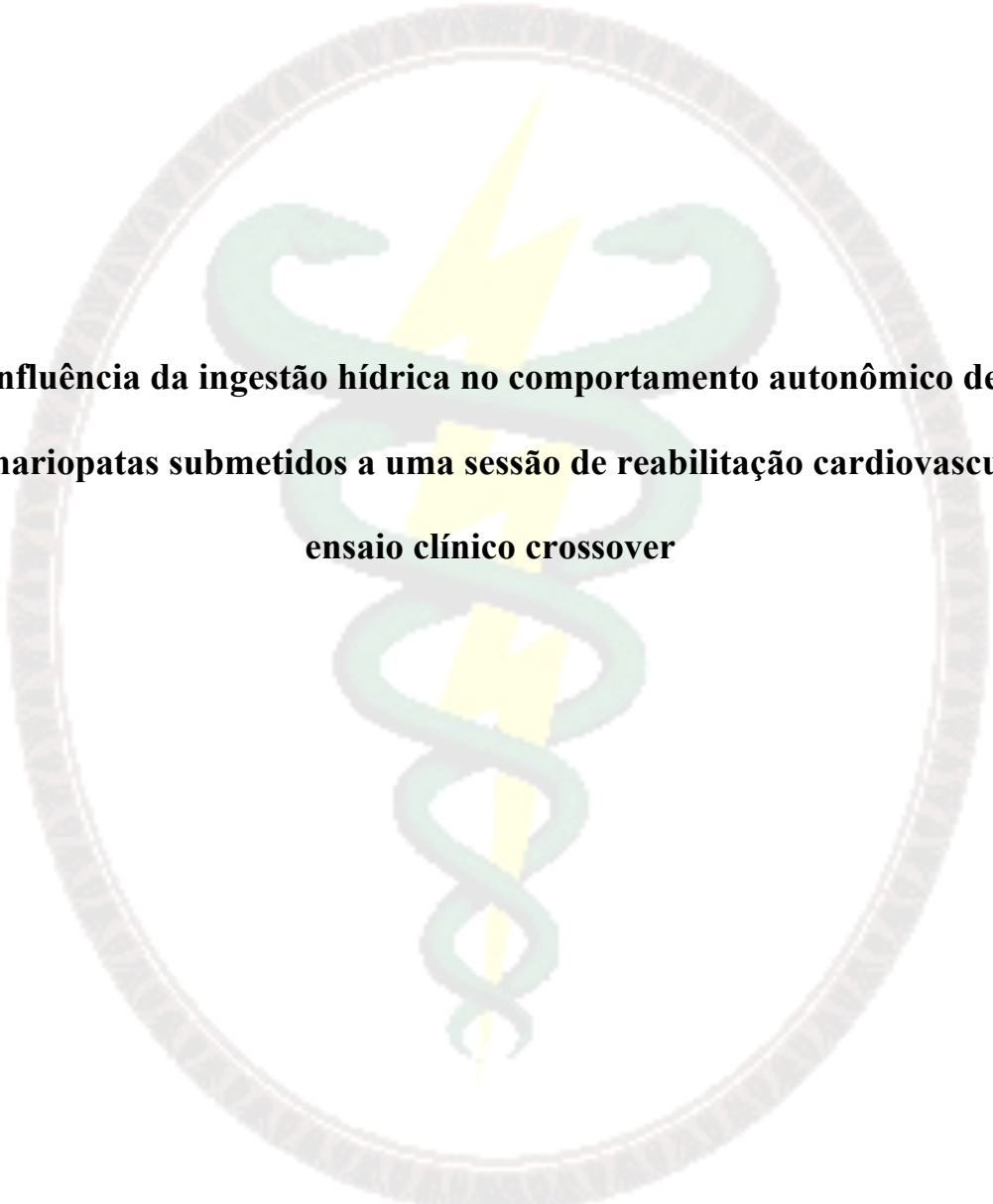


## RESSALVA

Atendendo solicitação do(a)  
autor(a), o texto completo desta  
tese será disponibilizado  
somente a partir de 31/10/2021.

**Programa de Pós-graduação em Fisioterapia**

**Anne Kastelianne França da Silva**



**Influência da ingestão hídrica no comportamento autonômico de  
coronariopatas submetidos a uma sessão de reabilitação cardiovascular:  
ensaio clínico crossover**

**Presidente Prudente**

**2019**

**Programa de Pós-graduação em Fisioterapia**

**Anne Kastelianne França da Silva**

**Influência da ingestão hídrica no comportamento autonômico de  
coronariopatas submetidos a uma sessão de reabilitação cardiovascular:  
ensaio clínico crossover**

Tese apresentada à Faculdade de Ciências e Tecnologia - FCT/UNESP, campus de Presidente Prudente, para obtenção do título de Doutora no Programa de Pós-graduação em Fisioterapia.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Carlos Marques Vanderlei

**Presidente Prudente**

**2019**

S586i

Silva, Anne Kastelianne França da

Influência da ingestão hídrica no comportamento autonômico de coronariopatas submetidos a uma sessão de reabilitação cardiovascular: ensaio clínico crossover : Ingestão de água e recuperação autonômica de coronariopatas: ensaio clínico crossover / Anne Kastelianne França da Silva. -- , 2019

149 p.

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp),  
Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Araraquara,  
Orientador: Luiz Carlos Marques Vanderlei

1. Exercício. 2. Sistema nervoso autônomo. 3. Hidratação. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Araraquara. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

**TÍTULO DA TESE:** Influência da ingestão hídrica no comportamento autonômico de coronariopatas submetidos a uma sessão de reabilitação cardiovascular: ensaio clínico crossover.

**AUTORA: ANNE KASTELIANNE FRANÇA DA SILVA**

**ORIENTADOR: LUIZ CARLOS MARQUES VANDERLEI**

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Doutora em FISIOTERAPIA, área: Avaliação e Intervenção em Fisioterapia pela Comissão Examinadora:



Prof. Dr. LUIZ CARLOS MARQUES VANDERLEI

Departamento de Fisioterapia e Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia / Faculdade de Ciências e Tecnologia, UNESP/Presidente Prudente



Profa. Dra. ROSELENE MODOLO REGUEIRO LORENCONI

Departamento de Fisioterapia / Faculdade de Ciências e Tecnologia de Presidente Prudente



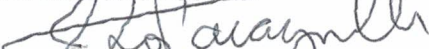
Prof. Dr. DIEGO GIULLIANO DESTRO CHRISTÓFARO

Departamento de Educação Física / UNESP - Faculdade de Ciências e Tecnologia de Presidente Prudente / SP



Profa. Dra. ANA CLARA CAMPAGNOLO GONÇALVES TOLEDO

Universidade do Oeste Paulista



Profa. Dra. FRANCIS LOPES PACAGNELLI

Universidade do Oeste Paulista - UNOESTE

Presidente Prudente, 31 de outubro de 2019

*Dedicatória*

---

*Dedico esta tese àqueles que sempre acreditaram no meu potencial e me incentivaram em todos os momentos....*

*Agradecimento*

---



Quando penso em agradecer, logo me vem à cabeça nomes que sem dúvida fizeram toda a diferença nessa minha caminhada.

*Deus.* Àquele que me permitiu vivenciar esse momento, àquele que me designou para estar onde estou hoje. Nada disso seria possível se Ele não tivesse planejado. Agradeço à Ele por ter me dado e continuar me dando, oportunidades de crescer e aprender, com erros e acertos, cada experiência me tornou quem eu sou hoje.

*Família, pai, mãe, irmão.* A minha base. Quantas vezes durante essa minha caminhada acadêmica, principalmente, durante o doutorado, houveram momentos de esgotamento, ausência de forças para prosseguir.... porém, o **amor** de vocês por mim, demonstrado as vezes, em pequenos gestos, pequenas ações e até sem perceber, me fizeram (e me fazem sempre), levantar a cabeça, secar as lágrimas e seguir o caminho que Deus me designou. Obrigada por sempre me apoiarem, por confiarem tanto em mim, por compreenderem a minha ausência física diária. Definitivamente, eu não seria nada do que sou hoje sem o amor de vocês, sem vocês, sem a minha base.

*Família, Guilherme.* Meu incentivador. Quando escolhemos alguém para compartilhar a nossa vida, buscamos qualidades que nós julgamos necessárias, e a principal qualidade que vejo em você é a sua capacidade de enxergar nos outros que eles são capazes. Durante o doutorado, quantas vezes eu ficava aflita quando algo saía do que eu havia planejado, por ter que enfrentar um país do outro lado do mundo, sozinha, com inglês básico e em outra área, por passar os finais-de-semana, noites trabalhando, seja na tese, aulas, orientações, artigos... enfim. Em todos esses momentos você olhava para mim e dizia o quanto eu era boa no que eu fazia, me mostrava que eu era capaz, me incentivava a seguir em frente, que era só mais um obstáculo e como todos, eu iria ultrapassar. Você foi e é essencial nessa jornada amor, obrigada por tudo. Agradeço também aos seus pais, Maria e Luiz, que são a minha família em Prudente, por todo o carinho, toda a atenção, preocupação, por todas as orações para que desse sempre tudo certo na minha vida.

*Prof, Luiz.* Líder. O senhor de fato é um líder, porque tem a capacidade de conseguir influenciar fortemente as nossas ações, a partir das suas atitudes e competência. O senhor nunca impõe o que deseja, nos mostra os caminhos, nos dá as oportunidades, é sensível, sabe quando estamos bem e quando não estamos e basta um “tá tudo bem mesmo doutora?”, para iniciarmos a sessão de terapia no laboratório. Tenho muito respeito e admiração pelo senhor e agradeço imensamente pelos ensinamentos, confiança e por todas as oportunidades que me deu durante esses 10 anos de laboratório.

*Time hidratação, Maju, Lo, Laís, Fe, Day e Vitor.* Parceria. Esse time foi essencial para poder apresentar o que vocês assistiram hoje e para o que vão assistir em outras defesas sobre esse projeto. Um projeto de doutorado não é realizado por um aluno e seu orientador, eles precisam de um time e vocês foram o time desse projeto. Obrigada por nos ajudarem, por estarem sempre prontos e disponíveis, pela boa convivência e pela parceria!

Maju e Lo. Filhas. Duas meninas, tão diferentes, mas que se complementam. Uma, é mais agitada, ligada no 220v, gosta de adiantar os prazos, tem o pensamento a mil anos luz à frente, uma mente que nem eu acompanho. A outra, calma, zen, faz tudo no tempo que é para fazer, sem pressa, vivendo o momento. As duas, doces, amigas, carinhosas, inteligentes, prestativas, engraçadas, bondosas...e muitas outros adjetivos que são reflexos de quando existe amor. Vocês duas, com todas essas particularidades também me completaram, me mudaram e me peguei muitas vezes tendo pensamentos mais de mãe de vocês do que de coorientadora. Obrigada por toda a dedicação, em todas as fases do projeto, desde a triagem dos pacientes, coleta, tabulação de dados, redação dos manuscritos, pelas risadas, enfim pelo amor de vocês por esse trabalho. Eu sei o quanto vocês se divertiam indo as coletas e disputando quem iria coletar a urina e quem iria preencher os copinhos com água. Vocês são únicas, por isso são tão especiais.

Laís. Amiga. Como sou feliz por ter você comigo, por ver como você cresce a cada dia. Você me ajudou tanto durante o doutorado, sempre prestativa, nunca falou um “não posso” ou “não consigo”, sempre deu o seu jeito, mesmo quando era difícil para você. Lembro quando ficávamos horas conversando quando eu estava na Austrália e você no Brasil, uma quase indo dormir e a outra indo almoçar, era um momento em que desabafávamos e esquecíamos até quanto tempo estávamos no telefone. Nem consigo imaginar como seria meu doutorado e a minha vida sem você ao meu lado, porque além de excelente profissional você tem uma luz que é só sua, você tem a doçura na voz e nas atitudes, e isso também a faz ser especial.

Laboratório de Fisiologia do Estresse. União. Obrigada por toda a ajuda, carinho, convívio diário e respeito durante essa etapa. Vocês fazem a diferença no meu dia-a-dia e fico muito feliz em poder saber que posso contar com cada um de vocês. Todos são especiais para mim.

Agradeço aos meus voluntários, as meninas do INCOR, Ana Alice, Amanda, aos médicos, Guilherme e Gustavo, ao Prof Fábio Lira e seus alunos, por colaborarem para a realização dessa pesquisa.

Agradeço à minha banca de avaliação, Prof Ana Clara, Prof Rose, Prof Diego e Prof Francis. Tenho um grande carinho por todos vocês, pois acompanham os meus passos há algum tempo e sempre tem algo a acrescentar na minha formação. Em especial a Prof Rose, obrigada por toda a confiança que depositou em mim como professora no departamento.

Agradeço à Pós-graduação, a CAPES e ao Prof. Paulo Ferreira por serem facilitadores na minha ida à The University of Sydney, que foi essencial para o meu amadurecimento e crescimento profissional.

O estudo recebeu suporte financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico -CNPq- processo 401258/2016-5 para aquisição de materiais necessários para o desenvolvimento do estudo. O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001. Maria Júlia Lopez Laurino foi bolsista pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) (número do projeto 2017 / 03142-1) para conduzir parte desse projeto.

Serei eternamente grata à cada um de vocês.

*Epígrafe*

---

“A tarefa não é tanto ver aquilo que ninguém viu, mas pensar o que ninguém ainda pensou  
sobre aquilo que todo mundo vê”

*Arthur Schopenhauer*

*Sumário*

---

## SUMÁRIO

1. Apresentação.....	12
2. Resumo .....	15
3. Abstract.....	17
4. Introdução .....	19
5. Objetivo.....	26
a. Manuscrito I.....	28
b. Manuscrito II .....	52
c. Manuscrito III .....	82
d. Manuscrito IV.....	110
5. Conclusão.....	142
6. Referências.....	144

*Apresentação*

---



Este é um modelo alternativo de tese e contempla a pesquisa intitulada: **Influência da ingestão hídrica no comportamento autonômico de coronariopatas submetidos a uma sessão de reabilitação cardiovascular: ensaio clínico crossover**, realizada no Laboratório de Fisiologia do Estresse da Faculdade de Ciências e Tecnologia – FCT/UNESP.

Em concordância com as normas do modelo alternativo do Programa de Pós-graduação em Fisioterapia da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, a presente tese está dividida da seguinte forma:

- \* Introdução, contendo a contextualização do tema pesquisado;
- \* Artigo I: Anne Kastelianne França da Silva, Maria Júlia Lopez Laurino, Laís Manata Vanzella, Lorena Altafin Santos, Felipe Ribeiro, Dayane Andrade Genoni Corazza and Luiz Carlos Marques Vanderlei. Influência da ingestão hídrica no comportamento autonômico e parâmetros cardiorrespiratórios de coronariopatas submetidos a uma sessão de reabilitação cardiovascular: Protocolo de um ensaio clínico *cross-over*
- \* Artigo II: Anne Kastelianne França da Silva, Maria Júlia Lopes Laurino, Lorena Altafin Santos, Laís Manata Vanzella, Felipe Ribeiro, Guilherme de Almeida Costa e Luiz Carlos Marques Vanderlei. Ingestão de água durante e após uma sessão de reabilitação cardiovascular acelera a recuperação autonômica de coronariopatas: ensaio clínico crossover.
- \* Artigo III: Anne Kastelianne França da Silva, Lorena Altafin Santos, Maria Júlia Lopes Laurino, Laís Manata Vanzella, Felipe Ribeiro, Gustavo Bochini Rozan and Luiz Carlos Marques Vanderlei. Índices geométricos da variabilidade da frequência cardíaca no período de recuperação de coronariopatas submetidos a exercício aeróbico supervisionado e hidratação: ensaio clínico crossover
- \* Artigo IV: Maria Júlia Lopez Laurino, Anne Kastelianne França da Silva, Lorena Altafin Santos, Felipe Ribeiro, Laís Manata Vanzella, Dayane Andrade Genoni

Corazza and Luiz Carlos Marques Vanderlei. Ingestão de água durante o exercício é capaz de acelerar a recuperação da modulação autonômica imediatamente após uma sessão de reabilitação cardiovascular em coronariopatas: ensaio clínico crossover

- \* Conclusões, obtidas por meio da pesquisa realizada; e
- \* Referências, cujo formato é recomendado pelo Comitê Internacional de Editores de Jornais Médicos (ICMJE – *International Committee of Medical Journal Editors*), para apresentação das fontes utilizadas na redação de todo o conteúdo da tese.

Ressalta-se que os artigos estão formatados e apresentados conforme as normas para apresentação da tese.

*Resumo*

---

## RESUMO

**INTRODUÇÃO:** A reposição das perdas hídricas decorrentes da atividade física é recomendada em consensos internacionais para indivíduos saudáveis e atletas de alto rendimento. Entretanto, permanece pouco compreendida a sua influência quando administrada, igualmente, durante e/ou após o exercício, sobre a modulação autonômica cardíaca, frequência cardíaca de recuperação (FCR) e percepções subjetivas de esforço (PSE), desconforto (PSD) e recuperação (PSR) de indivíduos com alteração autonômica conhecida, como os coronariopatas. **OBJETIVO:** Investigar a influência da ingestão hídrica realizada durante e/ou após uma sessão de reabilitação cardiovascular (RC) de intensidade moderada sobre a modulação autonômica cardíaca, FCR, PSE, PSD e PSR de coronariopatas. **MÉTODOS:** Foram recrutados 31 adultos acima de 45 anos de idade com coronariopatia isquêmica, participantes de programas de RC, os quais foram submetidos a dois desenhos de estudos, ambos compostos por três etapas (48 horas de intervalo entre elas): I) Teste de esforço máximo; II) Protocolo controle (PC); III) Protocolo experimental (PH). Os PC e PH de ambos os estudos foram compostos por atividades realizadas em RC convencional, com ingestão de água no PH, calculada a partir da variação de massa corporal no PC. A modulação autonômica foi avaliada utilizando índices de variabilidade da frequência cardíaca calculados nos domínios do tempo, frequência e geométricos durante o repouso, exercício e recuperação. Foram avaliados ainda a FCR, PSE, PSD e PSR. **RESULTADOS:** Hidratação durante o exercício e recuperação promoveu diferença significativa entre os protocolos (RMSSD -  $p_{\text{valor}} = 0,024$ ; SD1 -  $p_{\text{valor}} = 0,022$ ), entre repouso e momentos de recuperação (RMSSD, SDNN; LFms<sup>2</sup>; HFms<sup>2</sup>; LFnu; HFnu; SD1, SD2 e SD1/SD2; TINN; todos com  $p_{\text{valor}} = 0,001$ ) e interação entre momentos e protocolo (RMSSD e SD1 -  $p_{\text{valor}} = 0,019$ ). A ingestão de água apenas durante o exercício permitiu aceleração na reentrada vagal nos primeiros 30 segundos de recuperação no PH, enquanto que no PC ocorreu após o 1º minuto. Observamos também uma melhor recuperação da FC no 1º minuto no período de recuperação no PH assim como redução significativa da PSE, em comparação ao PC. Durante o exercício a ingestão de água não influenciou as respostas autonômicas em relação ao repouso, além do fisiológico. **CONCLUSÃO:** Em coronariopatas, pequenas perdas de líquidos durante o exercício e recuperação são capazes de influenciar a modulação autonômica e a ingestão de água permite uma recuperação antecipada da modulação parassimpática e da variabilidade global. Além disso, a ingestão de água apenas durante o exercício permite acelerar a reentrada vagal e influencia positivamente a FCR e a PSR, no período imediato de recuperação.

**Palavras-chave:** reabilitação cardíaca; doença cardiovascular; sistema nervoso autônomo; recuperação; hidratação

*Abstract*

---

## ABSTRACT

**BACKGROUND:** The replacement of water losses due to physical activity is recommended in international consensus for healthy individuals and high performance athletes. However, its influence when administered equally during and / or after exercise on cardiac autonomic modulation, recovery heart rate (HRR) and subjective perceptions of exertion (PSE), discomfort (PSD) and recovery (PSR) of individuals with known autonomic alterations, such as coronary artery disease, remains poorly understood **AIM:** To investigate the influence of fluid intake during and / or after a moderate intensity cardiovascular rehabilitation (CR) session on coronary heart disease autonomic modulation, HRR, PSE, PSD and PSR. **METHODS:** We recruited 31 adults over 45 years of age with ischemic coronary artery disease who participated in CR programs, who underwent two study designs, both composed of three steps (48 hours apart): I) maximum effort; II) Control Protocol (PC); III) Experimental Protocol (PH). The PC and PH of both studies were composed by activities performed in conventional CR, with water intake in the PH, calculated from the body mass variation in the PC. Autonomic modulation was evaluated using heart rate variability indices calculated in the time, frequency and geometric domains during rest, exercise and recovery. FCR, PSE, PSD and PSR were also evaluated. **RESULTS:** Hydration during exercise and recovery promoted significant difference between protocols (RMSSD - p value = 0.024; SD1 - p value = 0.022), between rest and recovery moments (RMSSD, SDNN; LFms2; HFms2; LFnu; HFnu; SD1 , SD2 and SD1 / SD2; TINN; all with p value = 0.001) and interaction between moments and protocol (RMSSD and SD1 - p value = 0.019). Ingestion of water only during exercise allowed acceleration in vagal reentry in the first 30 seconds of recovery in PH, while in CP occurred after the first minute. We also observed a better HR recovery at 1 minute in the PH recovery period as well as a significant reduction in PSE compared to the PC. During exercise the water intake did not influence the autonomic responses in relation to rest, besides the physiological one. **CONCLUSION:** In coronary artery disease patients, small fluid losses during exercise and recovery are able to influence autonomic modulation and water intake allows an early recovery of parasympathetic modulation and global variability. In addition, ingestion of water only during exercise accelerates vagal reentry and positively influences HRR and PSR in the immediate recovery period.

**Keywords:** cardiac rehabilitation; cardiovascular disease; autonomic nervous system; recovery; hydration

*Introdução*

---

## INTRODUÇÃO

A prática de exercícios físicos esta associada a inúmeros benefícios à saúde física e mental<sup>1</sup>, os quais podem ser observados em diversas populações<sup>2-5</sup> incluindo indivíduos portadores de doenças cardiovasculares (DCV)<sup>1,6</sup>.

Estudos apontam que para esses indivíduos a prática de exercícios físicos melhora, de forma segura, a capacidade aeróbia, a função cardiovascular e a qualidade de vida<sup>7,8</sup>, os níveis de aderência à terapêutica farmacológica<sup>9</sup>, auxilia no controle dos fatores de risco, contribui com a redução da mortalidade, melhora a sintomatologia das DCV<sup>10</sup>, reduz manifestações clínicas como infarto agudo do miocárdio, parada cardíaca ou morte súbita<sup>11</sup> e influencia favoravelmente o prognóstico cirúrgico<sup>12</sup>. Além disso, atividades físicas como as aeróbias, quando elaboradas corretamente, promovem benefícios hemodinâmicos como reduções da frequência cardíaca de repouso e da pressão arterial, aumento da aptidão cardiorrespiratória e melhor recuperação da frequência cardíaca<sup>13</sup>.

Alterações autonômicas positivas induzidas pelo exercício físico foram também relatadas na literatura em indivíduos com DCV<sup>14-17</sup>, aspectos importantes tendo em vista que a disfunção autonômica é conhecida por afetar negativamente o prognóstico clínico desses pacientes<sup>18,19</sup>.

Durante a realização de exercícios físicos ocorrem alterações cardiorrespiratórias e aumento da temperatura corporal que são necessárias para manter o funcionamento adequado do organismo<sup>20</sup>. A elevação da temperatura corporal leva à perda de líquidos por meio da evaporação pela sudorese, mecanismo primário de perda de calor a partir da superfície da pele<sup>20,21</sup>, o que é necessário para manter um bom esfriamento corporal durante o exercício<sup>20</sup>.

Contudo, a perda de líquidos pode levar à desidratação, definida como a contração do volume extracelular secundária às perdas hidroeletrólíticas, cuja gravidade irá depender da



magnitude do déficit em relação às reservas corpóreas e da relação entre o déficit de água e de eletrólitos, principalmente o sódio<sup>22</sup>.

A perda de líquidos por altas taxas de transpiração durante o exercício promove alterações na função cardiovascular. Durante o exercício submáximo a hipoidratação provoca aumento da frequência cardíaca e diminuição do volume sistólico, geralmente, o débito cardíaco não se altera<sup>23-25</sup>. A medida que o estresse térmico aumenta associada a hipoidratação, ocorre diminuição do débito cardíaco, uma vez que o aumento do ritmo cardíaco não é de magnitude suficiente para compensar a diminuição do volume sistólico<sup>26-28</sup>. Além disso, a hipoidratação associada ao exercício promove vasodilatação periférica, diminuição do retorno venoso e do volume de ejeção<sup>29,30</sup>, levando a redução da pressão arterial<sup>31</sup>. A desidratação ainda é responsável pela diminuição da capacidade de realização do trabalho<sup>20</sup>, redução na tolerância ao calor<sup>20,32</sup> e prejuízo das respostas termorreguladoras<sup>33</sup>.

Adicionalmente, a modulação autonômica também é prejudicada pela desidratação<sup>34</sup>. O estresse térmico, que é aumentado pelo exercício e pela hipoidratação, tem sido associado à diminuição da modulação cardíaca vagal<sup>35</sup> o que provavelmente contribui para a elevação da frequência cardíaca<sup>35</sup>. Moreno et al<sup>36</sup>, observaram que após um período de exercício aeróbico com intensidade moderada o estado hipoidratado reduziu a modulação autonômica global e elevou valores de frequência cardíaca.

De forma contrária a reposição de líquidos ameniza as alterações cardiovasculares<sup>37</sup> e autonômicas<sup>36,38,39</sup> provocadas pelo estresse térmico e promove recuperação mais rápida do organismo<sup>36</sup>. Estudos têm apontado que a hidratação durante o exercício seja com água ou soluções isotônicas, leva a um aumento do débito cardíaco e frequência cardíaca, mantém o volume de ejeção inalterado e promove recuperação mais rápida da frequência cardíaca e/ou da modulação autonômica quando voluntários saudáveis

são hidratados durante e após a realização de exercício aeróbico com intensidade moderada<sup>36,39</sup> ou após a realização de exercício resistido<sup>38</sup>.

Moreno et al<sup>36</sup> apontaram que a ingestão de água administrada em intervalos regulares de 15 minutos durante exercício aeróbico em esteira e na recuperação, produziu recuperação mais rápida da frequência cardíaca e da modulação autonômica cardíaca no período de pós-exercício. Viana et al<sup>39</sup> ao aplicarem um protocolo de 30 minutos de exercício em um cicloergômetro a 80% do limiar anaeróbio, verificaram maior atividade vagal cardíaca 30 minutos pós-exercício quando 500 ml de água foi ingerida em comparação com 50 ml de água, mas as respostas de frequência cardíaca não sofreram influência significativa. Resultados semelhantes também foram encontrados por Teixeira et al<sup>38</sup> após uma única sessão de exercício resistido de membros superiores, ou seja, a ingestão de água promoveu reativação cardíaca vagal 30 minutos pós-exercício.

A avaliação do comportamento autonômico torna-se fundamental pelo significativo papel que o mesmo desempenha sobre os mecanismos regulatórios fisiológicos e fisiopatológicos cardíacos quando a homeostasia é alterada, atuando na preservação das condições necessárias para que o indivíduo exerça, adequadamente, sua interação com o meio ambiente circundante<sup>40,41</sup>. Uma promissora ferramenta atualmente empregada para estudo da modulação autonômica cardíaca é a variabilidade da frequência cardíaca (VFC), a qual permite uma avaliação não invasiva e seletiva da função autonômica por meio da análise das séries temporais dos intervalos RR, cujas variações fornecem informações sobre o sistema nervoso autônomo (SNA) e seu controle sobre o coração<sup>42,43</sup>. Métodos lineares, analisados tanto no domínio da frequência (DF) quanto no domínio do tempo (DT), e não-lineares podem ser utilizados para avaliação da VFC<sup>44-46</sup>.

Como abordado anteriormente, a prática de exercícios físicos esta associada a diversos benefícios à saúde que são observados em diversas populações incluindo portadores

de DCV. Contudo o exercício físico prolongado produz dentre outros efeitos, a elevação da temperatura corporal e, conseqüentemente, aumento da taxa de transpiração que pode levar a perda de líquidos, a qual se não reposta adequadamente pode promover um estado de desidratação<sup>20</sup>. Essa consequência negativa decorrente do exercício e da hipoidratação causa prejuízos no sistema cardiovascular e no comportamento autonômico que podem comprometer a capacidade de recuperação e saúde cardiovascular.

No entanto, não é do nosso conhecimento estudos que tenham avaliado os efeitos decorrentes da perda hídrica associada a prática de exercícios físicos em portadores de DCV, como aqueles propostos nos programas de reabilitação cardiovascular, sobre o comportamento autonômico e do sistema cardiorrespiratório.

Esta lacuna foi observada em uma revisão sistemática elaborada para a construção desse projeto em que buscamos estudos que avaliaram a influência da hidratação sobre o comportamento autonômico. Nessa revisão foram observados apenas quatro estudos, sendo dois publicados pelo nosso grupo, que abordaram essa temática. Observamos que os estudos realizados utilizaram para análise indivíduos jovens saudáveis<sup>34,36,47</sup> ou atletas<sup>48</sup> e ainda que durante a desidratação houve redução da variabilidade da frequência cardíaca<sup>34,48</sup> e que a hidratação promoveu recuperação mais rápida dessa variável<sup>36,47</sup>.

Desta forma, tendo em vista a ausência de estudos que investigaram esses aspectos em indivíduos com doenças, como aqueles com DCV praticantes de programas de reabilitação cardiovascular, entende-se como pertinente investigar se essas alterações também se estendem a essa população, que já apresenta alteração autonômica<sup>18,19</sup>, o que pode auxiliar a profissionais da área da saúde a compreender se estes fatores podem prejudicar ainda mais a saúde cardiovascular desses indivíduos e possibilitar a implementação de estratégias capazes de amenizar esses fatores.

Sendo assim, tomados em conjunto esses dados apontam para algumas lacunas na literatura, ou seja, a realização de exercícios aeróbicos com intensidade moderada, como os propostos nos programas de reabilitação cardiovascular, por indivíduos com DCV promove perdas significativas de líquidos? Essa perda, se ocorrer, promove alterações nos sistemas autonômico e cardiorrespiratório de indivíduos que já apresentam disfunções autonômicas? A reposição de líquidos nessa população pode favorecer positivamente as respostas cardiorrespiratórias e autonômicas durante e após o programa de exercício? Se sim, quais parâmetros autonômicos podem ser utilizados para avaliar essas respostas durante a prática clínica? Além disso, a reposição hídrica apenas durante o exercício pode ser capaz de influenciar as respostas da frequência cardíaca de recuperação e no SNA no período imediato da recuperação? Se influenciar, quais as alterações que irão ocorrer? Essa reposição promoverá influências em percepções subjetivas de esforço, desconforto e recuperação nesses indivíduos? O desenho desse estudo foi realizado para responder a essas questões.

Informações dessa natureza são importantes para determinar se o exercício físico aeróbico de moderada intensidade promove perda de líquidos, se essa perda é capaz de influenciar nos parâmetros autonômicos de coronariopatas e ainda se a reposição hídrica em indivíduos com disfunção autonômica, também é um fator protetor do SNA, como observado em estudos com indivíduos saudáveis<sup>36,49,50</sup> Ainda, o desenho do estudo, poderá determinar se o protocolo proposto é capaz de influenciar variáveis autonômicas (VFC), cardiovascular (frequência cardíaca de recuperação) e percepções subjetivas (esforço, desconforto e recuperação) no período imediato de recuperação, assim como em indivíduos saudáveis<sup>51</sup>.

Se os resultados demonstrarem que esses indivíduos apresentam redução de líquidos corporais com impacto importante e desfavorável no comportamento autonômico e frequência cardíaca de recuperação e que a reposição de líquidos atenua esse impacto, possibilitaremos o início de um importante campo de estudo na prática clínica, uma vez que

para esses indivíduos, atividades como exercícios físicos inseridos dentro de um programa de reabilitação cardiovascular são amplamente indicadas<sup>7,8,10</sup>.

Além dos aspectos alhures descrito, estudar o período após o exercício é fundamental nessa população, pois esse período pode trazer alguns riscos ao organismo como um aumento súbito da frequência cardíaca causando arritmias cardíacas, uma diminuição ou uma elevação da pressão arterial além dos padrões considerados fisiológicos<sup>52</sup>, hiperventilação pulmonar tornando o pH do corpo mais alto (alcalose), a qual é causada por um aumento descontrolado da atuação do ramo simpático<sup>53</sup> e uma produção excessiva de metabólicos<sup>52</sup>. Se a reposição de líquidos provocar melhor recuperação da modulação autonômica e da frequência cardíaca de recuperação, isso pode ser importante para diminuição do risco após exercício, abrindo outro importante campo de estudo na prática clínica.

Hipotetizamos, que esses indivíduos serão beneficiados pela reposição de líquidos, melhorando a resposta autonômica, frequência cardíaca de recuperação e as percepções subjetivas de esforço, desconforto e recuperação durante o exercício e/ou recuperação.

*Objetivo*

---

## **OBJETIVO**

1) Desenvolver um protocolo de estratégia de hidratação durante e após a realização de uma sessão de reabilitação cardiovascular e investigar as repercussões na modulação autonômica cardíaca, por meio da variabilidade da frequência cardíaca (índices lineares e não lineares), parâmetros cardiorrespiratórios (frequência cardíaca, frequência respiratória, saturação parcial de oxigênio, pressão arterial sistólica, pressão arterial diastólica) e percepção subjetiva de esforço e desconforto de indivíduos com doença arterial coronariana.

2) Investigar a influência da ingestão hídrica realizada durante e após uma sessão de reabilitação cardiovascular de intensidade moderada nos índices lineares da variabilidade da frequência cardíaca de coronariopatas.

3) Investigar o comportamento autonômico no período de recuperação por meio de índices geométricos da variabilidade da frequência cardíaca em indivíduos com doença arterial coronariana submetidos a exercício aeróbico supervisionado associado a hidratação.

4) Investigar a influência da hidratação no comportamento autonômico de indivíduos com doença arterial coronariana, por meio da frequência cardíaca de recuperação e variabilidade da frequência cardíaca no período imediato de recuperação de uma sessão de reabilitação cardiovascular e sua influência na percepção subjetiva de esforço, desconforto e recuperação.

Para cumprir com os objetivos propostos foi realizado um estudo que proporcionou a elaboração de quatro manuscritos. A seguir esses manuscritos serão apresentados na íntegra, conforme as normas para apresentação da tese, as quais foram definidas pelo Conselho de Curso do Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia da FCT/UNESP.

*Conclusão*

---



## CONCLUSÃO

A partir dos achados, conclui-se que:

- I. O modelo proposto neste estudo promoveu perdas de líquidos que, ainda que pequenas, foram capazes de influenciar as respostas autonômicas em indivíduos coronariopatas submetidos a uma sessão de reabilitação cardiovascular.
- II. Hidratação durante e após o exercício foi capaz de influenciar a modulação autonômica de coronariopatas, acelerando a modulação parassimpática e aumentando a variabilidade global durante o período de recuperação, indicando recuperação mais rápida desse sistema.
- III. Ingestão de água durante o exercício permitiu acelerar a reentrada vagal e influenciou positivamente a frequência cardíaca de recuperação e a percepção subjetiva de esforço de coronariopatas no período imediato de recuperação.

*Referências*

---

## REFERÊNCIAS

1. Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, Franklin BA, Lamonte MJ, Lee IM, et al. American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2011;43(7):1334-59.
2. Biddle SJH, Asare M. Physical activity and mental health in children and adolescents: a review of reviews. *Br J Sports Med* 2011;45:886-95.
3. Garcia-Aymerich J, Lange P, Benet M, Schnohr P, Antó JM. Regular physical activity modifies smoking-related lung function decline and reduces risk of chronic obstructive pulmonary disease: a population-based cohort study. *Am J Respir Crit Care Med.* 2007;175(5):458-63.
4. Pollock KM. Exercise in treating depression: broadening the psychotherapist's role. *J Clin Psychol.* 2001;57(11):1289-300.
5. Wing RR, Hill JO. Successful weight loss maintenance. *Annu Rev Nutr.* 2001;21:323-41.
6. Mandic S, Stevens E, Hodge C, Brown C, Walker R, Body D, Barclay L, Nye ER, Williams MJ. Long-term effects of cardiac rehabilitation in elderly individuals with stable coronary artery disease. *Disabil Rehabil.* 2015:1-7.
7. Godoy, M. I Consenso Nacional de Reabilitação Cardiovascular. *Arq Bras Cardiol.* 1997; 69(4):267-91.
8. Meirelles LR, Pinto VM, Medeiros AS, Berry JRS, Magalhães CK. Efeito da Atividade Física Supervisionada após 6 Meses de Reabilitação Cardíaca: experiência inicial. *Rev SOCERJ.* 2006; 19(6):474-81.
9. Araújo CGS, Carvalho T, Castro CLB, Costa RV, Moraes RS, Filho JAO, et al. Normatização dos equipamentos e técnicas da Reabilitação Cardiovascular supervisionada. *Arq Bras Cardiol* 2004; 83(5):448-52.
10. Milani M, Kozuki RT, Crescêncio JC, Pada V, Santos MDB, Bertini CQ, et al. Efeito do treinamento físico aeróbico em Coronariopatas submetidos a um programa de reabilitação cardiovascular. *Medicina (Ribeirão Preto).* 2007;40(3):403-11.
11. Ramos JH. Estudo retrospectivo dos efeitos de um programa de reabilitação cardiovascular sobre componentes da aptidão física relacionada à saúde. [Tese de mestrado] Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina. 2003. 112p.
12. Nery RM, Barbisan JN, Mahmud MI. Influence of the practice physical activity in the coronary artery bypass graft surgery results. *Rev Bras Cir Cardiovasc.* 2007;22(3):297-302.
13. Ribeiro AG, Cotta RMM, Ribeiro SMR. A Promoção da Saúde e a Prevenção Integrada dos Fatores de Risco para Doenças Cardiovasculares. *Cien Saude Colet.* 2012; 17(1):7-17.
14. Guiraud T, Labrunee M, Gaucher-Cazalis K, Despas F, Meyer P, Bosquet L, et al. High-intensity interval exercise improves vagal tone and decreases arrhythmias in chronic heart failure. *Med Sci Sports Exerc.* 2013;45(10):1861-7.

15. Lucini D, Milani RV, Costantino G, Lavie CJ, Porta A, Pagani M. Effects of cardiac rehabilitation and exercise training on autonomic regulation in patients with coronary artery disease. *Am Heart J*. 2002;143(6):977-83.
16. Malfatto G, Branzi G, Riva B, Sala L, Leonetti G, Facchini M. Recovery of cardiac autonomic responsiveness with low-intensity physical training in patients with chronic heart failure. *Eur J Heart Fail*. 2002;4(2):159-66.
17. Laing ST, Gluckman TJ, Weinberg KM, Lahiri MK, Ng J, Goldberger JJ. Autonomic effects of exercise-based cardiac rehabilitation. *J Cardiopulm Rehabil Prev*. 2011;31(2):87-91.
18. La Rovere MT, Bigger JT Jr, Marcus FI, Mortara A, Schwartz PJ Baroreflex sensitivity and heart-rate variability in prediction of total cardiac mortality after myocardial infarction. ATRAMI (Autonomic Tone and Reflexes After Myocardial Infarction) Investigators. *Lancet*. 1998;351(9101):478-84.
19. Bigger JT Jr, Fleiss JL, Steinman RC, Rolnitzky LM, Kleiger RE, Rottman JN. Frequency domain measures of heart period variability and mortality after myocardial infarction. *Circulation*. 1992;85(1):164-71.
20. Foss ML, Keteyian SJ. *Bases Fisiológicas do Exercício e do Esporte*. 6ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2000. p. 464-77.
21. Kurz A. Physiology of thermoregulation. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol* 2008;22(4):627-44.
22. Volpe SL, Poule KA, Bland EG. Estimation of prepractice hydration status of National Collegiate Athletic Association Division I athletes. *J Athl Train* 2009;44(6):624-9.
23. Allen TE, Smith DP, Miller DK. Hemodynamic response to submaximal exercise after dehydration and rehydration in high school wrestlers. *Med Sci Sports*. 1977;9(3):159-63.
24. Saltin B. Circulatory response to submaximal and maximal exercise after thermal dehydration. *J Appl Physiol*. 1964;19:1125-32.
25. Sproles CB, Smith DP, Byrd RJ, Allen E. Circulatory responses to submaximal exercise after dehydration and rehydration. *J Sports Med Phys Fitness*. 1976;16(2):98-105.
26. Sawka MN, Knowlton RG, Critz JB. Thermal and circulatory responses to repeated bouts of prolonged running. *Med Sci Sports*. 1979;11(2):177-80.
27. González-Alonso J, Mora-Rodríguez R, Below PR, Coyle EF. Dehydration markedly impairs cardiovascular function in hyperthermic endurance athletes during exercise. *J Appl Physiol*. 1997;82(4):1229-36.
28. González-Alonso J, Calbet JA, Nielsen B. Muscle blood flow is reduced with dehydration during prolonged exercise in humans. *J Physiol*. 1998;513(3):895-905.
29. Sawka MN. Body fluid responses and hypohydration during exercise-heat stress. *Human Performance Physiology and Environmental Medicine at Terrestrial Extremes*. Benchmark, Indianapolis, IN. 1988,p:227-66.
30. Coyle E, Hamilton M. Fluid replacement during exercise: effects on physiological homeostasis and performance. *Perspectives in Exercise Science and Sports Medicine*. Fluid Homeostasis During Exercise. Benchmark, Indianapolis, IN. 1990,p:281-308.

31. Meir R, Brooks L, Shield T. Body weight and tympanic temperature change in professional rugby league players during night and day games: a study in the field. *J Strength Cond Res* 2003;17:566-72.
32. Simões MC. Formulação de um repositório hidroeletrólítico para o trabalho físico ostensivo de policiais militares, adaptado as variações climáticas de Florianópolis [tese]. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas; 2003. p 26-31.
33. Murray R. Rehydration strategies--balancing substrate, fluid, and electrolyte provision. *Int J Sports Med* 1998 Jun; 19(Supl 2):S133-5.
34. Carter III R, Chevront SN, Wray DW, Kolka MA, Stephenson LA, Sawka MN. The influence of hydration status on heart rate variability after exercise heart stress. *J Therm Biol* 2005;30:495-502.
35. Crandall CG, Zhang R, Levine BD. Effects of whole body heating on dynamic baroreflex regulation of heart rate in humans. *Am J Physiol Heart Circ Physiol* 2000;279(5):H2486-92.
36. Moreno IL, Pastre CM, Ferreira C, de Abreu LC, Valenti VE, Vanderlei LC. Effects of an isotonic beverage on autonomic regulation during and after exercise. *J Int Soc Sports Nutr.* 2013;10(1):2.
37. McDermott BP, Casa DJ, Lee EC, Yamamoto LM, Beasley KN, Emmanuel H, et al. The influence of rehydration mode after exercise dehydration on cardiovascular function. *J Strength Cond Res.* 2013;27(8):2086-95.
38. Teixeira AL, Ramos PS, Marins JB, Ricardo DR. The role of water intake on cardiac vagal reactivation after upper-body resistance exercise. *Int J Sports Med.* 2015;36(3):204-8.
39. Vianna LC, Oliveira RB, Silva BM, Ricardo DR, Araújo CG. Water intake accelerates post-exercise cardiac vagal reactivation in humans. *Eur J Appl Physiol* 2008;102(3):283-8.
40. Guyton AC, Hall JE. The autonomic nervous system and the adrenal medulla. In: *Textbook of Medical Physiology*. 11th ed. Philadelphia: WB Saunders Co; 2006. p.748-59.
41. Paschoal MA, Volanti VM, Pires CS, Fernandes FC. Variabilidade da frequência cardíaca em diferentes faixas etárias. *Rev Bras Fisioter* 2006 out/dez;10(4):413-9.
42. Júnior RF, Salgado HC. Estudo de variabilidade de parâmetros cardiovasculares como ferramenta para avaliação da modulação simpática cardiovascular. *Rev Bras Hipertens* 2005;12(4):242-4.
43. Task Force of the European Society of Cardiology of the North American Society of pacing electrophysiology. Heart rate variability standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. *Circulation* 1996;93:1043-65.
44. Acharya UR, Joseph KP, Kannathal N, Lim CM, Suri JS. Heart rate variability: a review. *Med Bio Eng Comput* 2006; 44(12):1031-51.
45. Aubert AE, Seps B, Beckers F. Heart rate variability in athletes. *Sports Med* 2003;33(12):889-919.
46. Pumpirla J, Howorka K, Groves D, Chester M, Nolan J. Functional assessment of heart rate variability: physiological basis and practical applications. *Int J Cardiol* 2002;84:1-14.

47. Vanderlei FM, Moreno IL, Vanderlei LC, Pastre CM, de Abreu LC, Ferreira C. Comparison of the effects of hydration with water or isotonic solution on the recovery of cardiac autonomic modulation. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2015;25(2):145-53. 48.
48. Castro-Sepulveda M, Cerda-Kohler H, Pérez-Luco C, Monsalves M, Andrade DC, Zbinden-Foncea H, et al. Hydration status after exercise affect resting metabolic rate and heart rate variability. *Nutr Hosp.* 2014;31(3):1273-7.
49. Gonzalez-Alonso J, Mora-Rodriguez R, Below PR, Coyle EF. Dehydration reduces cardiac output and increases systemic and cutaneous vascular resistance during exercise. *J. AppZ. Physiol* 1995;79(5):1487-96.
50. Hamilton MT, González-Alonso J, Montain SJ, Coyle EF. Fluid replacement and glucose infusion during exercise prevent cardiovascular drift. *J Appl Physiol* 1991; 71(3):871-7.
51. Peçanha T, Paula-Ribeiro M, Campana-Rezende E, Bartels R. water intake accelerates parasympathetic reactivation after high-intensity exercise. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2014;24(5):489-96.
52. Brum PC, Forjaz CLM, Tinucci T, Negrão CE. Adaptações agudas e crônicas do exercício físico no sistema cardiovascular. *Rev. Paul. Educ. Fís.* 2004;18:21-31.
53. Guyton A, & Hall, J. (2006). *Tratado de Fisiologia Médica* (11ª ed.). Brasil: Elsevier Medicina.