

SABRINA SILVA DA ROSA

COMO SE COMPORTA A FREQUÊNCIA CARDÍACA DE REPOUSO DENTRO E FORA DA ÁGUA



Monografia apresentada como requisito parcial para a conclusão do Curso Especialização em *Fisiologia do Exercício* do Departamento de Educação Física, Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná.

**CURITIBA
2009**

SABRINA SILVA DA ROSA

**COMO SE COMPORTA A FREQUÊNCIA CARDÍACA DE REPOUSO DENTRO E
FORA DA ÁGUA**

Monografia apresentada como requisito parcial para a conclusão do Curso Especialização em *Fisiologia do Exercício*, do Departamento de Educação Física, Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná. Tendo sido orientada pelo Prof. Dr. John Peter Nasser.

CURITIBA

2009

EPÍGRAFE

**“Sim, sou eu, eu mesmo, tal qual resultei de tudo...
Quanto fui, quanto não fui, tudo isso sou...
Quanto quis, quanto não quis,
tudo isso me forma...”**

Fernando Pessoa

RESUMO

O meio aquático é um ambiente muito procurado para a prática de atividade física, e já se tem muitos estudos que relatam respostas fisiológicas diferentes quando comparados ao ambiente terrestre, portanto há necessidade de estudos específicos na água. O objetivo deste estudo foi identificar o comportamento da frequência cardíaca de repouso dentro e fora d'água nas posições em pé e deitado, e comparar as variáveis relacionadas ao sexo e idade. Participaram da amostra 22 homens e 10 mulheres praticantes de natação ou hidroginástica do complexo aquático do Centro de Desportos da Universidade Federal de Santa Catarina. A amostra foi dividida por faixa etária, de 8 a 13 ($10,5 \pm 1,9$) anos, 18 a 29 ($22,5 \pm 3,1$) anos, 30 a 40 (33 ± 2) anos e 50 a 60 ($50,5 \pm 1$) anos. O procedimento de mensuração da frequência cardíaca foi feito com um monitor da marca Polar® modelo S720i/S710i. A coleta ocorreu em dois momentos, um fora e outro dentro d'água. Cada sujeito ficou durante o tempo de dois minutos em pé e deitado, sucessivamente no ambiente terrestre e depois no aquático. Quando comparada as médias da frequência cardíaca nas posições em pé $83,1 \pm 17,8$ bpm e deitado $67,9 \pm 11,3$ bpm fora d'água ocorreu diferença estatística significativa ($p < 0,05$), o que não ocorre entre ambas posições dentro d'água. Foi também verificado que a posição em pé fora d'água $83,1 \pm 17,8$ bpm e dentro d'água $68,8 \pm 12,9$ bpm, também apresentou diferença significativa ($p < 0,05$). A frequência cardíaca não apresentou diferença estatística entre o sexo masculino e feminino. Com relação a idade na posição em pé fora d'água, somente a faixa etária de 8 a 13 anos ($101,3 \pm 17,04$ bpm) apresentou significância ($p < 0,05$) com as demais faixas etárias, 18 a 29 anos ($80,4 \pm 15,2$ bpm), 30 a 40 anos ($73,5 \pm 16,5$ bpm) e 50 a 60 anos ($71,9 \pm 10,7$). Na posição deitada a diferença só ocorreu entre os 8 a 13 anos ($75,1 \pm 13,7$ bpm) e 30 a 40 anos ($59,5 \pm 10,7$). Dentro d'água na posição em pé a diferença foi entre 8 a 13 anos ($79,5 \pm 17,6$ bpm) e 30 a 40 anos ($58,2 \pm 13,6$), e deitado entre 8 a 13 anos ($79,5 \pm 12,6$ bpm) e 18 a 29 anos ($66,5 \pm 10,7$). Pode-se concluir que houve diferença na resposta do sistema cardíaco em razão das alterações representadas pela frequência cardíaca com a troca de ambiente.

Palavras-chave: frequência cardíaca, ambiente terrestre e ambiente aquático.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Comportamento do sistema cardiovascular relacionado a diferente distribuição sanguínea

Figura 2: Representação esquemática do sistema de condução do coração.

Figura 3: Representação gráfica de um eletrocardiograma normal.

Figura 4: Ilustração da inervação do sistema cardiovascular.

Figura 5: Representação gráfica do comportamento da FC normal, da FC em bradicardia e em taquicardia.

Figura 6: Fatores que contribuem para o ganho e perda de calor de forma a regular a temperatura central em 37 °C.

Figura 7: Ilustração das alterações cardiovasculares após a imersão.

Figura 8: Ilustração gráfica de um teste piloto: identificação da estabilização da FC de repouso em cada posição.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Comparação do comportamento cardíaco no repouso entre indivíduos treinados e destreinados.

Tabela 2: Comportamento da frequência cardíaca de repouso entre os sexos.

Tabela 3: Classificação das temperaturas.

Tabela 4: Caracterização do tempo de estabilização da FC de repouso durante o teste piloto.

Tabela 5: Caracterização da amostra do teste piloto.

Tabela 6: Valores médios e desvio padrão das variáveis idade (por faixa etária), massa corporal, estatura e frequência de atividade física semanal.

Tabela 7: Médias e desvio padrão da FC de repouso dentro e fora d'água nas posições em pé e deitado.

Tabela 8: Média e desvio padrão da FC dentro e fora d'água referente ao sexo masculino e feminino

Tabela 9: Médias e desvio padrão por faixa etária da FC total, FC máx e FC min fora d'água na posição de pé.

Tabela 10: Médias e desvio padrão por faixa etária da FC total, FC máx e FC min fora d'água na posição deitado.

Tabela 11: Médias e desvio padrão por faixa etária da FC total, FC máx e FC min dentro d'água na posição em pé.

Tabela 12: Médias e desvio padrão por faixa etária da FC total, FC máx e FC min dentro d'água na posição deitado.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	10
1.1 Problema.....	10
1.2 Objetivos.....	12
1.2.1 <i>Objetivos gerais</i>	12
1.2.2 <i>Objetivos específicos</i>	12
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	13
2.1 Sistema Circulatório.....	13
2.1.1 <i>Mecanismo dos batimentos cardíacos</i>	14
2.1.2 <i>Potencial de ação</i>	15
2.1.3 <i>Potencial de ação no coração</i>	16
2.1.4 <i>Controle nervoso</i>	17
2.2 Hemodinâmica.....	18
2.2.1 <i>Débito cardíaco</i>	19
2.2.2 <i>Volume sistólico</i>	19
2.2.3 <i>Pressão cardíaca</i>	20
2.3 Freqüência Cardíaca.....	21
2.3.1 <i>Fatores que interferem na freqüência cardíaca</i>	23
2.3.2 <i>Freqüência cardíaca como indicador fisiológico</i>	28
2.4 Propriedades físicas da água.....	30
2.4.1 <i>Termodinâmica</i>	30
2.4.2 <i>Hidrodinâmica</i>	31
2.5 Freqüência cardíaca na imersão.....	32
3 METODOLOGIA.....	34
3.1 Modelo de estudo.....	34
3.2 Amostra.....	34
3.3 instrumentos de medida.....	34
3.4 procedimento do teste piloto.....	35
3.5 procedimento da coleta.....	37
3.6 limitações do estudo.....	38
3.7 tratamento estatístico.....	38
4 RESULTADOS.....	39
5 DISCUSSÃO.....	43
6 CONCLUSÃO.....	46
REFERÊNCIAS.....	48
ANEXOS.....	53

1. INTRODUÇÃO

1.1 PROBLEMA

Os filósofos antigos como Galeno e Aristóteles, por exemplo, já buscavam explicações sobre a estrutura anatômica e o comportamento do coração. Nos seus escritos é possível visualizar o movimento do sistema cardíaco que conhecemos hoje, ou seja, as contrações cardíacas resultam em pulsações arteriais e assim o sangue é distribuído pelo organismo (HARVEY, 1999).

Como sabemos é imprescindível o conhecimento do funcionamento cardiovascular para o exercício físico, porque o exercício provoca um stress no organismo o qual resulta em alterações fisiológicas nos sistemas orgânicos, principalmente, o cardíaco.

O trabalho do coração depende do volume sistólico, ou seja, das contrações realizadas pelo músculo. Esse trabalho da musculatura cardíaca está relacionado com a frequência cardíaca, que se resume no número de batimentos ou contrações por minuto.

Quando se pensa no exercício físico são inúmeras as modalidades, entre elas encontramos as realizadas no ambiente aquático. Dessa forma, há uma crescente preocupação em pesquisas específicas na busca de resultados mais eficientes no exercício.

Por meio de pesquisas relacionadas ao exercício físico na água, observou-se que o organismo, principalmente o sistema cardiocirculatório, pode sofrer alterações quando imerso na água. Há autores que possuem opiniões contraditórias entre a existência ou não de alterações orgânicas durante a imersão.

Em repouso ou durante o exercício Kruehl (2000), a imersão produz respostas fisiológicas diferentes quando comparadas com o ambiente terrestre em virtude das propriedades físicas da água. Segundo Avellini et al. (1983), os efeitos fisiológicos da imersão estão relacionados com os princípios fundamentais de hidrodinâmica e termodinâmica.

Há vários estudos sobre o comportamento do sistema circulatório quando um sujeito está imerso na água, segundo Denison et al. (1972), quando o indivíduo encontra-se imerso no meio líquido ele estará sujeito à outra viscosidade do meio; a uma nova pressão, a hidrostática e a novas condições térmicas e, em certas vezes, a estímulos reflexos circulatórios os quais poderiam alterar as respostas cardio-circulatórias (KRUEHL, 1997).

Os autores referidos falam das alterações no sistema cardíaco, porém na literatura há autores que durante suas pesquisas colocam não encontrarem alterações significativas quando um corpo é submetido à imersão.

Como existe essa diferença quanto a resposta fisiológica cardíaca entre os ambientes terrestre e aquático, há necessidade de estudos comparativos do funcionamento cardíaco dentro e fora d'água, para que seja possível a utilização mais precisa da frequência cardíaca como indicador fisiológico na atividade física.

A frequência cardíaca é um ótimo indicador fisiológico, pois permite verificar a quantidade de sangue distribuído pelo coração, volume de VO₂, patologias, anomalias do feto no período gestacional, prescrição de exercício, entre outros.

No exercício, Ferrari & Guglielmo (2004) colocam que para a prescrição da intensidade do exercício são empregados vários parâmetros, como: VO₂ máx, resposta do lactato sanguíneo (limiar anaeróbio), percepção subjetiva de esforço (Escala de Borg) e FC, sendo que esta última é a mais utilizada, principalmente, por ser um método não invasivo, de fácil aplicabilidade e de baixo custo.

Logo, o presente estudo tem como objetivo, uma descrição detalhada do sistema cardíaco, utilizando a frequência cardíaca como indicador para as comparações entre o meio aquático e o terrestre.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral:

Verificar o comportamento da frequência cardíaca de repouso dentro e fora da água.

1.2.2 Objetivo específico:

- verificar a frequência cardíaca fora d'água nas posições decúbito dorsal e na posição de pé;
- verificar a frequência cardíaca dentro d'água nas posições decúbito dorsal e na posição de pé;
- comparar o comportamento da frequência cardíaca entre o meio terrestre e o aquático;
- comparar as alterações da frequência cardíaca decorrente da faixa etária e do sexo.

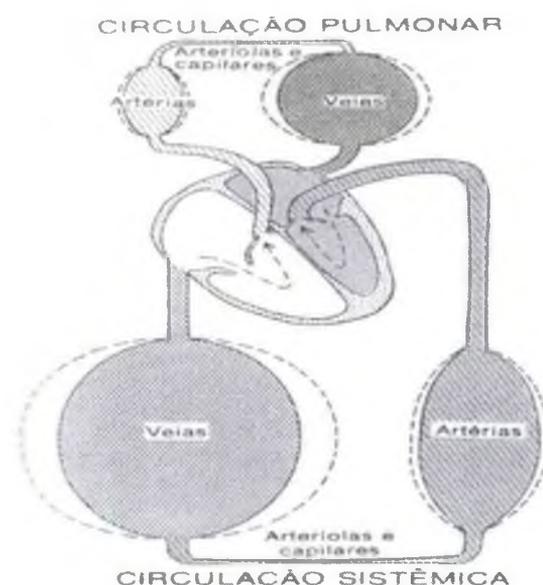
2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 SISTEMA CIRCULATÓRIO

O sistema circulatório, juntamente, com o sistema nervoso e endócrino compõe os principais sistemas de coordenação e integração das funções vitais do organismo. Enquanto o sistema nervoso está relacionado com o centro de controle, o endócrino, composto por glândulas secretoras, liberam substâncias reguladoras e o sistema cardíaco transporta e distribui substâncias essenciais para os tecidos e remoção dos restos metabólicos (BERNE; LEVY, 1996).

O coração é o principal órgão do sistema circulatório formado por duas câmaras distintas, o lado direito está à circulação pulmonar, a responsável pelo transporte do sangue até os pulmões para as trocas gasosas de O_2 e CO_2 . O lado esquerdo está relacionado com a circulação sistêmica, é a responsável pela distribuição sangüínea para os demais tecidos do corpo, como mostra a figura 1. O lado direito do coração é separado do lado esquerdo pelo septo interventricular que impede a mistura do sangue entre as duas regiões. Cada câmara possui outras duas câmaras, o átrio e o ventrículo que são responsáveis pelo trabalho sistólico ou contração ventricular e diástólico ou relaxamento ventricular (BERNE; LEVY, 1996; GUYTON, 1988, POWERS; HOWLEY, 2005).

FIGURA 1: Comportamento do sistema cardiovascular relacionado a diferente distribuição sangüínea.



Fonte: Guyton, 1988

O miocárdio (músculo cardíaco) possui fibras interconectadas entre si, conhecida como sincício funcional, logo um potencial de ação gerado em qualquer região da musculatura propaga-se por toda a sua extensão fazendo que aconteça a contração ao mesmo tempo de toda a musculatura, logo o sangue é empurrado para diante (GUYTON, 1988).

A distribuição sanguínea ocorre através de um sistema de canais formado por artérias, arteríolas e capilares, esses canais transportam o sangue que sai do coração. Já as vênulas e veias fazem o retorno do sangue. Os canais sanguíneos realizam a distribuição de forma unidirecional devido a disposição de válvulas em locais adequados (BERNE; LEVY, 1996).

A quantidade de sangue que o coração distribui é determinada pela quantidade de sangue que chega até ele, esse processo é conhecido como “lei do coração ou Frank-Starling”, ou seja, todo sangue que chegar ao átrio direito será distribuído sem deixar sangue retido nos vasos. A lei funciona dessa forma quando se trata de um coração normal (GUYTON, 1988).

A “lei Frank-Starling” confere ao coração a característica de distribuir quantidades variáveis de sangue em resposta ao influxo que também pode ser variável. Essa lei também pode ser enunciada da seguinte forma:

“quanto maior for a pressão de entrada, forçando a passagem de sangue das veias para o coração, maior será o volume de sangue bombeado” (GUYTON, 1988).

2.1.1 Mecanismo dos batimentos cardíacos

Para o controle da ritmicidade de contração, ou seja, da frequência cardíaca, o coração possui um sistema especial que é formado pelo nodo sinoatrial (nodo SA), nodo atrioventricular (nodo AV) e as fibras de Purkinje (GUYTON, 1988).

O nodo SA, também chamado de marcapasso cardíaco, está localizado no átrio direito, onde é gerada a atividade elétrica espontânea do coração. Essa propriedade, também conhecida como cronotropismo, só é observada no coração (BERNE; LEVY, 1996).

Esse processo perdura em condições normais, sem interrupção, por toda a vida, o que leva a excitação rítmica das fibras do nodo SA na frequência normal em repouso de 72 batimentos por minuto, representando o total de cerca de 2 bilhões de batimentos ao longo de toda a vida. Esse número de batimentos cardíacos pode variar de acordo com a literatura, alguns autores como Wallace et. al, colocam que FC no repouso varia de 70 a 80 bpm (GUYTON, 1988; ALFIERI; DUARTE, 1993).

Como o potencial de ação é gerado no coração, este órgão possui um sistema de controle que lhe confere a capacidade de continuar funcionando sem a influência nervosa,

mas esse trabalho pode ser potencializado por meio de impulsos reguladores com origem do sistema nervoso autônomo (GUYTON, 1988; POWERS; HOWLEY, 2005).

O sistema nervoso está ligado ao coração por dois mecanismos distintos: nervos simpático e nervos parassimpático, e estes são responsáveis pelo controle do nodo SA.

Em repouso, um equilíbrio normal entre o tônus parassimpático e simpático do coração são mantidos pelo centro de controle cardiovascular, localizado no bulbo. Esse centro de controle recebe impulsos de várias partes do sistema circulatório relativos às alterações de parâmetros importantes (por exemplo, pressão arterial, tensão de oxigênio do sangue etc.) e envia impulsos motores ao coração em resposta a uma alteração da necessidade cardiovascular (POWERS; HOWLEY, 2005).

No coração, o estímulo do sistema nervoso ocorre de forma contrária ou antagonista, o sistema simpático é responsável pelo aumento da FC ou taquicardia e o parassimpático pela queda da FC ou bradicardia (GUYTON, 1988; GHORAYEB, 1999; POWERS; HOWLEY, 2005).

2.1.2 Potencial de ação

Berne (1996) coloca que todas as células do corpo apresentam um potencial elétrico que é conhecido como potencial de membrana. O potencial de membrana ocorre devido à diferença de concentração dos íons sódio, potássio e cálcio entre o meio intracelular e extracelular.

A membrana em repouso é composta no seu interior com concentrações de íons potássio maior que no exterior, e íons sódio e cálcio em maior concentração fora da membrana do que no seu interior. Logo, a polaridade no repouso da membrana serão cargas positivas no meio intracelular e negativas no meio extracelular (BERNE; LEVY, 1996 ; GUYTON, 1988; GOLDBERG, 1997).

No repouso, a membrana é muito permeável ao íon sódio, logo através de canais específicos, o sódio desloca-se para o interior da célula junto com os íons cálcio, que também possuem canais específicos, essa etapa chama-se despolarização da membrana. Como esse deslocamento de íons para o interior causa a despolarização da membrana, rapidamente, abrem-se canais de passagem do potássio para fora. Esse é o processo de repolarização da membrana. Em seguida ocorre o período refratário, este é o momento de recuperação da polaridade da membrana para um próximo potencial elétrico. De maneira resumida, é assim

que acontece o desenvolvimento do potencial de ação da membrana (BERNE; LEVY, 1996; GOLDBERG,1997).

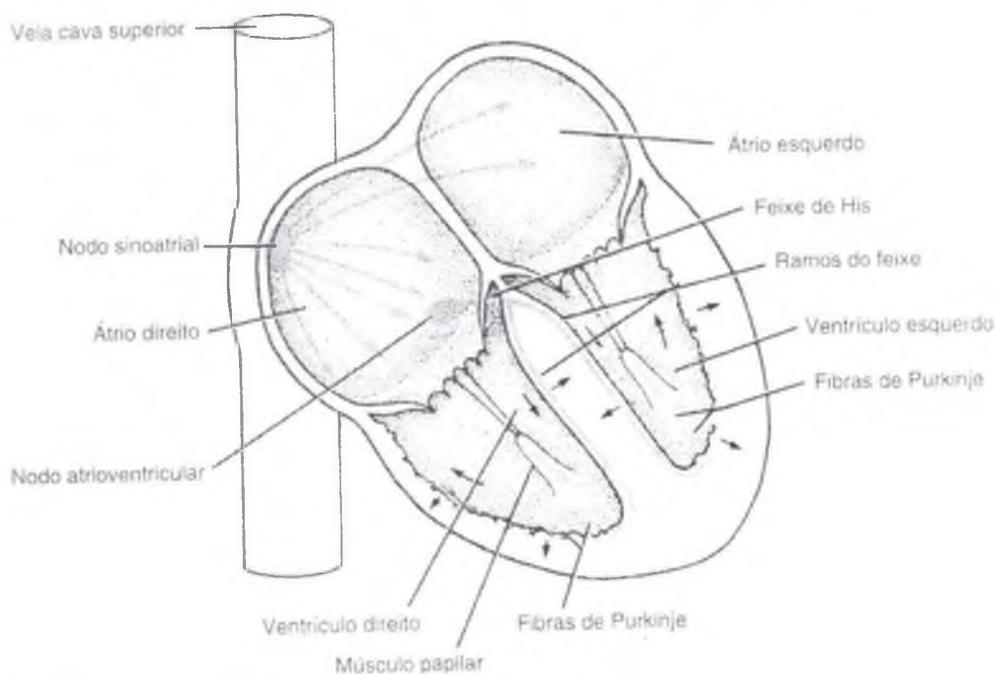
O potencial de membrana no coração é gerado, espontaneamente, no nódulo sinoatrial e depois propagado pelas fibras cardíacas. O trabalho espontâneo do SA ocorre em virtude de maior permeabilidade da membrana ao íon sódio (GOLDBERG,1997; GUYTON, 1988).

A propagação do potencial de ação das fibras cardíacas é semelhante às fibras nervosas e esqueléticas, a única diferença está na resposta de contração que pode ser lenta ou rápida (BERNE; LEVY, 1996).

2.1.3 Potencial de ação no coração

O nodo sinoatrial é o responsável pela atividade elétrica espontânea do músculo cardíaco, logo quando atinge o limiar de despolarização ocorre uma disseminação pelos átrios acarretando na contração atrial. A despolarização deve continuar na direção dos ventrículos, só que isso não acontece de forma direta, existe uma região especial de condução, chamada nodo atrioventricular ou nodo AV. Quando a despolarização atinge os ventrículos, as vias condutoras no nodo AV se ramificam em fibras menores, denominadas fibras de Purkinje, que terminam a despolarização nos ventrículos (POWERS; HOWLEY, 2005).

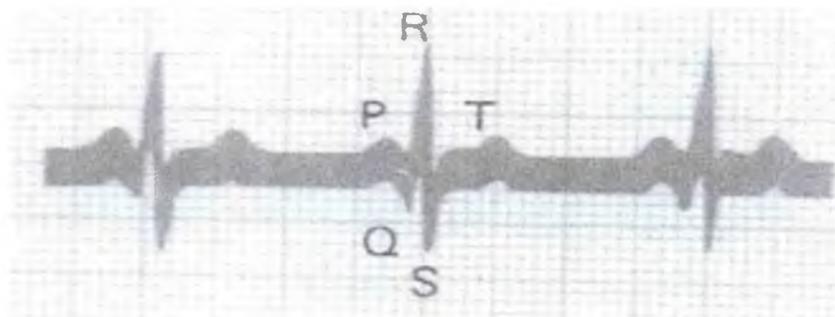
FIGURA 2: Representação esquemática do sistema de condução do coração.



Fonte: Berne; Levy, 1996.

A atividade elétrica do coração do miocárdio pode ser registrada pelo eletrocardiograma ou ECG. O ECG de um indivíduo normal pode ser representado pela figura abaixo:

FIGURA 3: Representação gráfica de um eletrocardiograma normal.



Fonte: Guyton, 1988.

A onda P representa a despolarização dos átrios (contração atrial), em seguida vem o complexo QRS, que mostra a despolarização dos ventrículos (contração ventricular). A repolarização atrial que acompanha a onda P produz uma onda pequena que quase não aparece devido ao complexo QRS. A onda T representa a repolarização dos ventrículos, que ocorre durante o relaxamento ventricular. O período de despolarização leva aproximadamente de 0,20 a 0,30s, esse tempo relativamente longo do coração, é necessário para um novo impulso (MCARDLE et al, 1998; ALFIERI; DUARTE,1993; GUYTON, 1988; ELLESTAD, 1984)

2.1.4 Controle nervoso do coração

O sistema nervoso autônomo é responsável pelo funcionamento interno do organismo e está dividido em dois sistemas de controle distintos simpático e parassimpático. Esses dois sistemas são controlados pelos centros cerebrais localizados no hipotálamo e tronco cerebral. O hipotálamo tem como uma de suas funções a regulação do sistema cardiovascular, por meio dos centros de controle, age na variação da frequência cardíaca e pressão arterial (GUYTON, 1988).

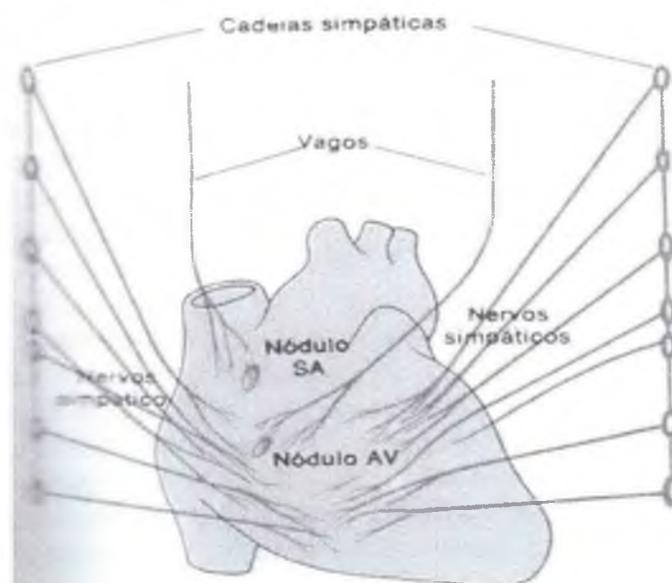
O sistema nervoso atua no coração apenas como um controlador do trabalho cardíaco provocando variações na frequência de bradicardia e taquicardia, visto que o coração produz seu próprio estímulo muscular.

A ligação do coração ao sistema nervoso é feita graças a nervos periféricos (simpático) e ao nervo vago (parassimpático), que possuem funções antagônicas no sistema cardíaco (BERNE; LEVY, 1996 ; GUYTON,1988).

As respostas das fibras simpáticas são responsáveis pelo aumento da atividade cardíaca, mediante secreção dos neurotransmissores (adrenalina e noradrenalina). As vias simpáticas também controlam a constrição dos vasos sanguíneos o que leva ao controle do débito cardíaco e da pressão arterial (BERNE; LEVY, 1996 ;GUYTON, 1988).

As fibras parassimpáticas secretam o neurotransmissor acetilcolina que atua nos vasos sanguíneos sem muita influência, mas no coração sua estimulação acarreta na queda da frequência cardíaca, podendo parar a musculatura cardíaca por alguns segundos (BERNE; LEVY, 1996; GUYTON, 1988).

FIGURA 4: Ilustração da inervação do sistema cardiovascular.



Fonte: Guyton, 1988

2.2 HEMODINÂMICA

De acordo com Berne (1996), o coração é uma “bomba” complexa e seu comportamento é influenciado por diversos fatores químicos e físicos. Os vasos são canais multiramificados com dimensões variadas e o sangue também é uma solução complexa composta por nutrientes, células de transporte, defesa, restos metabólicos, etc.

Portanto, a hemodinâmica é o estudo entre as inter-relações da pressão, fluxo e resistência, juntamente, com os princípios físicos que regem o fluxo da corrente sanguínea pelos vasos e coração (GUYTON, 1988; POWERS; HOWLEY, 2005).

2.2.1 Débito Cardíaco

Débito cardíaco ou rendimento cardíaco se refere a quantidade de sangue bombeada pelo coração, o rendimento do coração depende do ritmo de trabalho ou frequência cardíaca e da quantidade de sangue ejetado durante contração ou volume de ejeção (MCARDLE et al, 1998).

O coração no repouso transporta aproximadamente 5 litros/min de sangue, esse é um valor médio tanto para indivíduos treinados quanto destreinados (GUYTON, 1988; MCARDLE et al, 1998).

O débito cardíaco (Q) também pode ser descrito, como o produto da frequência cardíaca (FC) e o volume sistólico (VS) ou volume de ejeção e pode ser apresentado pela fórmula: $Q = FC \times VS$. Então o débito cardíaco pode ser aumentado em função do aumento da frequência cardíaca ou do volume sistólico (POWERS; HOWLEY, 2005).

Tabela 1: Comparação do comportamento cardíaco no repouso entre indivíduos destreinados e treinados.

	DC	FC	VS
Indivíduos destreinados	5.000 ml	70 bpm	71 ml
Indivíduos treinados	5.000 ml	50 bpm	100 ml

Fonte: (MCARDLE et al, 1998).

2.2.2 Volume Sistólico

O volume sistólico corresponde ao volume de sangue ejetado pelo coração em cada batimento. Em condições de repouso, o VS pode variar de 50 a 80 ml de sangue (ALFIERI; DUARTE, 1993).

No repouso ou durante o exercício, o volume é regulado por três fatores: volume diastólico final ou VDF (volume de sangue no ventrículo no final da diástole) sangue, pressão aórtica e a força de contração ventricular (POWERS; HOWLEY, 2005).

O volume diastólico final está relacionado com a lei de Frank-Starling, ou seja, a força de contração ventricular aumenta com o aumento do VDF. O aumento da contração do VDF provoca um alongamento das fibras cardíacas, aumentando a força de contração, conseqüentemente esse trabalho da musculatura cardíaca acarreta num aumento da quantidade de sangue distribuída pelo coração (POWERS; HOWLEY, 2005).

2.2.3 Pressão Cardíaca

A cada contração do ventrículo esquerdo o sangue entra na aorta, como os vasos periféricos não permitem que o sangue escoe para dentro do sistema arterial com a mesma velocidade que é ejetado pelo coração, parte do sangue é retida na aorta ocasionando uma pressão. Com essa pressão dentro do sistema arterial, o sangue consegue se deslocar da aorta para os vasos periféricos mais afastados (MCARDLE et al, 1998).

A força exercida pelo sangue contra a parede dos vasos é a pressão sangüínea, essa pressão (força) faz o sangue sair do interior dos vasos por qualquer tipo de abertura. Sendo assim, sua importância está relacionada com a força que faz fluir o sangue pela corrente sangüínea (GUYTON, 1988).

Esse trabalho de distensão e recuo elástico da parede dos vasos durante o ciclo cardíaco podem ser percebidos pelo indivíduo através da verificação do “pulso” em qualquer artéria superficial do organismo. Em indivíduos normais (ausência de alterações cardiológicas), a frequência de pulso e a frequência cardíaca são idênticas. Assim, a pressão arterial constitui uma função de deslocamento do sangue por minuto e da resistência periférica imposta a esse fluxo. Essa relação pode ser expressa da seguinte forma: $PA = DC \times RPT$ (MCARDLE et al, 1998).

Os valores 120 mmHg e 80 mmHg são os valores de leitura da pressão de um indivíduo normal no repouso. O primeiro valor se refere à pressão dos vasos sangüíneos durante o pico do batimento cardíaco sistólico ou contração. O segundo seria a leitura diastólica ou relaxamento, registra a pressão durante o intervalo de descanso entre os batimentos. Os números em si se referem a quantos milímetros de mercúrio a pressão conseguiria erguer numa coluna de dessa substância (MCARDLE et al, 1998; FRANCE, 1990).

Os principais fatores que influenciam a pressão sanguínea sistólica são a intensidade das contrações do coração e a elasticidade das grandes artérias próximas. Por outro lado, o elemento determinante da pressão diastólica é a resistência encontrada pelo sangue ao passar através dos vasos sanguíneos (FRANCE, 1990).

2.3 FREQUÊNCIA CARDÍACA

Define-se frequência cardíaca como o número de batimentos cardíacos por minuto (bpm) (MCARDLE, et al 1998). Cada batimento cardíaco provoca um aumento repentino na pressão e essa oscilação é chamada de pulsação. Quando um indivíduo faz a mensuração da FC, ele se baseia no número de impulsos medidos no pulso (FRANCE, 1990).

A frequência cardíaca dá seus primeiros sinais já na vida ultra-uterina, pois o sistema cardiovascular é o primeiro sistema a funcionar no embrião, com o coração começando a contrair-se 22 dias após a concepção (SILVA, 2000).

A frequência cardíaca fetal é regular logo no início do desenvolvimento (Montenegro, Areias & Leite, 1993), já estando presente a capacidade de despolarização espontânea das fibras cardíacas mesmo antes da formação do sistema condutor. A frequência cardíaca aumenta inicialmente devido ao desenvolvimento das câmaras cardíacas e automatismo específico intrínseco. Primeiro o ritmo é de origem ventricular e assim que as aurículas se desenvolvem assumem a função de marcapasso aumentando a frequência dos movimentos (MONTENEGRO, 1998).

De acordo com o grau de desenvolvimento do feto, a formação dos ventrículos acontece antes dos átrios e nessa fase a função de marcapasso é regida por estímulos que se originam nas próprias células ventriculares. Sendo a frequência de despolarização das células ventriculares menor que as células atriais, esse fator embriológico é o responsável por uma FCF inicialmente baixa em torno de 82 bpm. Portanto, conforme ocorre o desenvolvimento dos átrios e do nodo SA, e as células já com frequências maiores de despolarização, o controle do ritmo cardíaco passa a ser do nodo SA. Neste momento, por volta da nona semana de gestação, o feto apresenta a maior frequência cardíaca durante todo o seu desenvolvimento, podendo atingir 180 bpm. Após o período de desenvolvimento fetal, a FCF passa a ser regida não só pela frequência de despolarização das células atriais, mas também pela influência do sistema nervoso central mediante estímulos simpáticos e parassimpáticos. Com a evolução da gestação, o sistema parassimpático predomina designando a queda progressiva da FCF. O

sistema condutor cardíaco estar desenvolvido por volta da 16^o semana quando as acelerações e desacelerações da FCF tornam-se presentes (PETTERSEN et al, 2001).

O comportamento da frequência cardíaca está todo o momento, sujeito a variações internas e ambientais mediadas pelo sistema nervoso autônomo, como: idade, aptidão cárdio-respiratória, posição corporal, fatores emocionais, alterações respiratórias, temperatura, medicamentos beta-bloqueadores, gravidez, horário de mensuração, etc.

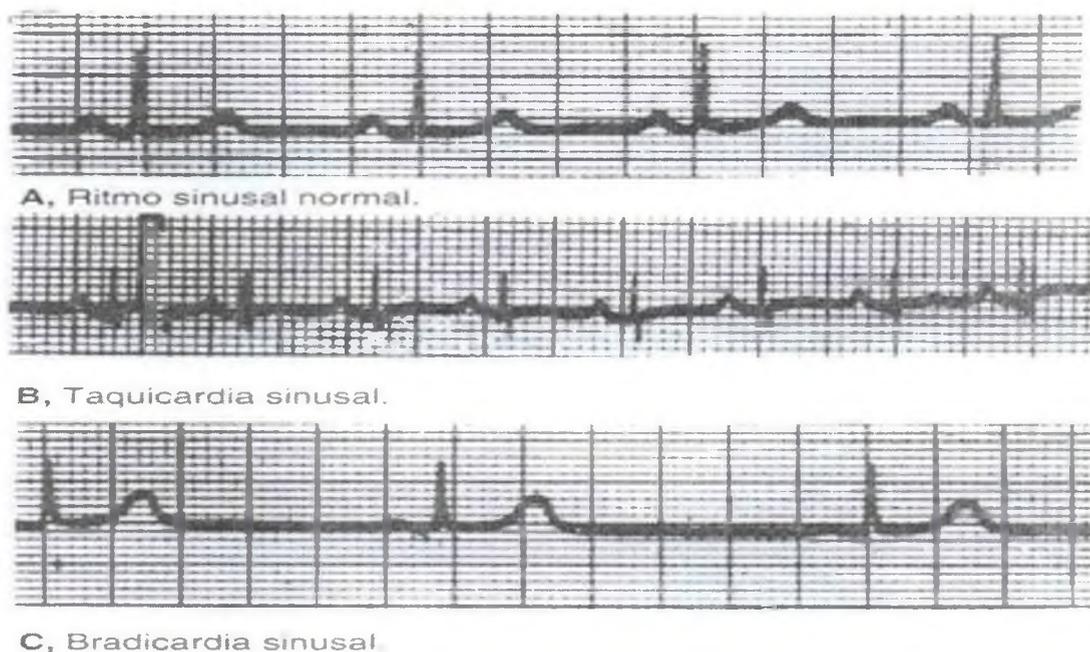
Segundo Wilmore et al (1975), a FC cardíaca de repouso diminui progressivamente com o aumento da idade. Fatores emocionais, tais como excitação e medo, acarretam aumento da FC sob influência do sistema nervoso autônomo. A FC de repouso é menor na posição supina (decúbito dorsal), aumenta ligeiramente na posição sentada e eleva-se ainda mais na posição de pé. Aumenta com a altitude e com a elevação da temperatura ambiente. Correlaciona-se inversamente com o VO₂ máx, sendo menor nos indivíduos com melhor condicionamento físico. Não raramente são encontradas frequências de repouso variando entre extremos de 30 bpm ou menos, em atletas altamente condicionados, para 100 bpm ou mais, em adultos sedentários (ALFIERI; DUARTE, 1993).

A variação da FC pode apresentar mudanças entre indivíduos do mesmo sexo e idade. As mulheres, por exemplo, possuem uma faixa de 5 a 7 bpm mais alta que dos homens (EDWARDS, 1998).

Essas variações podem ser verificadas através de instrumentos bem conhecidos como, o eletrocardiograma (ECG), monitor de frequência cardíaca e apalpamento. O eletrocardiograma registra em material escrito, através de eletrodos sobre a superfície cutânea, as voltagens elétricas durante cada batimento cardíaco, o monitor de FC mede o número de batimentos que o coração realiza no tempo de um minuto com a transferência desses dados de um sensor colocado na região torácica para um relógio e o método de apalpamento, que consiste também no registro da quantidade de batimentos por minuto com a utilização dos dedos para apalpar a FC arterial, as regiões mais conhecidas para esse método são o punho e o pescoço. A contagem dessa mensuração pode ser feita no tempo de 6, 10 ou 15s. Esse método pode apresentar maior ou menor margem de erro dependendo do tempo de mensuração (EDWARDS, 1998; ELLESTAD, 1994; GUYTON, 1988).

A figura abaixo mostra o comportamento da frequência cardíaca normal comparando com as FC de taquicardia e bradicardia.

FIGURA 5: Representação gráfica do comportamento da FC normal, da FC em bradicardia e em taquicardia.



Fonte: Berne, Levy, 1996

2.3.1 Fatores que interferem a frequência cardíaca

IDADE: Comportamento da FC na criança, adolescente e no envelhecimento

A infância e a adolescência são fases marcadas por uma série de alterações hemodinâmicas e funcionais provocadas pelo crescimento e desenvolvimento dos principais órgãos do sistema cardiovascular (GUEDES, 1997).

Um das dessas alterações envolvem a frequência cardíaca em repouso, a qual diminui rapidamente e de forma similar em ambos os sexos, desde o nascimento até a idade adulta. No entanto, a partir da puberdade, esse decréscimo tornar-se bem mais acentuado nos rapazes do que nas moças, de tal forma que na idade adulta a frequência média de repouso das mulheres é em torno de 10% maior do que nos homens ANDREW et al, 1972 (GUEDES, 1997).

Associada as mudanças da frequência cardíaca de repouso estão as alterações da pressão arterial. A pressão arterial sistólica aumenta equilibradamente até o início da puberdade, passando por um mais rápido aumento durante a adolescência, até que os valores adultos sejam alcançados. Semelhante ao que ocorre com a frequência cardíaca, as alterações da pressão sistólica ocorre primeiro nas moças, porém os aumentos da adolescência dos

rapazes quando surgem tornam-se mais acentuadas do que os das moças, com diferença resultante, levando a uma maior pressão sistólica de repouso nos homens (GUEDES, 1997).

A pressão diastólica quando confrontada entre crianças, adolescentes e adultos, verificam-se pequenas modificações em seus valores. Comparativamente entre os sexos, constata-se a não existência de diferenças significativas (GUEDES, 1997).

Seely et al (1974) sugerem que uma possível explicação para a maior pressão sistólica e concomitante menor frequência cardíaca em repouso entre os rapazes possam ocorrer em função de seu mais elevado volume sanguíneo, em consequência do maior aumento no tamanho do coração em comparação com as moças durante a adolescência (GUEDES, 1997).

As principais modificações hemodinâmicas e funcionais, em razão de um índice de desenvolvimento mais elevado do sistema cardíaco, podem ser sintetizadas mediante: a) diminuição da FC e aumento da pressão sistólica até alcançar os valores médios adultos; b) volume sistólico mais elevado, e por sua vez um maior débito cardíaco (GUEDES, 1997).

Como nas idades infantis não ocorrem diferenças significativas nos índices de desenvolvimento do sistema cardiovascular entre meninos e meninas, a puberdade é acompanhada de mais este indicador de diferenciação sexual (GUEDES, 1997).

Com o envelhecimento ocorre pouca ou quase nenhuma modificação significativa na frequência cardíaca de repouso com o envelhecimento. Entretanto, uma modificação na função cardiovascular observada no envelhecimento é um declínio na FC do exercício máximo, determinando um débito cardíaco reduzido com a idade. Esse aparente efeito da idade é progressivo com o passar dos anos e reflexo de uma redução da atividade simpática que ocorre no mesmo grau em homens e mulheres (MCARDLE, 1998)

O declínio no volume de ejeção reflete uma redução no desempenho contrátil sistólico e diastólico do ventrículo esquerdo observada com o envelhecimento, porém para alguns homens e mulheres ativos a função contrátil é preservada (MCARDLE, 1998).

O quadro abaixo, segundo Mellion et al (1997), mostram a redução do estado funcional relacionado com o envelhecimento.

Alterações cardiovasculares	
↓ FC máx	10 bpm a cada 10 anos
↓ VS de repouso	30% aos 85 anos
↓ Distensibilidade da musculatura	20 – 30% aos 65 anos

Tabela 2: Comportamento da frequência cardíaca de repouso entre os sexos.

Repouso	MC (Kg)	FC (bpm)	
		Treinados	Não-treinados
Homens	70	50	72
Mulheres	50	55	75

Fonte: Power, 1995.

ATIVIDADE FÍSICA:

O comportamento da frequência cardíaca também sofre alterações em indivíduos que praticam atividade física regularmente. No exercício físico, o sistema cardíaco está sujeito a novas adaptações fisiológicas tornando a musculatura cardíaca mais eficiente, logo com a manutenção da atividade física na rotina diária de um sujeito, teremos FC de repouso e exercício com valores mais baixos (POWERS; HOWLEY, 2005).

ALIMENTAÇÃO

Todos os alimentos quando ingeridos vão gerar calor para obtenção de energia, entretanto existem alimentos que aumentam essa produção de energia aumentando o metabolismo e conseqüentemente a temperatura corporal.

Esses alimentos são conhecidos como termogênicos, alimentos com efeitos térmicos. Os termogênicos são usualmente consumidos pelas pessoas, já que estão presentes em alimentos bem comuns como: cafeína, chá verde, pimenta vermelha, guaraná, laranja, água de coco, entre outros.

GRAVIDEZ

O período gestacional também é marcado por importantes modificações metabólicas e cardiovasculares em repouso, aumento da FC, do VO_2 , do DC e do VS (YOUNG, 1984; GORSKY, 1985; SADY & CARPENTER, 1989; MATSUDO & MATSUDO, 1991; LUMBERS, 2002).

O DC aumenta no repouso aumenta de 30 a 50% comparando com indivíduos não-grávidos (YOUNG, 1984; SADY & CARPENTER, 1989; MAQUEDA et al, 2000). Esse aumento, acontece em virtude do aumento do volume sistólico e da frequência cardíaca (GORSKY, 1985; SADY & CARPENTER, 1989).

SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS

Algumas substâncias químicas têm influência no coração, por exemplo, o alto teor de cálcio aumenta a força de contração, já o teor de potássio diminui a força de contração (GUYTON).

Existem outras substâncias que agem não somente no sistema cardíaco, mas em todo o metabolismo no organismo e não estão presentes nos alimentos, como é o caso da nicotina do cigarro.

Correa & Tumelero et al (2005) citam que no repouso, a nicotina na fumaça do cigarro aumenta a frequência cardíaca, a pressão arterial, diminui o débito cardíaco e aumenta a demanda de oxigênio pela musculatura cardíaca. Quando o indivíduo fuma um cigarro, a nicotina logo é distribuída pelos tecidos ocasionando um aumento na vasoconstrição e na força de contração muscular cardíaca.

Os medicamentos conhecidos beta-bloqueadores contêm substâncias que provocam alterações no comportamento cardíaco. A ação farmacológica desses de medicamentos ocorre no sistema nervoso inibindo o funcionamento das terminações nervosas simpáticas (TAVARES & PLAVINIK, 1998).

GRAVIDADE

Berne (1993) coloca que as forças gravitacionais podem afetar profundamente o débito cardíaco.

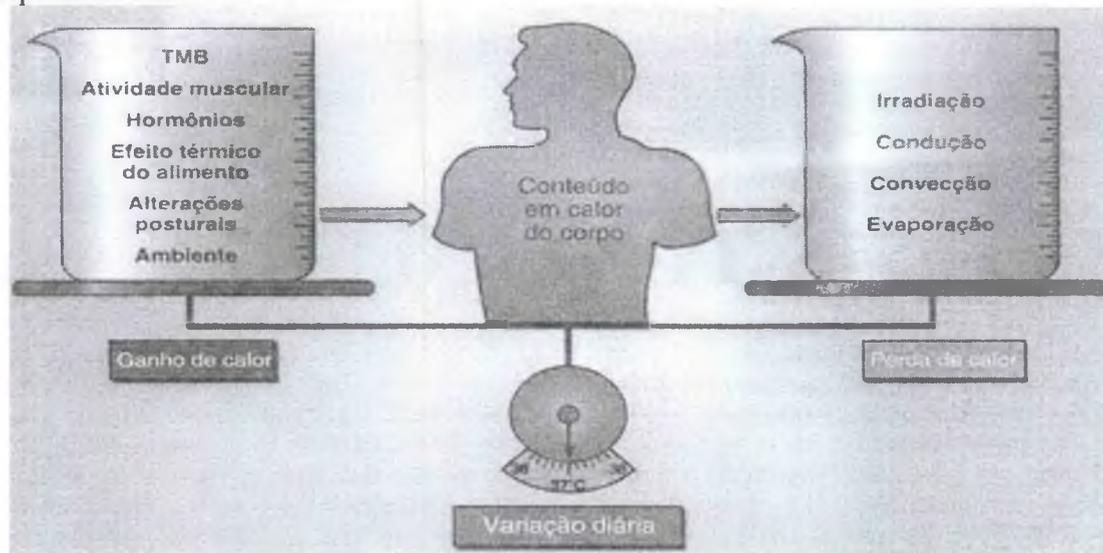
O estresse gravitacional pode ser definido da seguinte forma: a gravidade causa um desvio significativo de sangue para o território infradiafragmático quando o sistema cardiovascular se encontra na postura ortostática. Para a manutenção adequada da circulação para o território supradiafragmático, durante a ortostase, o sistema cardiovascular deve realizar um trabalho adicional para retornar o sangue ao coração e neutralizar o efeito da gravidade. De qualquer forma, o estresse gravitacional pode aumentar sem que ocorra um aumento na força de gravidade. A ação natural do estresse gravitacional é de gerar uma redistribuição do sangue para os membros inferiores no sistema cardiovascular (NETO, 2006).

TEMPERATURA

O sistema metabólico tem um mecanismo termoregulador para manter o equilíbrio da temperatura decorrentes das variações que podem ocorrer no organismo.

A figura abaixo mostra a relação entre o equilíbrio dinâmico e os outros fatores que aumentam ou diminuem o calor corporal.

Figura 6: Fatores que contribuem para o ganho e perda de calor de forma a regular a temperatura central em 37 °C.



Fonte: Mcardle, 1998.

Regulação da temperatura:

O hipotálamo é a região responsável pela regulação da temperatura em aproximadamente 37° C (temperatura corporal normal). Esse centro de controle possui um mecanismo de proteção da temperatura corporal, produzindo respostas de perda ou acúmulo de calor (MCARDLE, 1998).

A regulação da temperatura pode ser ativada por receptores térmicos (terminações nervosas) na pele ou estimulação direta do hipotálamo pela modificação da temperatura do sangue que irriga essa região (MCARDLE, 1998).

O processo normal para a transferência de calor ocorre do corpo para o meio ambiente e a temperatura central é mantida sem esforço fisiológico. A temperatura corporal profunda em repouso e durante o exercício não é afetada dentro de amplos limites pela temperatura ambiente (ALFIERI; DUARTE, 1993).

Entretanto, se um indivíduo for exposto ao frio, pode ocorrer perda excessiva de calor, mas a produção de calor nessa situação aumenta para não haver uma queda brusca da temperatura, que pode ser feita por ajustes vasculares, atividade muscular e hormonal (MCARDLE, 1998).

2.4 FC INDICADOR FISIOLÓGICO

Os estudos sobre o exercício de endurance focalizam como finalidade desenvolver e manter a aptidão cárdiorrespiratória. Para a prescrição do exercício leva-se em consideração a especificidade, frequência e intensidade, sendo este último o mais importante.

As pesquisas mostram a evolução dos métodos mais eficazes para a determinação da intensidade do exercício. Entre esses métodos encontramos a utilização do indicador mais utilizado, a frequência cardíaca.

Karvonen um dos mais conhecidos estudiosos do método de prescrição pela FC, elaborou junto com seus colaboradores um método bem simples. Eles utilizaram o treinamento com exercícios de diferentes intensidades para determinar influência do repouso, exercício e frequência cardíaca máxima em indivíduos do sexo masculino (20 a 23 anos) durante atividade em esteira rolante. Três frequências cardíacas (FCT ou frequência cardíaca de treinamento, FCM ou frequência cardíaca máxima e FCR frequência cardíaca de repouso) foram utilizadas para a determinação de um cálculo (KARVONEN apud MCARDLE, 1998).

O método utiliza o aumento da frequência cardíaca do indivíduo induzido pelo exercício proposto pelos pesquisadores da FCR em relação à diferença entre a FCM e a FCR. Esse método é conhecido como “método de Karvonen” ou método de reserva da FC (KARVONEN, 1957).

A fórmula para calcular a FCT de Karvonen:

$$FCT = [(FCM - FCR) \times \%T_{INT}] + FCR$$

Existem outras fórmulas para calcular a frequência de treinamento também conhecida como zona de frequência cardíaca de treinamento ou zona-alvo de frequência cardíaca.

Formula básica estimativa da FC Max .proposta também por Karvonen: et al. 1957 (LONDERRE, 1984).

$$FC \text{ máx estimativa} = 220 - \text{idade}$$

Fórmula de Ball State University:

A fórmula de obtenção de $FC_{MÁX}$ ajustada a idade é freqüentemente subdimensionada para indivíduos idosos e superdimensionada para mais jovens, logo a fórmula sugerida é:

$$FCT \text{ p/ mulheres} = 209 - (0.7) \times (\text{idade})$$

$$FCT \text{ p/ homens} = 214 - (0.8) \times (\text{idade})$$

Método da $FC_{MÁX}$:

Utiliza a freqüência cardíaca máxima mensurada num teste para determinar a FC de treinamento (EDWARDS, 1998).

$$FCT = FC_{MÁX} \times \% \text{ intensidade}$$

Método perceptivo:

O método de perceptivo mais conhecido é a escala perceptiva de Borg, onde não é usado um cálculo matemático. A escala simplesmente quantifica a intensidade do exercício de acordo com a percepção do indivíduo à fadiga (BORG, 2000).

Escala de Borg:

Taxa de exaustão	Descrição	Nível de intensidade (FC)	Freqüência equivalente
6 -8	Muito, Muito leve		80 bpm
9	Muito leve		90 bpm
10			100 bpm
11	Um pouco leve	60 % FC máx	110 bpm
12			120 bpm
13	Um pouco pesado	70 % FC máx	130 bpm
14			140 bpm
15	Pesado	80 % FC máx	150 bpm
16			160 bpm
17	Muito pesado	90 % FC máx	170 bpm
18			180 bpm
19			190 bpm
20			200 bpm

Fonte: EDWARDS, 1998

2.5 PROPRIEDADES FÍSICAS DA ÁGUA

2.5.1 Temperatura

A termodinâmica explica o comportamento da temperatura de um corpo dentro da água. Sempre que existir um gradiente de temperatura no interior de um sistema, ou que dois sistemas de diferentes temperaturas forem colocados em contato, haverá transferência de energia, esse processo é chamado de transmissão de calor (KREITH, 1997).

Na água ocorre perda de calor por dois meios, condução ou convecção, processos pelos quais o calor flui de uma região de temperatura mais alta para outra de temperatura mais baixa (KREITH, 1997).

Quando o indivíduo é submetido à imersão, e a perda de calor ocorrer por condução, a perda de calor se daria do indivíduo para a água mesmo ambos na mesma temperatura, essa perda de calor pode ser 25 vezes maior do que no ar, dependendo da temperatura (ABOARRAGE, 2003).

A eficiência da perda de calor por convecção depende da rapidez com a água adjacente ao corpo é permutado após ter sido aquecido. Se o movimento da água for lento, o ar mais próximo da pele é aquecido e age como uma zona de isolamento, o que minimiza a perda de calor por condução. A convecção pode ser percebida quando um indivíduo está praticando natação (MCARDLE et al, 1998).

Segundo Becker (2000), a temperatura da água é um fator significativo com relação à queda da frequência cardíaca, piscinas com temperaturas médias, podem ocasionar uma redução de 12 a 15%. Numa temperatura de 25°C, a FC pode diminuir aproximadamente de 12 a 15 bpm, em temperaturas termoneutras a queda é menor do que 15%, já em águas mais quentes a FC aumenta, o que leva a um aumento significativo do débito cardíaco.

No repouso, temperatura termoneutra é considerada em torno de 35° C (ARBORELIUS et al. 1972). De acordo com Katz (2002), a temperatura termoneutra para os homens é de 35° C e mulheres de 33° C devido ao maior percentual de gordura corporal.

Neto & Mazarini (1986) apresentam uma tabela classificando a temperatura da água.

Tabela 3: Classificação das temperaturas.

Temperatura	Classificação
1 a 13° C	Muito fria
13 a 18° C	Fria
18° a 27° C	Fresca
27 a 33° C	Morna
33 a 36° C	Neutra
35 a 36,5° C	Aquecida
36 a 40° C	Quente
40 a 46° C	Muito quente

Fonte: Neto; Mazarini 1986

O comportamento da frequência tem uma relação com a manutenção da temperatura corporal. O aumento da temperatura do sangue em 5,5° C provoca um aumento de 100% na frequência cardíaca (GUYTON, 1998).

Costill (1967) coloca que uma das principais respostas fisiológicas da exposição ao frio é a vasoconstrição periférica, sendo assim, o sangue desloca-se das extremidades para a região central do corpo, e a FC sofre uma redução.

2.5.2 HIDRODINÂMICA

Quando um corpo está imerso num fluido em movimento ou repouso, o fluido exerce uma força sobre toda a superfície. No fluido as moléculas estão num constante movimento, o resultado desse movimento são colisões entre as moléculas que geram uma força conhecida como pressão. Quanto maior for a profundidade, maior será a pressão exercida sob um corpo (YOUNG, 2003).

Essa pressão conhecida como pressão hidrostática pode ser explicada pela lei física de Pascal, todo corpo imerso na água é submetido a uma pressão igual em todas as áreas da superfície, a uma dada profundidade. Essa pressão aumenta de acordo com o aumento da profundidade (ABOARRAGE, 2003 p. 86, YOUNG, 2003).

No mergulho desportivo a relação da profundidade é bem explicada, a pressão exercida resulta de duas forças, peso da coluna de água acima do mergulhador e o peso da atmosfera na superfície da água. Em água doce, uma coluna de água exerce uma força de uma atmosfera ao nível do mar para cada 10 m de imersão abaixo da superfície da água (MCARDLE et al, 1998).

A pressão que ocorre dentro da água é a responsável pelas alterações no sistema circulatório como o aumento do retorno venoso. Quando um indivíduo sentado e em repouso encontra-se imerso com água na altura do esterno, ocorre uma redistribuição do sangue para a região central do corpo, resultando num aumento do débito cardíaco em 34%, logo a frequência também tem uma queda de aproximadamente 10 bpm (ABOARRAGE, 2003).

2.6 FC NA IMERSÃO

Sabe-se que o sistema cardiovascular reage de forma diferente durante a imersão, esse fato depende de algumas variáveis como: a posição adotada, da presença de esforço ou repouso, do tipo de exercício, a profundidade de imersão e a temperatura da água (KRUEL, 1994).

Algumas pesquisas apontam diferenças na resposta cardiológica dentro e fora d'água devido à gravidade (ABOARRAGE, 2003). Essas alterações foram observadas em gravidade normal, nas posições em decúbito dorsal na cama e imersão vertical na água (BLOMQVIST et al, 1983; SHELD AHL et al, 1985).

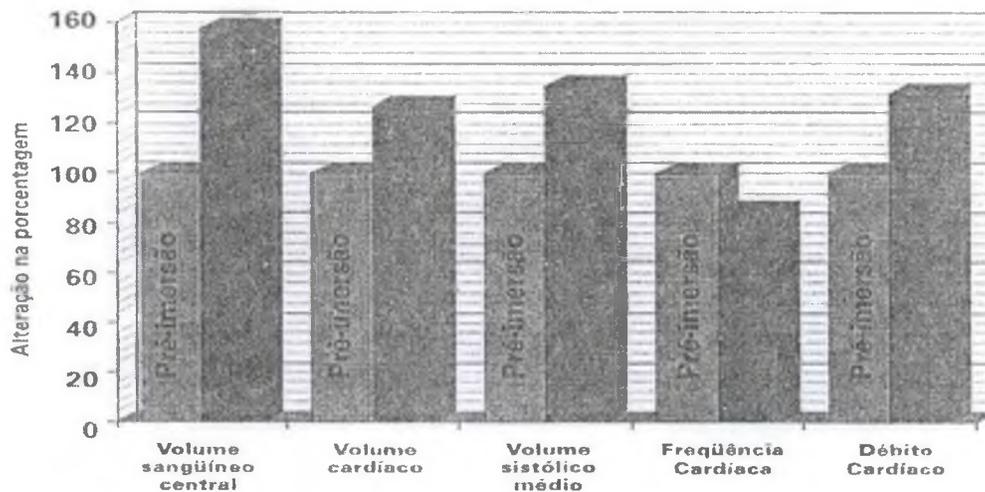
Logo, de acordo com os autores referidos acima, os efeitos da gravidade devem ser levados em consideração durante um estudo hemodinâmico, pois as pressões intravasculares têm um componente hidrostático que depende da gravidade. Então a interação gravitacional, posição do corpo e o funcionamento dos vasos sanguíneos influenciam na distribuição do volume cardíaco.

Quando um indivíduo muda a posição corporal de pé para decúbito dorsal, ocorre um aumento do volume sistólico através do mecanismo de Frank-Starling (BLOMQVIST et al, 1983; SHELD AHL et al, 1985). Este mecanismo é chamado também de “lei de Frank-Starling”, e pode ser explicado pela distribuição de todo sangue que chega ao coração através das grandes veias, dentro dos limites fisiológicos (GUYTON, 1988).

A imersão no meio líquido expõe o corpo humano a uma nova pressão hidrostática (Rennie et al., 1971; Denison et al., 1972; Arborelius et al., 1972a; Arborelius et al., 1972b; 1974; Blomqvist et al., 1980; Avellini et al.,1983) e a outra viscosidade do meio (Denison et al., 1972), a novas condições térmicas (Rennie et al., 1971; Denison et al.,1972; Arborelius et al., 1972^a; Avellini et al.,1983; Sheldahl, 1985) que podem provocar alterações no sistema cardíaco durante o repouso (KRUEL, 2001). Então, a imersão em temperatura termo neutra ocorre um aumento do volume sanguíneo central, devido a redistribuição do sangue venoso e fluido extracelular dos membros inferiores para a região central.

Com o aumento do volume plasmático da região central, o coração e os vasos da circulação central são distendidos, gerando uma estimulação nos receptores de volume e pressão desses tecidos. Isso conduz a uma readaptação no sistema cardiovascular aumentando a pressão venosa central, para enfim diminuir a frequência cardíaca (WATENPAUGH et al, 2000).

Figura 7: Ilustração das alterações cardiovasculares após a imersão.



Fonte: Becker, 2000.

3. METODOLOGIA

3.1 MODELO DE ESTUDO

Segundo Thomas & Nelson (2002) esse tipo de pesquisa caracteriza-se como sendo do tipo descritiva-exploratória.

3.2 AMOSTRA

A amostra foi composta por 32 indivíduos, 22 do sexo masculino e 10 do sexo feminino, todos participantes das atividades aquáticas (natação ou hidroginástica) do Complexo Aquático do Centro de Desportos da UFSC.

A seleção do grupo amostra foi realizada de forma não aleatória, pois os indivíduos foram convidados, através do termo de consentimento livre e esclarecido (anexo I), a participar da pesquisa. Os voluntários compareceram para as coletas de acordo com a data e o horário combinado.

Tabela 4: caracterização da amostra do teste piloto.

n	idade	estatura	Massa corporal	FC	FC _{MÁX}	FC _{MÍN}	T
(3)	(anos)	(cm)	(Kg)	bpm	bpm	bpm	° C
Média±DP	22 ± 1	179± 9,6	69,5±2,8	70,8±11,9	101±14,4	56±8,7	27± 0

3.3 INSTRUMENTOS DE MEDIDA

- ✓ Monitor de frequência cardíaca

Para a mensuração da frequência cardíaca foi utilizado o monitor de frequência cardíaca da marca Polar® (modelo S720i/S710i)

- ✓ Cronômetro

Foi utilizado um cronômetro para determinar os tempos de permanência nas posições dentro e fora d'água, e os depois de transição entre as posições e a troca de ambiente.

- ✓ Colete

O uso do colete (cinturão) flutuador foi necessário para permitir a flutuação do sujeito durante a etapa aquática.

- ✓ Balança

O instrumento usado para determinar o peso corporal durante a avaliação antropométrica, foi uma balança da marca FILIZONA® com precisão de 100 gramas.

- ✓ Fita métrica

Para determinar a estatura foi utilizada uma fita métrica com 1,5 metros de comprimento, com precisão de 1 mm

- ✓ Termômetro

A medição da temperatura da água foi verificada por meio de um termômetro fixo da própria piscina, com temperatura medida em ° C.

3.4 PROCEDIMENTO DO TESTE-PILOTO

O teste piloto, segundo Lakatos e Marconi (1989), é realizado com intuito de evidenciar a fidedignidade, a validade e a operatividade do instrumento de coleta de dados.

O teste piloto foi dividido em duas etapas, a primeira parte se trata de um estudo preparatório para aperfeiçoar o manuseio do monitor de FC, testar o material necessário na coleta, determinar as posições que seriam adotadas, o local da coleta, os tempos de coleta e intervalo entre as posições.

As posições utilizadas no estudo foram as posições em pé ou ortostática e deitado ou supinado, para o ambiente aquático e terrestre. O local do teste piloto e da coleta, sucessivamente, foi a piscina funda com 1,80 de profundidade.

A primeira etapa do teste piloto contou com a participação do professor orientador da pesquisa e dois colegas da graduação.

Durante os testes verificou-se o comportamento da FC no repouso, e com o auxílio do cronômetro foi possível visualizar o tempo de estabilização da FC tabela 5 e o tempo de transição entre as posições.

Tabela 5: Caracterização do tempo de estabilização da FC de repouso no teste piloto.

	Tempos
Fora d'água	
Em pé	1'30" a 2'
Transição	40" a 1'
deitado	1'30" a 2'
Transição	1' a 2'15"
Dentro d'água	
Em pé	1'30" a 2'
Transição	40" a 50"
deitado	1'30" a 2'

Então, considerando o tempo de aproximadamente 2 minutos de estabilização da FC, para o teste piloto acrescentou-se 1 minuto em cada posição com o objetivo de verificar se 2 minutos seria o tempo suficiente em cada posição.

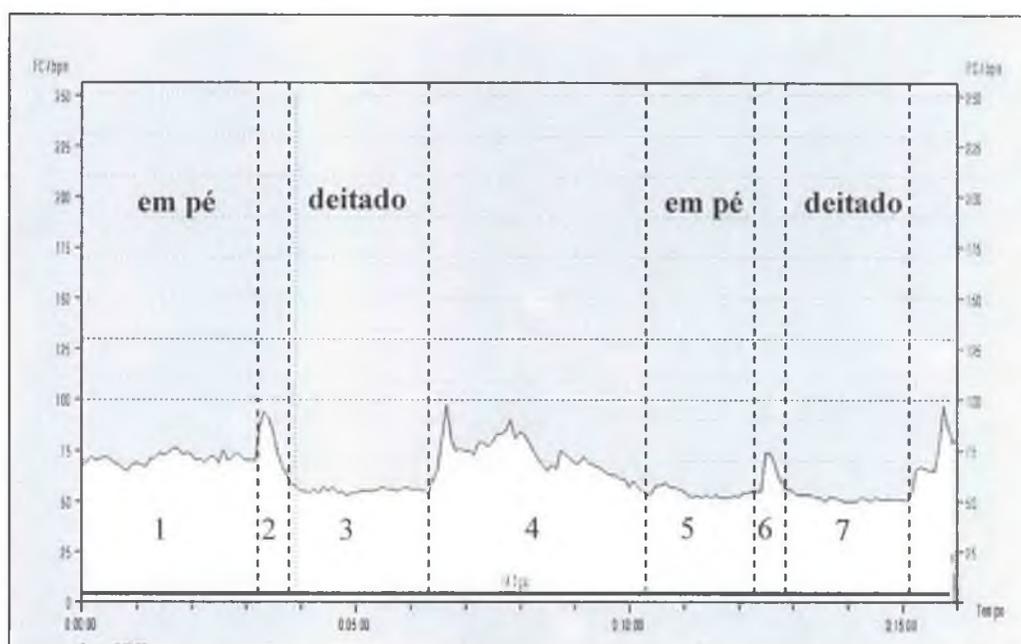
Para o procedimento da segunda etapa do teste piloto foram convidados acadêmicos do curso de Educação Física, bolsistas dos projetos da piscina do CDS, no qual apenas 3 indivíduos do sexo masculino se propuseram participar como voluntários para o presente estudo. Os testes foram realizados nos dias e horários disponíveis dos voluntários.

No teste piloto cada voluntário ficou 3 minutos nas posições determinadas dentro e fora d'água. Em seguida, os resultados armazenados no monitor, foram transferidos para o computador por meio do software do Polar®.

O software forneceu os dados da FC através do modelo de gráfico ilustrado na figura 8. No gráfico foi possível visualizar o tempo que a FC levou para estabilizar em cada posição e durante as transições das posições.

Portanto, o tempo determinado para cada posição durante o procedimento da coleta foi de 2 minutos, 1 minuto para a transição de posições e 2 minutos na transição do meio terrestre para o aquático.

Figura 8: Ilustração gráfica de um teste piloto: identificação da estabilização da FC de repouso em cada posição.



Legenda:

- 1 e 3 – dentro d'água
- 2 e 6 – transição entre as posições
- 4 – transição entre o ambiente
- 5 e 7 – fora d'água

3.5 PROCEDIMENTO DA COLETA

A coleta de dados foi dividida em quatro etapas. A primeira etapa foi o contato inicial com os indivíduos, alunos que freqüentam as aulas de natação (adulto e infantil) e hidroginástica da piscina do CDS, convidando-os a participar da presente pesquisa. Em seguida, foram agendados os dias e horários que cada aluno (anexo II).

Durante o contato inicial, os alunos receberam algumas informações a respeito dos procedimentos necessários para a coleta. As instruções destacadas foram o uso de trajes de banho, evitar alimentos cafeïnados e não praticar atividade física severa antes da coleta.

Na coleta ocorreram as outras três etapas, a avaliação antropométrica (anexo IV), a mensuração da FC fora d' água e a mensuração dentro d' água.

Os alunos receberam algumas instruções para serem seguidas durante todo o teste, como evitar movimentos bruscos com a cabeça e os membros, e evitar conversa paralela com outras pessoas, essas precauções foram necessárias para a FC alcançar valores estáveis próximos do repouso absoluto.

Para iniciar o teste, os alunos permaneceram aproximadamente 2 minutos estáveis para estabilizar a FC, por causa da caminhada até o local da mensuração. Enquanto isso foi realizado uma anamnese (anexo III) para coleta de alguns dados como: idade, tipo e regularidade de atividade física e presença de problemas cardíacos.

O teste sucedeu com o monitoramento da FC de repouso através do monitor de freqüência cardíaca no ambiente terrestre e aquático, sucessivamente, nas posições de pé e deitado no tempo de 2 minutos para cada posição, tempo este determinado pelo teste piloto.

Na etapa fora d'água os indivíduos ficaram 2 minutos em pé e deitado (em colchonete), tempo este determinado pelo teste piloto. Em seguida, transcorreu a etapa aquática com a mesma seqüência de posições em pé (água na linha do ombro) e deitado com o auxílio do colete flutuador. Com o uso do colete flutuador foi possível o pesquisador segurar e manipular o indivíduo nas duas posições, visto que graças a propriedade da água, seria impossível o sujeito ficar totalmente paralisado.

Durante o teste, o cronômetro foi ligado e desligado passado os 2 minutos em cada posição, mas com o auxílio de um relógio cronômetro foi possível controlar os tempos de

intervalo entre a troca de posição e meio (aquático e terrestre), tempo este também determinado pelo estudo piloto.

3.6 LIMITAÇÕES DO ESTUDO

Na presente pesquisa as limitações encontradas foram durante a coleta de dados em razão dos horários de funcionamento do Complexo Aquático.

Os procedimentos do protocolo realizado somente pelo pesquisador restringiram o número de sujeitos participantes e dificultou a mensuração com as crianças do estudo.

3.7 TRATAMENTO ESTATÍSTICO

Para a apresentação e descrição da variabilidade dos escores da amostra foram utilizados a média e o desvio-padrão respectivamente.

Na análise estatística, utilizou-se o teste *t de Student*, visto que segundo Motta & Wagner (2003), é um método específico para trabalhar com médias de pequenas amostras.

O teste t foi selecionado para comparar a variação da frequência cardíaca do grupo e amostra, e o grau de significância adotado foi de 5% ($p < 0,05$).

Os procedimentos estatísticos foram realizados pelo programa desenvolvido da *Microsoft Office Excell 2003 XP*.

4. RESULTADOS

Os resultados do estudo serão apresentados por meio das tabelas abaixo.

A tabela 6 mostra a caracterização dos sujeitos do grupo amostra por meio das médias e desvio padrão das variáveis idade, estatura, massa corporal e frequência de atividade física semanal.

Para a apresentação das variáveis de caracterização dos sujeitos da amostra, foi necessário separar o grupo por faixas etárias como mostra a tabela 6, em razão da dispersão dos valores das médias entre o sujeito mais jovem (8 anos) e o mais velho (52 anos).

TABELA 6: Valores médios e desvio padrão das variáveis idade, massa corporal, estatura e frequência de atividade física semanal.

Faixa etária (anos)	Sujeitos (n)	Idade (anos)	Massa corporal (Kg)	Estatura (cm)	Frequência de atividade física (x semana)
8 a 13	7	10,5±1,9	39,2±8,4	156±12,03	2,2±0,4
18 a 29	17	22,5±3,1	71,2±12,2	166,3±39,1	2,7±0,6
30 a 40	4	33±2	69,2±7,8	168,5±10,1	2,7±0,5
50 a 60	4	50,5±1	66±15,2	156±10,6	3,2±0,9

A tabela 7 apresenta os valores das médias e desvio padrão total do grupo nas duas posições adotadas durante a coleta no ambiente aquático e terrestre.

Pode ser observado na tabela 7 que o comportamento da FC fora d'água teve variações estatisticamente significativas ($p < 0,05$) entre a posição em pé e deitado, o que não aconteceu dentro d'água.

A diferença estatística representativa também ocorreu na posição em pé entre o meio terrestre e aquático.

TABELA 7: Médias e desvio padrão da FC de repouso dentro e fora d'água nas posições em pé e deitado.

sujeitos	FC (bpm) Fora d' água		FC (bpm) Dentro d' água	
	Em pé	Deitado	Em pé	Deitado
n = 32				
Média± DP	83,1±17,8*	67,9±11,3*	68,8±12,9*	68,7±12,8

*Diferença significativa ($p < 0,05$) da FC entre a posição deitado e em pé fora d'água

*Diferença significativa ($p < 0,05$) da FC na posição em pé em relação a troca de ambiente

Analisando a tabela 8 percebe-se que comparando os sexos, a FC mostrou a mesma diferença estatística significativa fora d'água entre a posição de pé e deitado fora d'água e na posição em pé com a mudança de ambiente, portanto a tabela 8 comportou-se de forma semelhante a tabela 7.

Conforme a tabela 8 ao comparar a FC média de repouso entre ambos os sexos, estatisticamente não ocorreu diferença, porém o valor do teste t para o sexo feminino entre as duas posições fora d'água foi maior que o sexo masculino. Esse resultado mostra valores da frequência cardíaca média do sexo feminino maior que o sexo masculino.

TABELA 8: Média e desvio padrão da FC dentro e fora d'água referente ao sexo masculino e feminino

		MÉD (bpm)	DP (bpm)
Sexo masculino			
n = 22	Fora d'água		
	Em pé	81*	±18,4
	deitado	66,3*	±12,1
	Dentro d'água		
	Em pé	67b	±12,6
	deitado	67	±11,7
Sexo feminino			
n = 10	Fora d'água		
	Em pé	87,7*	±16,5
	deitado	66,3c	±12,1
	Dentro d'água		
	Em pé	72,43*	±13,4
	deitado	67	±13,4

*Diferença significativa ($p < 0,05$) da FC entre a posição deitado e em pé fora d'água para ambos os sexos

*Diferença significativa ($p < 0,05$) da FC na posição em pé em relação à troca de ambiente para ambos os sexos

Na tabela 9, aparece como comportou-se a FC entre as diferentes faixas etárias fora d'água na posição de pé, e ocorreu somente diferença estatística entre a faixa etária de 8 a 13 anos quando comparada com 18 a 29 anos, 30 a 40 anos e 50 a 60 anos.

Ao analisar os valores de significância ($p < 0,05$) da frequência cardíaca quando comparada a faixa etária de 8 a 13 anos com as demais, percebe-se que conforme vai aumentando a faixa etária, a FC diminui seus valores.

TABELA 9: Médias e desvio padrão por faixa etária da FC total, FC máx e FC min fora d'água na posição de pé.

FORA D'ÁGUA			
(em pé)			
Faixa etária (anos)	FC Total (bpm)	FC MÁX (bpm)	FC MIN (bpm)
8 a 13	101,3±17,04*	106,8±17,1*	95,1±17,6*
18 a 29	80,4±15,2*	85,5±3,04*	76,1±15,3
30 a 40	73,5±16,5*	79±17,8*	68,2±15,8*
50 a 60	71,9±10,7*	75±11,4*	69,5±9*

*Diferença significativa ($p < 0,05$) da FC entre as faixas etárias

A tabela 10 mostrou diferenças de comportamento da frequência cardíaca somente entre as faixas etárias 8 a 13 anos e 30 a 40 anos.

TABELA 10: Médias e desvio padrão por faixa etária da FC total, FC máx e FC min fora d'água na posição deitado.

FORA D'ÁGUA			
(deitado)			
Faixa etária (anos)	FC total (bpm)	FC MÁX (bpm)	FC MIN (bpm)
8 a 13	75,1±13,7*	80,5±14,9*	71±11,6*
18 a 29	67,1±10,05	70,1±12,08	64,7±8,8
30 a 40	59,5±10,7*	62,2±11,8*	57,2±9,7*
50 a 60	67,5±8,6	74,5±10,7	65±8,7

*Diferença significativa ($p < 0,05$) da FC entre as faixas etárias

Na água, ocorreu variação estatística significativa entre a faixa etária de 8 a 13 anos e 30 a 40 anos na posição em pé como apresenta a tabela 11.

TABELA 11: Médias e desvio padrão por faixa etária da FC total, FC máx e FC min dentro d'água na posição em pé.

DENTRO D'ÁGUA			
(em pé)			
Faixa etária (anos)	FC total (bpm)	FC MÁX (bpm)	FC MIN (bpm)
8 a 13	79,5±17,6*	85,1±19,03*	74,6±15,9*
18 a 29	67,6±9,5	72,5±11,07	64,8±9,4
30 a 40	58,2±13,6*	62±14,3*	55,2±13,5*
50 a 60	67,9±10,02	70,2±10,04	66±10,03

*Diferença significativa ($p < 0,05$) da FC entre as faixas etárias

Como mostra a tabela 12, a diferença do comportamento da FC foi apenas entre a faixa etária 8 a 13 anos e 18 a 29 anos dentro d'água na posição deitada.

TABELA 12: Médias e desvio padrão por faixa etária da FC total, FC máx e FC min dentro d'água na posição deitado

DENTRO D'ÁGUA			
(deitado)			
Faixa etária (anos)	FC total (bpm)	FC MÁX (bpm)	FC MIN (bpm)
8 a 13	79,5±12,6*	83,1±12,82*	76±12,83*
18 a 29	66,5±10,7*	69,6±11,6*	63,5±9,7*
30 a 40	63,4±16,9	69±19,7	58,5±14,2
50 a 60	67,1±13,4	71,2±14,1	64,5±13,07

*Diferença significativa ($p < 0,05$) da FC entre as faixas etárias

5. DISCUSSÃO

O objetivo geral deste estudo foi identificar a ocorrência de alterações na frequência cardíaca de repouso quando comparadas a ambientes diferentes, meio terrestre e aquático.

Pode ser observado durante o período de coleta que a temperatura da água apresentou variações entre 25 e 29° C, sendo que essa variável não foi controlada.

Caracterização do grupo:

Para isso foram convidados 32 indivíduos, todos voluntários, formados por 22 homens e 10 mulheres, o grupo foi dividido por faixa etária para a caracterização da amostra mediante mensuração da massa corporal, estatura e frequência semanal de atividade física que podem ser visualizados na tabela 6.

A tabela 6 também apresenta o perfil do grupo por faixa etária em razão da diferença de idade entre o sujeito mais jovem (8 anos) e o mais velho (52 anos). Portanto, os valores das médias e desvio padrão das variáveis não poderiam ser aplicados a todo o grupo.

Analisando a tabela 6 verifica-se que a rotina de atividade física do grupo apresenta variação de $(2,2 \pm 0,4)$ a $(3,2 \pm 0,9)$ semanais. Na anamnese realizada durante a coleta, além das atividades aquáticas, os sujeitos relataram outras atividades como caminhada, corrida, futebol, judô e yoga. Assim, percebe-se que os indivíduos participantes da pesquisa são fisicamente ativos.

Como o estudo foi realizado com indivíduos ativos fisicamente, os valores médios da FC de repouso podem ter apresentado valores reduzidos quando comparados a sedentários.

Karvonen Apud Mcardle (1998) nos seus estudos já mostrava a influência do exercício sob a FC de repouso.

Vivacqua & Hespanha (1992) também mostra que sujeitos com melhor condicionamento físico apresentam FC cardíaca de repouso menores, assim como qualquer carga de trabalho, inclusive no esforço máximo quando comparados a sujeitos sedentários.

Outra questão mencionada é que todos os sujeitos da coleta praticam exercício físico de resistência aeróbia, segundo Weineck (1999), um dos primeiros efeitos no sistema cardiovascular no treinamento de resistência é a redução da frequência cardíaca tanto no repouso como durante o exercício.

Comportamento da FC quando comparada as posições:

Na tabela 7 estão representadas as variações da FC nas posições em pé e deitado dentro e fora do ambiente aquático. Quando comparada as duas posições fora d'água, em pé a FC apresentou valores de $(83 \pm 17,8)$ e deitado $(67,9 \pm 11,3)$, o que mostra diferença estatística significativa de 5% ($p < 0,05$). De acordo com Hossack apud Muller(2000), com a modificação da posição, há alteração relevante no volume sistólico em repouso na posição em pé quando comparada a posição deitada. Sem dúvida, esse fator ocorre mediante a redução do retorno venoso na posição ortostática que representa alterações na FC.

Para Alfieri & Duarte (1993), a FC de repouso é menor na posição supina, aumenta ligeiramente na posição sentada e mais elevada na posição de pé.

Comparando diferentes posições corporais, Sheldahl et al (1984), analisou o comportamento da FC de 12 homens no repouso na posição deitado e em pé fora da água e dentro da água em temperatura de 31°C , apenas na posição em pé. De acordo com suas conclusões, não foram encontradas diferenças estatísticas significativas entre as posições de pé $(72 \pm 13 \text{ bpm})$ e deitado fora d'água $(61 \pm 7 \text{ bpm})$ e dentro da água $(70 \pm 13 \text{ bpm})$.

Ainda na tabela 8, pode ser verificado o comportamento da FC na posição de pé fora $(83 \pm 17,8)$ e dentro $(68,8 \pm 12,9)$ d'água, o qual também mostrou significância estatística de 5% ($p < 0,05$).

Nakanishi et al (1999) encontraram diferença de 4,7 bpm mais baixa na FC de repouso dentro da água em temperatura de $32,5^{\circ}\text{C}$ em relação ao meio terrestre.

Müller (2000), durante seu estudo com indivíduos imersos na posição vertical, com temperaturas 27° , 30° e 33°C , encontrou freqüências cardíacas mais baixas uma vez que a temperatura era reduzida.

Já Chistie et al (1990) avaliaram a FC de indivíduos do sexo masculino dentro e fora d'água, com temperatura de 34° a $34,5^{\circ}\text{C}$, e não encontraram alterações estatísticas significativas. O comportamento da FC na água foi de $(69 \pm 3 \text{ bpm})$ e fora $(70 \pm 3 \text{ bpm})$.

Comportamento da FC quando comparada entre os sexos:

O comportamento da FC do sexo masculino e feminino apresentou diferenças significativas entre as posições em pé e deitado fora d'água e somente na posição em pé dentro d'água.

Quando a comparação da FC acontece entre ambos os sexos não ocorre variações significativas, mas os valores da FC para o sexo feminino entre as duas posições fora e dentro d'água foram maiores que o sexo masculino. Vivacqua & Hespanha (1992), dizem que as mulheres apresentam FC de repouso um pouco acima dos homens, possivelmente pelo menor volume sistólico.

Analisando a FC entre os sexos não ocorreram variações relevantes, outros estudos também mostram essas conclusões. Watenpaugh et al (2000) compararam a FC de repouso de homens e mulheres com água na altura do pescoço e temperatura de $34,6 \pm 0,1^{\circ}\text{C}$, e no ambiente terrestre, no qual entre homens e mulheres não encontraram diferença estatística significativa. No caso do comportamento da FC quando comparada com entre os meios, foi encontrado FC mais baixas, para mulheres 21 % e homens 16%.

Kruel et al (2002) observou o comportamento da FC em repouso entre 177 indivíduos de ambos os sexos e idade variando entre 18 e 65 anos. Os sujeitos foram submetidos a diferentes profundidades com temperaturas de 29° e 30°C . Comparando os sexos e diferentes faixas etárias, não foram encontradas variações na FC estatisticamente significativas, mas o contrário aconteceu quando comparadas a diferentes profundidades, nesse caso foi encontrado uma redução da FC em 7,40 bpm a partir da altura do quadril.

Comportamento da FC quando comparada as faixas etárias:

O comportamento da frequência cardíaca entre as faixas etárias foi analisado em cada posição dentro e fora d'água.

A posição em pé fora d'água como mostra a tabela 10, apresenta diferença estatística significativa ($p < 0,05$) quando se compara a faixa etária de (8 a 13 anos) com (18 a 29 anos), (30 a 40 anos) e (50 a 60 anos). Sendo que a tendência dos resultados mostrou quanto maior a idade do indivíduo, menores são os valores da FC.

Autores como Mcardle et al (1998) colocam que há pouca ou nenhuma alteração significativa na frequência cardíaca de repouso com o envelhecimento.

De acordo com as tabelas 10, 11 e 12, a frequência cardíaca apresentou variações no comportamento somente entre algumas faixas etárias.

6. CONCLUSÃO

Na presente pesquisa, com a metodologia utilizada, foi possível mensurar a frequência cardíaca e comparar o seu comportamento mediante diferentes ambientes, o terrestre e o aquático.

Os resultados obtidos nesse estudo, permitem concluir que durante a mudança da posição ortostática para supinada fora d'água, o sistema cardiovascular comporta-se de forma diferente, no qual percebe-se redução dos valores da frequência cardíaca na posição deitada, já dentro d'água não ocorreu variação entre as duas posições.

A variação da FC de repouso na posição ortostática apresentou alterações estatísticas significativas durante o estudo quando comparada entre os dois meios. Na imersão a FC de repouso foi menor que fora d'água.

A variável da FC relacionada ao sexo não apresentou resultados significativos e na variável idade ocorreu uma redução conforme foi aumentando a faixa etária.

Como foi observado no estudo, o sistema cardiovascular apresentou variações diferentes quando comparado o meio aquático com o terrestre, sendo que estas modificações foram representadas pelo comportamento da frequência cardíaca de repouso.

REFERÊNCIAS

- ABOARRAGE, N. **Hidro treinamento**. 2.ed. Rio de Janeiro: SHAPE, 2003.
- ALFIERI, R.G.; DURATE, G.M. **Exercício e o Coração**. 2 ed. Rio de Janeiro. CULTURA MÉDICA, 1993.
- ARBORELIUS, M.; BALDIN, U. I.; LILJA, B. & LUNDGREN, C.,E., G. Hemodynamic changes in man during immersion with the head above water. **Aerospace Med.** 43: 509-598. 1972.
- ARBORELIUS, M.; BALDIN, U. I.; LILJA, B. & LUNDGREN, C.,E., G. Regional lung function in man during immersion with the head above water. **Aerospace Med.** 43: 701-707. 1972.
- 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.
- AVELLINI, B.A., SHAPIRO, Y., PANDOLF, K.B.. Cardio-respiratory physical training in water and on land. **Eur. J. Applied. Physiol.** v.50, p. 255-263, 1983. Disponível em: <<http://gpaa.ufrgs.vilabol.uol.com.br/artfc97.html>> Acesso em: 01 março 2007.
- BECKER, B. E.; COLE, A. J. **Terapia Aquática Moderna**. Tradução de Dra. Mônica Conrado Lange. 1ºed. São Paulo: MANOLE, 2000.
- BERNE, R. M.; LEVY, M. N. **Fisiologia**. 3º ed. Rio de Janeiro: GUANABARA KOOGAN S.A., 1996.
- BLOMQUIST, C., G.;NIXON, J. V.; JOHNSON, & MITCHELL, J.H. Early cardiovascular adaptatio to zero gravity, simulated by head-down tilt. **Acta Astronautica**. 7:543-553,1980.
- BLOMQUIST, C.G. Cardiovascular adaptation to weightlessness. **Med Sci. Sports**. 15 p. 428-431, 1983.
- BORG, G. **Escalas de Borg para a Dor e o Esforço Percebido**. Tradução de Fernando Gomes do Nascimento. 1º ed. São Paulo: MANOLE, 2000.
- CHRISTIE, J. L.; SHELDAHL, L. M.; TRISTANI, F.E.; WANN, L.S.; SAGAR, K.B.; LEVANDOSKI, S.G.; PTACIN, M. J.; SOBOCINSKY, K. A.; MORRIS. R.D. Cardiovascular regulation during head-out water immersion exercise. **J.Appl. Physiol.**69(2):657-664,1990.
- CORREA, A. L. N.; TUMELERO, S. Capacidade de VO₂ máximo para indivíduos fumantes e não fumantes durante o exercício físico. **Revista Digital**. Buenos Aires, año 10, nº 85, junio, 2005
- CORSINO, E. L.; LOPEZ, R.S.; PEREZ, M.A.R. La evaluación de la respuesta fisiológica e metabólica mediante procedimientos ergométricos: ambiente aire vs ambiente aquatico. **Arch. Med. Dep.** V.12, n. 45, p. 29-38, 1995.

COSTILL, D.L.; CAHILL, P.J.; EDDY, D. Metabolic responses to submaximal exercise in three water temperatures. **J. Appl. Physiol.** 22 p. 628-632, 1967.

DENISON, D.M.; WAGNER, P.D.; KINGABY, G.L.; WEST, J.B. Cardiorespiratory responses to exercise in air and underwater. **J. Appl. Physiol.**v. 33, p. 426-430, 1972. Disponível em: <<http://gpaa.ufrgs.vilabol.uol.com.br/artfc97.html>> Acesso em: 01 março 2007.

EDWARDS, S. **O livro do monitor de frequência cardíaca.** 2ºed. Finlândia: POLAR ELECTRO OY, 1998.

ELLESTAD, M. H. **Prova de Esforço: princípios e aplicações práticas.** 2º ed. Rio de Janeiro: CULTURA MÉDICA, 1984.

FERRARI, H.G.; GUGLIELMO, L.G. A. Determinação da resposta do lactato sangüíneo em diferentes programas de treinamento: Body Pump e Body Combat. In: XXVII Simpósio Internacional de Ciências do Esporte – CELAFISCS. **Anais.**São Paulo (SP), p.60, 2004.

FRANCE, K. **Condicionamento do Corpo: Como usar a mente no desempenho aeróbio.** GAIA: São Paulo, 1990.

GUEDES, D. P.; GUEDES, J. E. R. P. **Crescimento, Composição corporal e Desempenho motor de Crianças e Adolescentes.** CLR BALIEIRO: São Paulo, 1997.

GHORAYEB, N.; BARRO, T. **O exercício: preparação fisiológica, avaliação médica, aspectos especiais e preventivos.** São Paulo: ATHENEU, 1999.

GOLDBERG, S. **Descomplicando...Fisiologia.** Porto Alegre: ARTES MÉDICAS, 1997.

GORSK, J. Exercise during pregnancy: maternal and fetal responses. A brief review. **Med. Sci. Sports Exerc.** 17 (4):407-416, 1985.

GUYTON, A. C. **Fisiologia Humana.** 6ºed. Rio de Janeiro: GUANABARA KOOGAN,1988.

KENNY, G.P.; GIESBRESHT, G.G.; THODEN, J.S. A comparison of human thermoregulatory response following dynamic exercise and warm-water immersion. **Eur. J. Appl. Physiol.**, v. 74, p. 336-341, 1996.

KREITH, F. **Princípios da transmissão de calor.** Tradução da 3º ed americana. São Paulo: EDGARD BLÜCHER LTDA, 1977.

KRUEL, L. F. M.; DIAS, A. B. C.; SILVA, R. C.; TARTARUGA, L. A. P.; PICANÇO, P. S. P.; RANGEL, A. C. B. Determinação da frequência cardíaca em pessoas de diferentes idades submetidas a diferentes profundidades do corpo na água. **Anais do Simpósio Internacional de Ciência e Tecnologia no Esporte.** Porto Alegre, Brasil: UFRGS. 1997 Disponível em: <<http://gpaa.ufrgs.vilabol.uol.com.br/artfc97.html>> Acesso em: 01 março 2007.

KRUEL, L.F.M.; MORAES; ÁVILA, E.Z.C.; SAMPEDRO, R.M.F. Alterações fisiológicas e biomecânicas em indivíduos praticando exercícios de hidroginástica dentro e fora d'água. **Revista Kinesis**. Santa Maria, Ed. Especial, p. 104-154, 2001.

KRUEL, L. F. M.; TARTARUGA, L. A. P.; DIAS, A.C.; SILVA, S.C.; PICANÇO, P.S.P.; RANGEL, A.B. Frequência Cardíaca durante a imersão no meio aquático. **Fitness e Performance**, 1(6):46-51, 2002.

LEHNEN, A. M.; MOTA, V. M. Correlação entre intensidades da reserva de frequência cardíaca e intensidades do consumo máximo de oxigênio. **Revista Digital**. Buenos Aires, año 11, nº12, 2006. Disponível em: < <http://www.efdeportes.com/efd102/oxigen.htm> > Acesso em: 10 junho 2007.

LONDERRE, B. R.; MOESCHBER, M. L. Influence of age and other factors on maximal heart rate. **Journal Cardiac Rehabilitation**, v.4, p.44-49,1984.

ALFIERI, R. G.; DUARTE, G.M. **Marcondes: exercício e o coração**. 2º ed. Rio de Janeiro, EDITORA CULTURA MÉDICA, 1993.

MAQUEDA, I. G.; ROMERO, E. A.; RECANSENS, J. D.; VINUESA, P.G.G; MOLL, M. G.; GARCÍA, A. G.; BURGOS, C. F.; ROMO, A. I.; LLERENA, I. R. Guia de práctica clínica de la Sociedad Española de Cardiología en la gestante com cardiopatía, **Rev. Esp. Cardiol**. 53:1474:1495, 2000.

MATSUDO, V.K.R.; MATSUDO, S.M. Gravidez e exercício. **APEF**. 9(16) 21-30, 1991.

MCARDELE, W.D.; KATCH, F.I.; KATCH, V.L. **Fisiologia do Exercício: energia, nutrição e desempenho humano**. 4.ed. Rio de Janeiro: GUANABARA KOOGAN, 1998.

MELLION, M.B. e colaboradores. **Segredos em Medicina Desportiva: respostas necessárias ao dia-a-dia em centros de treinamento, na clínica, em exame orais e escritos**. Porto Alegre: ARTES MEDICAS, 1997.

MINAYO, M. C. S.; DESLANDES, S. F. ; NETO, O. C.; GOMES, R. **Pesquisa social: Teoria, Método e Criatividade**. 4.ed. Petrópolis: VOZES, 1995.

MONTENEGRO, N.; AREIAS, J.C.; LEITE, L.P. Endosonografia e doppler transvaginal na avaliação hemodinâmica embrio-fetal no 1º trimestre da gravidez. **Acta Med Port**. 6 Suppl 1:13-8, 1993

MONTENEGRO, N.; RAMOS, C. MATIAS, A.; BARROS, H. Variation of embryonic/fetal heart rate at 6-13 weeks' gestation. **Ultrasound Obstet Gynecol** 11:274-6,1998.

MOTTA, V.T.; WAGNER, M.B. **Bioestatística**. Caxias do Sul: Edues, São Paulo: ROBE EDITORIAL, 2003.

MÜLLER, F.I.G. **Comportamento da frequência cardíaca em indivíduos imersos em diferentes temperaturas de água**. Monografia de Especialização em Educação Física.

Centro de Educação Física, Fisioterapia e Desportos da Universidade do Estado de Santa Catarina (CEFID), Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), 2000.

NAKANISHI, Y.; KIMURA, T.; YOKO, Y. Maximal responses to deep water running at thermoneutral temperature. **Appl. Human. Sci.** 18(2): 31-35, 1999.

NETO, J. E. Contribuição dos grandes vasos arteriais na adaptação cardiovascular a ortostase. **Arq. Bras. Cardiol.** São Paulo, Aug. vol.87. n°.2, 2006. Disponível em : < http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0066-782X2006001500023&script=sci_arttext >. Acesso em: 11 junho 2007.

NETTO, A. B.; MAZARINI, C. **Eu aprendi a nadar**. Campinas: CATI, 1986.

PETTERSEN, H.; SAKURAI, E.; FARIA, R. B. L. M. Freqüência Cardíaca Fetal durante o Primeiro Trimestre da Gestação. **Revista Brasileira de Ginecologia e Obstetrícia**. vol.23 no.9 Rio de Janeiro Oct. 2001. Disponível em < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-72032001000900004 >. Acesso em: 05 de maio 2007.

POWERS, S. K.; HOWLEY, E. T. **Fisiologia do Exercício: Teoria e Aplicação ao condicionamento e ao Desempenho**. 5.ed. Barueri: MANOLE, 2005.

SADY, S.P.; CARPENTER, M.W. Aerobic exercise during pregnancy: Special considerations. **Sports Med.** 7:357-375, 1989.

SCHATS, R.; JANSEN C.A.; WLADIMIROFF, J.W. Embryonic heart activity: appearance and development in early human pregnancy. **Br J Obstet Gynaecol.** v. 97, p. 989-94, 1990.

SHELDAHL, L.M.; WANN, L.S.; CLIFORD, O.D.; TRISTANI, F.E.; WOLF, L.G.; KALBELEISH, J.H. Effect of central hypervolemia on cardiac performance during exercise. **J. Appl. Physiol.** 52 p. 1662-1667, 1984.

TAVARES, A; PLAVNIK, F. L. Inibidores do sistema simpático **HiperAtivo**, v.5 n°2:91-6 abril/junho, 1998. Disponível em < <http://departamentos.cardiol.br/dha/revista/5-2/inibidores.pdf>> Acesso em: 22 de junho 2007.

THOMAS, J. R.; NELSON, J.K. **Métodos de Pesquisa em Atividade Física**. 3 ed. Porto Alegre: ARTMED, 2002.

WATENPAUGH, D. E.; PUMP, B.; BIE, P.; NORSEK, P. Does gender influence human cardiovascular and renal responses to water immersion? **J. Appl. Physiol.** 89: 621-628, 2000.

WILMORE, J. H.; NORTON, A.C. **The Heart and Lungs at Work. A primer of Exercise Physiology**. Amsterdam, 1985.

YOUNG, S. Complicações Cardiológicas. In: **Manual de Obstetrícia**. NISWANDER, K. R. 2 ed. p.43-56. São Paulo: EDITORA MEDSI. 1984.

YOUNG, H. D.; FREEDMAN, R. A.. **Física II: Termodinâmica e Ondas**. Trad. e revisão técnica: Adir Moisés Luiz; colaboradores: T. R. Sandim, A. Lewia Ford 10ª ed. São Paulo: PEARSON ADDISON WESLEY, 2003.

ANEXO I

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

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Título do projeto: Como se comporta a Freqüência Cardíaca de repouso dentro e fora d'água

Gostaria de convidá-lo a participar do meu trabalho de conclusão de curso que consiste em uma pesquisa sobre a verificação do comportamento da freqüência cardíaca dentro e fora d'água. A pesquisa consiste em utilizar um monitor de freqüência cardíaca durante a permanência nas posições de pé e deitado fora e dentro da água. O tempo de duração é de aproximadamente 20 minutos e não há nenhum risco quanto à saúde ou perigo de acidente. você poderá desistir de participar em qualquer momento caso assim o desejar. A identificação dos participantes desta pesquisa será, e os dados serão utilizados somente com finalidades científicas. A sua participação neste estudo será importante para o desenvolvimento da ciência, pois estará contribuindo no avanço de novas pesquisas, além de estar informado sobre o comportamento da sua freqüência cardíaca nestes dois ambientes e posições.

Agradecemos desde já a sua colaboração e participação e qualquer esclarecimento entre em contato.

Contato: acadêmica – email: sabrinasilvadarosa@yahoo.com.br

Professor responsável: John Peter Nasser

Termo de consentimento:

Declaro que fui informado sobre todos os procedimentos da pesquisa: *“Comportamento da Freqüência Cardíaca dentro e fora d'água”*, e que recebi de forma clara e objetiva todas as explicações pertinentes ao projeto a que todos os dados serão sigilosos.

Eu compreendo, as mensurações e os procedimentos que serão feitos. Declaro que fui informado que posso me retirar do estudo a qualquer momento.

Nome por extenso: _____

Assinatura: _____

Florianópolis: ___ / ___ / ___.

