (°C)	
			Água	Ambiente
1	M	19	33,5	21,0
2	M	21	34,0	21,0
3	M	24	33,0	20,0
4	M	22	31,5	21,0
5	M	26	33,0	21,0
6	M	24	33,0	22,0
7	M	27	30,0	20,0
8	M	20	32,5	20,0
9	M	23	31,0	19,0
10	M	20	32,5	17,5
11	F	19	33,5	23,5
12	F	18	33,5	23,5
13	F	23	33,0	23,0
14	F	22	33,0	23,0
15	F	23	30,0	21,0
16	F	23	30,0	21,0
17	F	19	30,0	20,0
18	F	23	31,5	18,0
19	F	20	31,0	16,0
20	F	21	31,5	17,0

**ANEXO II**

Resultados da Frequência cardíaca(Bpm): Em terra, na água com a face emersa e na água com a face submersa.

Ortostática		Sentada		Supina	
Masculino	Feminino	Masculino	Feminino	Masculino	Feminino
72	82	61	81	60	76
73	75	69	73	76	64
65	91	63	85	66	82
79	78	78	70	71	71
79	64	70	65	67	59
57	96	47	87	44	79
78	88	63	81	65	82
60	72	50	66	51	60
89	85	83	78	81	79
71	70	62	65	62	61
57	65	58	65	57	64
68	62	68	63	70	61
65	82	63	83	64	78
73	73	79	68	74	70
69	54	65	58	65	48
51	80	46	79	48	74
77	79	70	82	67	68
50	61	51	60	47	59
77	73	75	70	73	70
58	63	55	64	57	60
59	62	59	59	58	62
67	62	72	61	71	62
62	81	65	78	63	81
64	82	70	76	69	76
60	52	66	53	62	55
48	83	48	87	51	87
61	77	67	72	68	88
53	53	54	57	54	57
73	80	73	72	70	79
58	60	60	62	61	61

## ANEXO III

Resultados da Tensão Arterial (mmHg): Em terra, na água com a face emersa e na água com a face submersa

Masculino

Ortostática		Sentada		Supina	
Sistólica	Diastólica	Sistólica	Diastólica	Sistólica	Diastólica
128	86	119	73	129	65
145	86	138	76	141	70
153	68	164	84	169	93
132	87	133	80	135	80
109	80	114	75	114	73
126	91	123	90	110	80
124	81	107	70	140	80
140	98	140	83	140	101
139	89	130	75	140	88
126	81	133	79	122	65
109	71	108	75	104	60
136	74	125	71	122	69
141	78	140	81	142	78
130	80	124	71	133	68
96	65	95	69	102	59
111	85	106	77	95	71
101	59	113	75	105	63
117	71	106	56	118	63
114	67	121	77	123	76
126	58	115	44	123	56
110	60	110	61	102	68
119	72	101	71	119	53
137	84	136	87	143	77
139	88	145	87	132	79
92	55	100	69	90	70
88	65	105	71	91	69
102	67	95	58	100	67
119	71	112	70	121	67
93	66	102	74	107	76
104	56	103	56	104	60

## ANEXO IV

Resultados da tensão arterial (mmHg): em terra, na água com a face emersa e na água com a face submersa

Feminino

Ortostática		Sentada		Supina	
Sistólica	Diastólica	Sistólica	Diastólica	Sistólica	Diastólica
120	77	106	64	111	62
96	63	100	62	106	51
106	73	120	65	110	63
133	86	132	82	130	76
119	79	108	70	118	80
115	57	106	47	120	70
128	82	117	82	121	78
117	72	128	78	128	63
117	46	107	62	114	64
113	82	107	74	111	69
127	67	105	65	116	69
80	62	87	72	88	74
108	61	103	64	108	66
133	71	132	76	123	64
106	71	107	66	111	73
106	54	113	46	109	54
116	79	108	73	122	85
116	72	119	67	109	65
101	67	91	61	86	67
93	58	99	58	91	56
89	74	95	75	95	65
97	70	94	79	79	69
106	64	104	67	107	69
116	67	114	45	114	67
106	74	96	73	100	65
112	59	120	68	133	70
111	75	115	70	89	69
95	69	100	66	123	74
104	65	100	71	111	64
83	52	76	47	80	54

## ANEXO V

Resultados da Tensão Arterial Média (mmHg): Em terra, na água com a face emersa e na água com a face submersa

Ortostática		Sentada		Supina	
Masculino	Feminino	Masculino	Feminino	Masculino	Feminino
100,00	91,33	88,33	78,00	86,33	78,33
105,67	74,00	96,67	74,67	93,67	69,33
96,33	84,00	110,67	83,33	118,33	78,67
102,00	101,67	97,67	98,67	98,33	94,00
89,67	92,33	88,00	82,67	86,67	92,67
102,67	76,33	101,00	66,67	90,00	86,67
95,33	97,33	82,33	93,67	100,00	92,33
112,00	87,00	102,00	94,67	114,00	84,67
105,67	69,67	93,33	77,00	105,33	80,67
96,00	92,33	97,00	85,00	84,00	83,00
83,67	87,00	86,00	78,33	74,67	84,67
94,67	68,00	89,00	77,00	86,67	78,67
99,00	76,67	100,67	77,00	99,33	80,00
96,67	91,67	88,67	94,67	89,67	83,67
75,33	82,67	77,67	79,67	73,33	85,67
93,67	71,33	86,67	68,33	79,00	72,33
73,00	91,33	87,67	84,67	77,00	97,33
86,33	86,67	72,67	84,33	81,33	79,67
82,67	78,33	91,67	71,00	91,67	73,33
80,67	69,67	67,67	71,67	78,33	67,67
76,67	79,00	77,33	81,67	79,33	75,00
87,67	79,00	81,00	84,00	75,00	72,33
101,67	78,00	103,33	79,33	99,00	81,67
105,00	83,33	106,33	68,00	96,67	82,67
67,33	84,67	79,33	80,67	76,67	76,67
72,67	76,67	82,33	85,33	76,33	91,00
78,67	87,00	70,33	85,00	78,00	75,67
87,00	77,67	84,00	77,33	85,00	90,33
75,00	78,00	83,33	80,67	86,33	79,67
72,00	62,33	71,67	56,67	74,67	62,67