

AGRADECIMENTOS

Nessa caminhada muitos estiveram ao meu lado me apoiando e me guiando. A todos eles quero deixar os meus sinceros agradecimentos:

Aos meus pais, que com muita dedicação, amor e carinho, sempre me apoiaram incondicionalmente e, desde cedo, me fizeram entender a importância deste momento.

Aos meus irmãos, Andrea, Guilherme e Rodrigo, com quem, ao longo da vida, aprendi o significado da palavra “Família”.

Aos meus cunhados, Marcelo, Patricia, Andrea, David e Cristiane, pelo prazer da convivência.

A Dona Magda, mãe da minha esposa, que me acolheu com muito carinho e apreço.

Aos meus grandes amigos, Célia, Barbosa, Ferreira, Cláudio, Lep, Adriana, Cristiane e Marcelo Bueno, que me apoiaram em todo o momento e que sempre se fazem presentes. Ao amigo Cláudio Rezk, destaco a compreensão pelos momentos de furto da minha orientadora.

Aos companheiros da Pelé Club e REDE, que me deram grande apoio e suporte profissional para o desenvolvimento dessa dissertação.

A todos os colegas do LAHAM, pelo companheirismo, amizade e apoio. Em especial a Ellen, o Crivaldo, o Ricardo, a Teresa, o Luiz Riani, a Andréia, o Hélcio, o Marcel, o Gabriel e a Dinoélia que foram de grande importância nessa trajetória. E ao Fábio Medina, que desde o início vem compartilhando todo o suor e trabalho com muita alegria.

Aos funcionários da pós-graduação, Ilza e Márcio, pelo apoio e dedicação.

A Prof^a.Dr^a. Taís Tinucci, que com muita competência, dedicação e espontaneidade muito auxiliou na minha formação.

Aos voluntários que participaram desse estudo e foram de fundamental importância.

À FAPESP, pelo apoio financeiro.

Aos professores Dr. Valdo José Dias da Silva e Dr. António Cláudio Nóbrega, que me acolheram e me apoiaram em seus laboratórios, auxiliando na análise dos dados.

As professoras Dra. Silene Okuma e Dra. Maria Augusta Peduti Dal’Molin Kiss, minhas incentivadoras e grandes responsáveis pela minha iniciação à vida acadêmica.

A Profa. Dra. Claudia Forjaz, minha orientadora, que me incentivou desde o início, me orientou com muita sabedoria, me fez refletir durante todo o processo, e soube compreender as minhas dificuldades, a quem eu tenho muito respeito e procuro seguir o exemplo. A Claudia Forjaz, minha amiga, companheira que desde os tempos de faculdade, está sempre próxima e que nos momentos difíceis da minha vida, ajudou-me a enfrentá-los. A tenho com muita estima.

Dedico essa dissertação a minha esposa Patricia, que com todo seu amor, dedicação e carinho, soube compreender os momentos difíceis, estando sempre ao meu lado me incentivando, me apoiando e me dando forças para continuar sempre. E a minha filha Ana Luiza, que com todo seu brilho e alegria, desde que entrou em minha vida, me inspira e me motiva.

SUMÁRIO

	Pág.
LISTA DE TABELAS.....	viii
LISTA DE FIGURAS.....	xi
LISTA DE SIGLAS, ABREVIATURAS E SÍMBOLOS.....	xiv
LISTA DE ANEXOS.....	xvii
RESUMO.....	xviii
ABSTRACT.....	xix
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 OBJETIVOS.....	5
2.1 Geral.....	5
2.2 Específicos.....	5
3 REVISÃO DE LITERATURA.....	6
3.1 Resposta da pressão arterial pós-exercício.....	6
3.2 Fatores que influenciam a resposta da pressão arterial pós-exercício.....	7
3.3 Hidratação.....	13
3.4 Mecanismos da resposta da pressão arterial pós-exercício....	16
3.5 Considerações decorrentes da revisão de literatura.....	20
4 MATERIAIS E MÉTODOS.....	21
4.1 Casuística.....	21
4.2 Procedimentos preliminares.....	21
4.2.1 <i>Diagnóstico de normotensão</i>	21

4.2.2	<i>Diagnóstico de obesidade.....</i>	22
4.2.3	<i>Avaliação do consumo pico de oxigênio.....</i>	22
4.2.4	<i>Avaliação da prática de atividade física.....</i>	23
4.3	<i>Medidas.....</i>	23
4.3.1	<i>Pressão arterial clínica.....</i>	23
4.3.2	<i>Frequência cardíaca.....</i>	24
4.3.3	<i>Débito Cardíaco.....</i>	24
4.3.4	<i>Resistência Vascular Periférica.....</i>	25
4.3.5	<i>Volume Sistólico.....</i>	25
4.3.6	<i>Respiração.....</i>	25
4.3.7	<i>Modulação autonômica do sistema cardiovascular.....</i>	26
4.3.8	<i>Avaliação do Controle Barorreflexo.....</i>	27
4.3.9	<i>Estado de hidratação por Bioimpedância Elétrica.....</i>	28
4.3.10	<i>Medida da Variação do Volume Plasmático.....</i>	28
4.4	<i>Intervenções.....</i>	29
4.4.1	<i>Controle de Ingestão Pré-Experimento e Hidratações.....</i>	29
4.4.2	<i>Exercício Aeróbico.....</i>	29
4.5	<i>Protocolo experimental.....</i>	30
4.6	<i>Análise estatística.....</i>	34
5	RESULTADOS.....	35
5.1	<i>Amostra.....</i>	35
5.2	<i>Execução do protocolo experimental.....</i>	36
5.3	<i>Respostas às Intervenções.....</i>	39
5.3.1	<i>Respostas do volume plasmático.....</i>	39
5.3.2	<i>Respostas Cardiovasculares.....</i>	41
5.3.3	<i>Respostas autonômicas.....</i>	53
5.3.3.1	<i>Variabilidade da frequência cardíaca.....</i>	53

5.3.3.2	Variabilidade da pressão arterial.....	56
5.3.3.3	Sensibilidade espontânea do barorreflexo.....	59
6	DISCUSSÃO.....	61
6.1	Protocolo Experimental.....	61
6.2	Efeitos do exercício aeróbico.....	63
6.3	Efeito da hidratação.....	70
6.4	Limitações do estudo.....	74
7	CONCLUSÃO.....	75
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	76
	ANEXOS.....	92

LISTA DE TABELAS

	Pág.
TABELA 1 - Características Antropométricas e Cardiovasculares dos sujeitos.....	35
TABELA 2 - Características cardiorrespiratórias e metabólicas dos sujeitos.....	36
TABELA 3 - Potência, intensidade absoluta e intensidade relativa do exercício realizado nas sessões experimentais: exercício sem hidratação (ES) e exercício com hidratação (EH).....	37
TABELA 4 - Porcentagem de água corporal dos sujeitos medida no início de cada sessão experimental: controle sem hidratação (CS), exercício sem hidratação (ES), controle com hidratação (CH) e exercício com hidratação (EH).....	37
TABELA 5 - Hematócrito e concentração de hemoglobina medidos no início de cada sessão experimental: controle sem hidratação (CS), exercício sem hidratação (ES), controle com hidratação (CH) e exercício com hidratação (EH).....	38
TABELA 6 - Variação do Volume Plasmático (Δ VP) calculada no início das sessões experimentais exercício sem hidratação (ES), controle com hidratação (CH) e exercício com hidratação (EH) em relação à sessão controle sem hidratação (CS).....	38
TABELA 7 - Variação do Volume Plasmático (Δ VP) calculada em relação ao momento pré-intervenção, no final da intervenção (Δ Int-pré) e 90 minutos após a intervenção (Δ Pós-pré) nas quatro sessões experimentais: controle sem hidratação (CS), exercício sem hidratação (ES), controle com hidratação (CH) e exercício com hidratação (EH).....	39

TABELA 8 - Pressão arterial sistólica (PAS – mmHg) medida antes (pré) e após (pós) as intervenções nas quatro sessões experimentais: controle sem hidratação (CS), exercício sem hidratação (ES), controle com hidratação (CH) e exercício com hidratação (EH).....	41
TABELA 9 - Pressão arterial diastólica (PAD – mmHg) medida antes (pré) e após (pós) as intervenções nas quatro sessões experimentais: controle sem hidratação (CS), exercício sem hidratação (ES), controle com hidratação (CH) e exercício com hidratação (EH).....	43
TABELA 10 - Pressão arterial média (PAM – mmHg) calculada antes (pré) e após (pós) as intervenções nas quatro sessões experimentais: controle sem hidratação (CS), exercício sem hidratação (ES), controle com hidratação (CH) e exercício com hidratação (EH).....	44
TABELA 11 - Débito cardíaco (DC - l/min) medido antes (pré) e após (pós) as intervenções nas quatro sessões experimentais: controle sem hidratação (CS), exercício sem hidratação (ES), controle com hidratação (CH) e exercício com hidratação (EH).....	46
TABELA 12 - Resistência vascular periférica (RVP – unidades) calculada antes (pré) e após (pós) as intervenções nas quatro sessões experimentais: controle sem hidratação (CS), exercício sem hidratação (ES), controle com hidratação (CH) e exercício com hidratação (EH).....	47
TABELA 13 - Frequência cardíaca (FC – bat/min) medida antes (pré) e após (pós) as intervenções nas quatro sessões experimentais: controle sem hidratação (CS), exercício sem hidratação (ES), controle com hidratação (CH) e exercício com hidratação (EH).....	49

TABELA 14 - Volume sistólico (VS - ml) calculado antes (pré) e após (pós) as intervenções nas quatro sessões experimentais: controle sem hidratação (CS), exercício sem hidratação (ES), controle com hidratação (CH) e exercício com hidratação (EH).....	50
TABELA 15 - Duplo produto (DP – mmHg·bat·min ⁻¹) calculado antes (pré) e após (pós) as intervenções nas quatro sessões experimentais: controle sem hidratação (CS), exercício sem hidratação (ES), controle com hidratação (CH) e exercício com hidratação (EH).....	52
TABELA 16 - Intervalos RR (IRR-ms) medidos antes (pré) e após (pós) as intervenções nas quatro sessões experimentais: controle sem hidratação (CS), exercício sem hidratação (ES), controle com hidratação (CH) e exercício com hidratação (EH).....	53
TABELA 17 - Parâmetros da variabilidade do intervalo RR medidos antes e após as intervenções nas quatro sessões experimentais: controle sem hidratação (CS), exercício sem hidratação (ES), controle com hidratação (CH) e exercício com hidratação (EH).....	54
TABELA 18 - Parâmetros da variabilidade das pressões arteriais sistólica (PAS) e diastólica (PAD) medidos antes e após as intervenções nas quatro sessões experimentais: controle sem hidratação (CS), exercício sem hidratação (ES), controle com hidratação (CH) e exercício com hidratação (EH).....	57
TABELA 19 - Sensibilidade espontânea do barorreflexo analisada pelo coeficiente α –(mmHg) antes e após as intervenções nas quatro sessões experimentais: controle sem hidratação (CS), exercício sem hidratação (ES), controle com hidratação (CH) e exercício com hidratação (EH).....	60

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
FIGURA 1 - Representação Esquemática do Protocolo Experimental.....	31
FIGURA 2 - Variação Representação esquemática do desenho experimental.....	32
FIGURA 3 - Variação do Volume Plasmático (ΔVP) calculada em relação ao momento pré-intervenção, no final da intervenção (ΔInt -pré) e 90 minutos após a intervenção ($\Delta Pós$ -pré) nas quatro sessões experimentais: controle sem hidratação (CS), exercício sem hidratação (ES), controle com hidratação (CH) e exercício com hidratação (EH).....	40
FIGURA 4 - Pressão arterial sistólica (PAS) medida antes (pré) e após (pós) as intervenções nas quatro sessões experimentais: controle sem hidratação (CS), exercício físico sem hidratação (ES), controle com hidratação (CH) e exercício físico com hidratação (EH).....	42
FIGURA 5 - Pressão arterial diastólica (PAD) medida antes (pré) e após (pós) as intervenções nas quatro sessões experimentais: controle sem hidratação (CS), exercício físico sem hidratação (ES), controle com hidratação (CH) e exercício físico com hidratação (EH).....	43
FIGURA 6 - Pressão arterial média (PAM) calculada antes (pré) e após (pós) as intervenções nas quatro sessões experimentais: controle sem hidratação (CS), exercício físico sem hidratação (ES), controle com hidratação (CH) e exercício físico com hidratação (EH).....	45

FIGURA 7 - Débito cardíaco (DC) medido antes (pré) e após (pós) as intervenções nas quatro sessões experimentais: controle sem hidratação (CS), exercício sem hidratação (ES), controle com hidratação (CH) e exercício com hidratação (EH).....	46
FIGURA 8 - Resistência vascular periférica (RVP) calculada antes (pré) e após (pós) as intervenções nas quatro sessões experimentais: controle sem hidratação (CS), exercício físico sem hidratação (ES), controle com hidratação (CH) e exercício físico com hidratação (EH).....	48
FIGURA 9 - Frequência cardíaca (FC) medida antes (pré) e após (pós) as intervenções nas quatro sessões experimentais: controle sem hidratação (CS), exercício físico sem hidratação (ES), controle com hidratação (CH) e exercício físico com hidratação (EH).....	49
FIGURA 10 - Volume sistólico (VS) calculado antes (pré) e após (pós) as intervenções nas quatro sessões experimentais: controle sem hidratação (CS), exercício físico sem hidratação (ES), controle com hidratação (CH) e exercício físico com hidratação (EH).....	51
FIGURA 11 - Duplo Produto (DP) calculado antes (pré) e após (pós) as intervenções nas quatro sessões experimentais: controle sem hidratação (CS), exercício físico sem hidratação (ES), controle com hidratação (CH) e exercício físico com hidratação (EH).....	52

- FIGURA 12 - 12. Parâmetros da variabilidade do intervalo RR medidos antes e após as intervenções nas quatro sessões experimentais: controle sem hidratação (CS), exercício sem hidratação (ES), controle com hidratação (CH) e exercício com hidratação (EH). In = logaritmo natural, VT= variância total, BF = banda de baixa frequência, AF = banda de alta frequência, un= unidades normalizadas..... 55
- FIGURA 13 - Parâmetros da variabilidade das pressões arteriais sistólica (PAS) e diastólica (PAD) medidos antes e após as intervenções nas quatro sessões experimentais: controle sem hidratação (CS), exercício sem hidratação (ES), controle com hidratação (CH) e exercício com hidratação (EH). In = logaritmo natural, VT= variância total, BF = banda de baixa frequência, AF = banda de alta frequência..... 58
- FIGURA 14 - Sensibilidade espontânea do barorreflexo analisada pelo coeficiente α (ms/mmHg) antes e após as intervenções nas quatro sessões experimentais: controle sem hidratação (CS), exercício sem hidratação (ES), controle com hidratação (CH) e exercício com hidratação (EH)..... 60

LISTA DE SIGLAS, ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

#	diferente da sessão controle
%	percentual
Δ Int-pré	variação do volume plasmático em relação ao momento pré-intervenção no final da intervenção
Δ Pós-pré	variação do volume plasmático em relação ao momento pré-intervenção 90 minutos após a intervenção
*	diferente do momento pré-intervenção
<	menor que
>	maior que
\pm	mais ou menos
Δ VP	variação do volume plasmático
§	diferente do Δ int-pré
AF	banda de alta frequência
AR	auto regressiva
bat/min	batimentos por minuto
BF	banda de baixa frequência
BIA	bioimpedância
CaCO ₂	conteúdo arterial de dióxido de carbono
CH	sessão controle com hidratação
CO ₂	dióxido de carbono
CS	sessão controle sem hidratação
Cs	coleta de sangue
CvCO ₂	conteúdo venoso de dióxido de carbono
DC	débito cardíaco
DP	duplo produto
EH	sessão de exercício com hidratação
EP	erro padrão

ES	sessão de exercício sem hidratação
FC	frequência cardíaca
g	Gramas
Hb	hemoglobina
Hct	mematócrito
Hz	hertz
IMC	índice de massa corporal
Int	momento de intervenção
IRR	intervalo r-r
Kg	quilogramas
Kg/m ²	quilogramas por metro quadrado
kHz	quilohertz
l	litros
l/min	litros por minuto
ln	logarítimo neperiano
m	Metro
m ²	metro quadrado
mA	miliamperes
ml	Mililitro
ml.min ⁻¹	mililitros por minuto
mmHg	milímetro de mercúrio
mmHg.bat.min ⁻¹	milímetros de mercúrio por batimento por minuto
ms	milisegundos
n	Número de indivíduos
O ₂	oxigênio
°C	graus célsius
PAD	pressão arterial diastólica
PAM	pressão arterial média
PAS	pressão arterial sistólica
PetCO ₂	pressão parcial de dióxido de carbono
Pós	momento pós-intervenção

Pré	momento pré-intervenção
RER	razão de troca respiratória
RR	do intervalo r-r
RVP	resistência vascular periférica
un	unidades normalizadas
VCO ₂	produção de dióxido de carbono
VO ₂	consumo de oxigênio
VO ₂ max	consumo de oxigênio máximo
VO ₂ pico	consumo pico de oxigênio
VS	volume sistólico
VT	variância total
α	alfa

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO 1 - Termo de consentimento livre e esclarecido do voluntário.....	92
ANEXO 2 - Aprovação do Comitê de Ética da Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo.....	xx

RESUMO

EFEITO DA HIDRATAÇÃO NA RESPOSTA DA PRESSÃO ARTERIAL PÓS-EXERCÍCIO E SEUS MECANISMOS

Autor: FERNANDO DA SILVEIRA LOBO

Orientadora: Prof^a Dr^a CLÁUDIA LÚCIA DE MORAES FORJAZ

Os efeitos da hidratação sobre a pressão arterial (PA) e seus mecanismos hemodinâmicos e autonômicos pós-exercício foram pouco estudados e os resultados são controversos. Esse estudo avaliou esses efeitos, em normotensos jovens após uma sessão de exercício aeróbico. Assim, 16 rapazes submeteram-se a quatro sessões experimentais, realizadas em ordem aleatória: controle sem hidratação, exercício sem hidratação, controle com hidratação e exercício com hidratação. Nas sessões com hidratação, os sujeitos ingeriam 1l de água na noite anterior, 500ml 60min antes da intervenção (exercício ou repouso) e mais 1ml por 1g de massa corporal perdida logo após a intervenção. O exercício foi realizado por 45min em ciclo ergômetro em 50% do VO_{2pico} . Em todas as sessões as PA sistólica (S), média (M) e diastólica (D), o débito cardíaco (DC), a frequência cardíaca (FC) e as variabilidades da FC e da PA foram medidos antes e após as intervenções. O exercício diminuiu a PAS e o volume sistólico (VS) e impediu os aumentos da FC, da PAD, da PAM e da sensibilidade baroreflexa, que ocorreram na sessão controle. A hidratação não modificou as respostas hemodinâmicas e autonômicas após o exercício. Em conclusão, em sujeitos jovens normotensos, a hidratação não modificou o efeito hipotensor promovido pelo exercício aeróbico no período de recuperação, não afetando seus mecanismos hemodinâmicos e autonômicos.

Palavras-chave: hipotensão pós-exercício, hemodinâmica, modulação autonômica, reidratação.

ABSTRACT

EFFECTS OF HYDRATION ON POST-EXERCISE BLOOD PRESSURE RESPONSE AND MECHANISMS

Author: FERNANDO DA SILVEIRA LOBO

Adviser: Prof^a Dr^a CLÁUDIA LÚCIA DE MORAES FORJAZ

The effects of hydration on post-exercise blood pressure (BP) and hemodynamic and autonomic mechanisms were poorly studied and results are controversial. This study evaluated these effects in young normotensives after an acute bout of aerobic exercise. Sixteen young men underwent four sessions in a random order: control without hydration, exercise without hydration, control with hydration and exercise with hydration. In the hydration sessions, subjects drank 1l of water in the night before, 500 ml 60 min before the intervention (rest or exercise) and 1ml for 1g of body mass lost immediately after the intervention. In exercise sessions, they exercised for 45 min on a cycle ergometer at 50% of VO_{2peak} . Systolic (S), diastolic (D) and mean (M) BP, as well as cardiac output (CO), heart rate (HR), and HR and BP variabilities were measured before and after the interventions. Exercise produced a significant reduction in SBP and stroke volume (SV), and abolished the increase in HR, DBP, MBP and baroreflex sensitivity that occurred in the control sessions. Hydration did not change hemodynamic and autonomic responses after exercise. In conclusion, in healthy young subjects, hydration did not modify the hypotensive effect promoted by the aerobic exercise during the recovery period, not affecting its hemodynamic and autonomic mechanisms.

Key-word: post- exercise hypotension, hemodynamics, autonomic modulation, rehydration.