



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"  
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS – RIO CLARO



**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO  
HUMANO E TECNOLOGIAS**

**TATIANE CRISTINA DE ALMEIDA**

**EFEITOS DA ELETROESTIMULAÇÃO E DA MOBILIZAÇÃO PRECOCE NO  
CONTROLE AUTONÔMICO CARDÍACO DE PACIENTES SUBMETIDOS À  
CIRURGIA CARDÍACA**

RIO CLARO  
ABRIL/2017



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"  
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS – RIO CLARO



**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO  
HUMANO E TECNOLOGIAS**

**TATIANE CRISTINA DE ALMEIDA**

**EFEITOS DA ELETROESTIMULAÇÃO E DA MOBILIZAÇÃO PRECOCE NO  
CONTROLE AUTONÔMICO CARDÍACO DE PACIENTES SUBMETIDOS À  
CIRURGIA CARDÍACA**

Dissertação apresentada ao Instituto de Biociências do Campus de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Humano e Tecnologias.

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Ricardo Pepe Ambrozini

RIO CLARO - SP  
ABRIL/2017

574.1 Almeida, Tatiane Cristina de  
A447e Efeitos da eletroestimulação e da mobilização precoce no controle autonômico cardíaco de pacientes submetidos à cirurgia cardíaca / Tatiane Cristina de Almeida. - Rio Claro, 2017  
34 f. : il., figs., tabs.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Rio Claro  
Orientador: Alexandre Ricardo Pepe Ambrozini

1. Fisiologia. 2. Variabilidade da frequência cardíaca. 3. Sistema nervoso autônomo. 4. Frequência cardíaca. 5. Eletroestimulação nervosa transcutânea. I. Título.

Ficha Catalográfica elaborada pela STATI - Biblioteca da UNESP  
Campus de Rio Claro/SP

**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

**TÍTULO DA DISSERTAÇÃO:** Efeitos da eletroestimulação e da mobilização precoce no controle autonômico cardíaco de pacientes submetidos à cirurgia cardíaca

**AUTORA:** TATIANE CRISTINA DE ALMEIDA

**ORIENTADOR:** ALEXANDRE RICARDO PEPE AMBROZIN

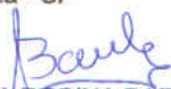
Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em DESENVOLVIMENTO HUMANO E TECNOLOGIAS, área: TECNOLOGIAS NAS DINÂMICAS CORPORAIS pela Comissão Examinadora:



Prof. Dr. ALEXANDRE RICARDO PEPE AMBROZIN  
Departamento de Fisioterapia e Terapia Ocupacional / Faculdade de Filosofia e Ciências de Marília - SP



Prof. Dr. VITOR ENGRÁCIA VALENTI  
Departamento de Fonoaudiologia e Programa de Pós-Graduação em Fonoaudiologia / Faculdade de Filosofia e Ciências de Marília - SP



Profa. Dra. SILVIA REGINA BARRILE  
Centro de Ciências Biológicas e Profissões da Saúde - Curso de Fisioterapia / Universidade do Sagrado Coração - USC - Bauru/SP

Rio Claro, 28 de abril de 2017

**TATIANE CRISTINA DE ALMEIDA**

**EFEITOS DA ELETROESTIMULAÇÃO E DA MOBILIZAÇÃO PRECOCE NO  
CONTROLE AUTONÔMICO CARDÍACO DE PACIENTES SUBMETIDOS À  
CIRURGIA CARDÍACA**

Comissão examinadora:

---

Prof. Dr. Alexandre Ricardo Pepe Ambrozini

---

---

RIO CLARO - SP  
ABRIL/2017



## RESUMO

**Introdução:** Disfunções cardiovasculares e alterações do sistema nervoso autônomo são comuns no pós-operatório imediato de cirurgia cardiovascular. A estimulação elétrica nervosa transcutânea (TENS) e a mobilização precoce podem levar a alterações na variabilidade da frequência cardíaca (VFC) que avalia a resposta autonômica cardíaca. O objetivo desse estudo foi avaliar os efeitos da eletroestimulação e da mobilização precoce no sistema cardiovascular e na modulação autonômica de paciente no pós-operatório imediato de cirurgia cardíaca.

**Métodos:** Foram avaliados 17 pacientes no pós-operatório imediato de cirurgia cardíaca, divididos em grupo mobilização precoce (GM) recebendo exercícios de membros superiores e inferiores, e grupo eletroestimulação (GE) com aplicação do TENS em região do gânglio cervico-torácico. A VFC foi obtida nos momentos pré-operatórios (M1), pré-intervenção (M2) e pós-intervenção (M3). No domínio do tempo foram analisados os seguintes índices: frequência cardíaca, SDNN (desvio padrão de todos os intervalos R-R normais gravados em um intervalo de tempo), RMSSD (raiz quadrada da média da soma do quadrado das diferenças entre intervalos R-R normais adjacentes, em um intervalo de tempo), pNN50 (porcentagem dos intervalos R-R adjacentes com diferenças de duração maior que 50 ms), interpolação triangular dos intervalos RR e índice triangular dos intervalos RR, já no domínio da frequência os seguintes índices: LF (alta frequência) e HF (baixa frequência) em milissegundos e unidade normalizada, e relação LF/HF. As variáveis de interesse passaram pelo teste de normalidade Shapiro Wilk, já os três momentos do estudo foram comparados por meio do Teste de ANOVA ou teste de Kruskal-Wallis com pos-teste Tukey. Considerado  $p < 0,05$ . **Resultados:** Quanto à pressão arterial, só houve diferença significativa na pressão arterial diastólica quando comparado os momentos M1 com M2 e M1 com M3 no GM. Nos domínio do tempo o GM apresentou diferença significativa entre M1 e M2 nos índices FC, SDNN, RMSSD, TINN e RR TI e entre M1 e M3 nos índices FC, SDNN, RMSSD, TINN e RR TI; no índice pNN50 houve diferença significativa somente entre M1 e M3. Houve diferença significativamente estatística no GE entre M1 e M2 no índice RR TI e entre M1 e M3 nos índices SDNN, TINN e RR TI. No domínio da frequência no grupo GM houve diferença significativamente estatística nos índices LF ( $ms^2$ ) e HF ( $ms^2$ ) entre os momentos M1 e M2 e entre M1 e M3. **Conclusão:** As intervenções são seguras e não levaram a sobrecarga pressórica. Ocorreu aumento da modulação simpática e redução vagal, como esperado no pós-cirúrgico, não ocorrendo alterações significativas do componente vagal pós intervenção.

**Palavras-chave:** Eletroestimulação nervosa transcutânea; Mobilização precoce; Cirurgia Cardíaca; Sistema nervoso autônomo; Frequência cardíaca.

## ABSTRACT

**Introduction:** Cardiovascular dysfunction and alterations in the autonomic nervous system are common in the immediate postoperative period of cardiovascular surgery. Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation (TENS) and early mobilization can lead to changes in the heart rate variability (HRV) that evaluate the autonomic cardiac response. The objective of this study was to evaluate the effects of electrostimulation and early mobilization in the cardiovascular system and in the autonomic modulation of patients in the immediate postoperative period of cardiac surgery. **Methods:** 17 patients in the immediate postoperative period of cardiac surgery were evaluated, divided into an early mobilization group (MG) receiving exercises of upper and lower body members, and an electrostimulation group (EG) with the application of TENS in the region of the cervicothoracic ganglion. The HRV was measured at postoperative (M1), pre-intervention (M2) and post-intervention (M3) moments. In the time domain, the following parameters were analyzed: heart rate, SDNN (standard deviation of all regular R-R intervals recorded in a time interval), RMSSD (square root of the average of the sum of the squares of the differences between regular R-R adjacent intervals, in a time interval), pNN50 (percentage of the R-R adjacent intervals with differences of duration higher than 50 ms), triangular interpolation of the R-R intervals and the triangular index of the R-R intervals. In the rate domain, the following parameters were analyzed: LF (low frequency) and HF (high frequency) in milliseconds and normalized unit, and the relation LF/HF. The variables of interest passed the Shapiro-Wilk's test for normality. The three moments of the study were compared by ANOVA test or Kruskal-Wallis test with Tukey's post-test. Considered  $p < 0,05$ . **Results:** In terms of blood pressure, there was only a significant difference in the diastolic blood pressure when compared to the moments M1 with M2 and M1 with M3 in the MG. In the time domain, the MG presented significant differences between M1 and M2 in the rates HR, SDNN, RMSSD, TINN and RR TI and between M1 and M3 in the rates HR, SDNN, RMSSD, TINN and RR TI; in the rate pNN50 there was only a significant difference between M1 and M3. There was a significant statistical difference in EG between M1 and M2 in the rate RR TI and between M1 and M3 in the rates SDNN, TINN and RR TI. In the frequency domain, in the group MG there was a significant statistical difference in the rates LF ( $\text{ms}^2$ ) and HF ( $\text{ms}^2$ ) between the moments M1 and M2 and between M1 and M3. **Conclusion:** The interventions are secure and didn't lead to pressure overload. There was an increase in sympathetic modulation and a vagal reduction, as expected in post-surgery, with no significant alterations of the vagal component after intervention.

**Key Words:** Transcutaneous electrical nerve stimulation; early mobilization; cardiac surgery; autonomic nervous system; heart rate.

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	5
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	7
2.1 Sistema nervoso autônomo .....	7
2.2 Sistema cardiovascular .....	8
2.3 Variabilidade da frequência cardíaca .....	8
2.4 Eletroestimulação no pós-operatório de cirurgia cardíaca .....	11
2.5 Mobilização precoce no pós-operatório de cirurgia cardíaca .....	11
3 OBJETIVO .....	12
4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS .....	12
4.1 Amostra .....	13
4.2 Critérios de não inclusão e exclusão .....	14
4.3 Local da pesquisa e aspectos éticos .....	14
4.4 Procedimentos do estudo .....	14
4.5 Momento 1 .....	15
4.6 Momento 2 .....	15
4.7 Intervenção .....	16
4.8 Momento 3 .....	17
4.9 Dados da variabilidade da frequência cardíaca .....	17
4.10 Análise estatística .....	18
5 RESULTADOS .....	18
6 DISCUSSÃO .....	22
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	26
REFERENCIAS .....	26
ANEXOS .....	30
Anexo 1 .....	30
Anexo 2 .....	32



## 1. INTRODUÇÃO

O sistema cardiovascular é controlado, em parte, pelo sistema nervoso autônomo (SNA), que fornece nervos eferentes ao coração, por meio das terminações simpáticas para todo o miocárdio e terminações parassimpáticas especialmente para o nódulo sinusal e atrioventricular (AUBERT; SEPS; BECKERS, 2003).

Segundo Paschoal, Petrelluzzi e Gonçalves (2002) o controle da frequência cardíaca (FC) depende das influências do SNA sobre o coração. Para tanto, o SNA utiliza informações advindas dos baro e quimioceptores atriais e ventriculares, de modificações do sistema respiratório, do sistema vasomotor, do sistema renina-angiotensina-aldosterona e do sistema termorregulador.

A duração do ciclo cardíaco é medida pelo tempo transcorrido entre duas ondas R consecutivas do eletrocardiograma, chamados de intervalo R-R. Entre cada intervalo R-R ocorrem variações, e isso é denominada de variabilidade da frequência cardíaca (VFC) ou variabilidade do intervalo R-R (CAMBRI et al., 2008), que pode ser utilizada como meio não-invasivo de avaliação do controle neural do coração (ALONSO et al., 1998).

A VFC sofre alterações em algumas situações. Sabe-se que disfunções cardiovasculares são comuns no período pós-operatório imediato de cirurgia cardíaca, ocorre depressão da modulação cardíaca autonômica, com redução da regulação vagal e aumento da atividade cardíaca adrenérgica. Estas alterações duram até seis dias após a cirurgia restabelecendo progressivamente entre 30 e 60 dias após (BARBOSA et al., 2010).

Em pacientes submetidos à cirurgia cardíaca a eletroestimulação tem além de efeitos analgésicos, melhora na circulação, melhora na oxigenação e redução da demanda de oxigênio. A aplicação desta corrente na região do gânglio cervico torácico pode influenciar a perfusão vascular periférica e o principal mecanismo é a vasodilatação na região de extremidades dos membros superiores. (VIEIRA et al., 2012; BAKER et al., 2007). A TENS está relacionado a efeito anti-isquêmico do miocárdio com consequente diminuição da pós-carga, refletido por queda na pressão sistólica resultando da redução nas concentrações arteriais de adrenalina e noradrenalina levando a redução dos reflexos cardiovasculares autônomos que envolvem o sistema nervoso simpático (SANDERSON et al., 1995).

Nesta mesma população, a reabilitação iniciada na fase hospitalar com exercícios físicos de baixa intensidade mostrou-se seguro e tem proporcionado impacto positivo no condicionamento cardiorrespiratório, recuperando disfunções decorrentes do imobilismo, aumento dos índices parassimpáticos da VFC e melhora da capacidade funcional na alta hospitalar (KIRKEBY-GARSTAD et al., 2004; HISS et al., 2012).

Pouco se sabe a respeito das respostas agudas aos exercícios realizados de forma precoce na modulação autonômica e na função cardiovascular no pós-operatório de cirurgia cardíaca. A eletroestimulação e mobilização precoce são técnicas bastante utilizadas em Unidades de Terapia Intensiva, porém em unidades coronarianas no pós-operatório imediato de cirurgia cardíaca o principal objetivo é a retirada rápida da ventilação mecânica. Sabe-se que a mobilização precoce nessa população é segura e que a aplicação do TENS proporciona alteração na modulação simpática (BARBOSA et al. 2010; VIEIRA et al., 2012).

Assim acredita-se que a eletroestimulação e mobilização precoce quando aplicadas nos pós-operatório imediato de cirurgia cardíaca proporcionam melhora hemodinâmica e na variabilidade da frequência cardíaca.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 Sistema nervoso autônomo**

O SNA desempenha importante papel na regulação do organismo humano em condições normais e patológicas, é o principal controlador da FC e está dividido morfológicamente em sistema nervoso simpático e parassimpático e o sistema nervoso entérico (GRUPI et al.,1994; VANDERLEI et al., 2009 ).

O SNA parassimpático, representado pelo nervo vago, inerva o nodo sinoatrial, nodo atrioventricular e o miocárdio atrial, sendo a acetilcolina seu neurotransmissor. Quando estimulados os nervos parassimpáticos levam a diminuição da frequência cardíaca, força de contração atrial, na velocidade de condução dos impulsos através do nódulo atrioventricular (AV), retardo entre a contração atrial e a ventricular e diminuição do fluxo sanguíneo coronário (ROBERTS, 2009).

O SNA simpático inerva todas as regiões do coração, ou seja, nodo sinoatrial, nodo atrioventricular e todo o miocárdio (átrios e ventrículos) e o seu principal neurotransmissor é a noradrenalina. Os nervos simpáticos quando estimulados desencadeiam aumento da frequência cardíaca, da força de contração e do fluxo sanguíneo coronário (ROBERTS, 2009).

## **2.2 Sistema cardiovascular**

O sistema cardiovascular sofre influência tônica e reflexa das terminações simpáticas e parassimpáticas do SNA, uma vez que, a modulação autonômica, modifica o débito cardíaco por aumento na força e frequência de contração do miocárdio. Os efeitos na circulação é aumentar o estado contrátil do músculo liso vascular e, assim, a resistência vascular periférica. As respostas reflexas simpáticas e parassimpáticas contribuem para a estabilização e manutenção da pressão arterial sistêmica durante diferentes situações fisiológicas (ANGELIS; SANTOS; IRIGOYEN, 2004).

A modulação na FC é feita pelo equilíbrio entre o tônus simpático e o parassimpático, predominando o parassimpático quando em repouso. A VFC é uma medida simples e não invasiva dos impulsos autonômicos, representando um dos mais promissores marcadores quantitativos do balanço autonômico cardíaco (CAMBRI et al., 2008; MIKAHIL et al., 1998).

## **2.3 Variabilidade da frequência cardíaca**

O ciclo cardíaco é medido por uma onda R e outra consecutiva no eletrocardiograma e as oscilações na frequência cardíaca que ocorre nesse intervalo entre uma onda R e outra são denominadas variabilidade da frequência cardíaca (ROQUE, 2009).

As variações dos intervalos R-R podem ser utilizadas para a análise de índices no domínio do tempo, no domínio da frequência e por métodos não lineares. Para a análise no domínio do tempo, os índices obtidos utilizam o tempo como variável em milissegundos (ms) e são aplicados procedimentos estatísticos ou geométricos sobre sucessivos intervalos R-R normais que analisam a VFC. Assim, calculam-se os índices

tradutores de flutuações autonômicas na duração dos ciclos cardíacos (LOPES et al., 2013).

Na VFC os índices mais utilizados nesse tipo de análise são:

- SDNN: desvio padrão de todos os intervalos R-R normais gravados em um intervalo de tempo, expressos em ms;
- SDANN: desvio padrão das médias dos intervalos R-R normais, a cada cinco minutos, em um intervalo de tempo expresso em ms;
- RMSSD: raiz quadrada da média da soma do quadrado das diferenças entre intervalos R-R normais adjacentes, em um intervalo de tempo expresso em ms;
- pNN50: porcentagem dos intervalos R-R adjacentes com diferenças de duração maior que 50 ms.

Os índices SDNN e SDANN representam a modulação simpática e parassimpática na VFC obtidas em registros de longa duração, porém não permitem identificar se as alterações são decorrentes do aumento do tônus simpático ou da retirada vagal. Os índices RMSSD e pNN50 representam a atividade parassimpática e podem ser analisados em coletas de curta duração (VANDERLEI et al., 2009).

Os métodos geométricos que possibilitam a análise no domínio do tempo são o índice triangular e a plotagem de Lorenz (ou Plot de Poincaré) que oferecem informações quanto ao desvio padrão da variabilidade instantânea batimento a batimento (*SD1*) e quanto ao desvio-padrão a longo prazo de intervalos R-R contínuos (*SD2*) (BRUNETTO et al., 2005).

A análise no domínio da frequência consiste em decompor a VFC em seus componentes oscilatórios fundamentais, definindo-os pela sua frequência e amplitude. Os principais componentes desta análise são o componente de alta frequência (*High Frequency - HF*) com variação de 0,15 a 0,4 Hz, indicando atuação do nervo vago. O componente de baixa frequência (*Low Frequency - LF*) com variação entre 0,04 e 0,15 Hz, decorrente da ação conjunta da modulação vagal e simpática, com predomínio do simpático. E os componentes de muito baixa frequência (*Very Low Frequency*), com variação entre 0,003 a 0,04 Hz, e ultrabaixa frequência (*Ultra Low Frequency*), com variação menor 0,003 HZ, cuja explicação fisiológica não está bem esclarecida. A relação *LF/HF* caracteriza o balanço simpato-vagal cardíaco (VANDERLEI et al., 2009).

A VFC pode ser utilizada para avaliar a modulação do SNA sob condições fisiológicas, tais como em situações de vigília e sono, em diferentes posições do corpo, treinamento físico e também em condições patológicas. Alterações nos padrões da VFC são indicadores sensíveis e antecipados de comprometimentos na saúde. Aumento na variabilidade da frequência cardíaca indica boa adaptação, com mecanismos autonômicos eficientes, enquanto que, baixa variabilidade indica adaptação anormal e insuficiente do SNA (VANDERLEI et al., 2009).

A diminuição na VFC constitui importante fator prognóstico para o aparecimento de eventos cardíacos em indivíduos aparentemente saudáveis, em cardiopata, portadores de hipertensão arterial sistêmica, diabetes tipo II e obesos. Nestes casos, há indícios de que essa redução esteja relacionada a aumento da atividade simpática ou a diminuição da atividade vagal (SÁ et al., 2013).

## **2.4 Eletroestimulação no pós-operatório de cirurgia cardíaca**

O principal objetivo da estimulação elétrica nervosa transcutânea (TENS) é o controle da dor. O TENS é uma corrente de baixa frequência, despolarizada e geradora de estímulos sobre o sistema corporal capaz de gerar modulações neurais (GUGLIELMIN, 2013). Acredita-se que o uso do TENS de baixas frequências provoca diminuição dos níveis de adrenalina e noradrenalina, causando impacto favorável sobre o SNA simpático devido seus efeitos sobre o reflexo pressórico durante exercícios estáticos (VIEIRA et al., 2012).

Estudos com aplicação do TENS em regiões da coluna vertebral, com o objetivo de estimular o gânglio cervico-torácico (gânglio simpático - C7-T4) mostraram que este estímulo produz efeito anti-ischêmico, redução na demanda de oxigênio pelo miocárdio e redução na pressão arterial sistólica. Há hipóteses que essa resposta tem sido associada à redução da ativação do SNA simpático baseado na observação de redução nos níveis de adrenalina e noradrenalina (VIEIRA et al., 2012; SILVA, 2012).

Tem-se investigado a modulação neural que o TENS proporciona em situações distintas de dor de pacientes isquêmicos após cirurgia cardíaca e nesse sentido seu uso tem se mostrado eficaz, uma vez que essa intervenção pode aumentar o aporte de oxigênio no miocárdio diminuindo a isquemia, além de aumentar o fluxo coronariano, periférico e local (GUGLIELMIN, 2013).

## **2.5 Mobilização precoce no pós-operatório de cirurgia cardíaca**

Mobilização se refere a uma atividade física suficiente para provocar melhora do transporte de oxigênio, ampliar os volumes pulmonares, reduzir o trabalho respiratório e cardíaco e aumentar o clearance mucociliar. Sabe-se que repouso prolongado no leito

causa diminuição da capacidade funcional, do tônus muscular, da volemia, inadaptabilidade às mudanças posturais (hipotensão postural), alteração das respostas da FC aos esforços, da pressão arterial e da ansiedade (HISS et al., 2012).

As respostas cardiovasculares ao exercício são de grande importância para manutenção das necessidades metabólicas periféricas. Porém essas respostas no pós-operatório de cirurgia cardíaca podem estar alteradas por depressão da regulação autonômica e/ou por disfunção miocárdica (CAMBRI et al., 2008).

A mobilização precoce refere-se às atividades que começam imediatamente após a estabilização das alterações fisiológicas importantes, e não apenas após a liberação da ventilação mecânica ou alta da unidade de terapia intensiva. Em longo prazo os efeitos desses exercícios em pacientes cardiopatas incluem redução do consumo de oxigênio miocárdico, redução da FC e da pressão arterial sistólica, tolerância ao esforço, desenvolvimento da sensibilidade barorreflexa e VFC, sendo esse último achado ainda pouco evidente na literatura (KILLEWICH, 2006).

### **3. OBJETIVO**

O objetivo desse estudo é avaliar os efeitos da eletroestimulação e da mobilização precoce no sistema cardiovascular e na modulação autonômica de paciente no pós-operatório imediato de cirurgia cardíaca.

### **4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

O estudo se trata de um ensaio clínico randomizado com amostragem por conveniência.



## 4.1 Amostra

Estudados 29 pacientes maiores de 18 anos, submetidos à cirurgia cardíaca (revascularização miocárdio, troca valva mitral e troca valva aórtica) e com necessidade de ventilação mecânica no pós-operatório imediato. Dos 29 pacientes estudados, 12 foram excluídos no pós-operatório imediato, os quais oito apresentaram arritmia, dois parada cardiorrespiratória e dois por necessitar de marca-passo. Os pacientes foram divididos em dois grupos por aleatorização simples: grupo mobilização precoce (GM) e grupo eletroestimulação (GE).

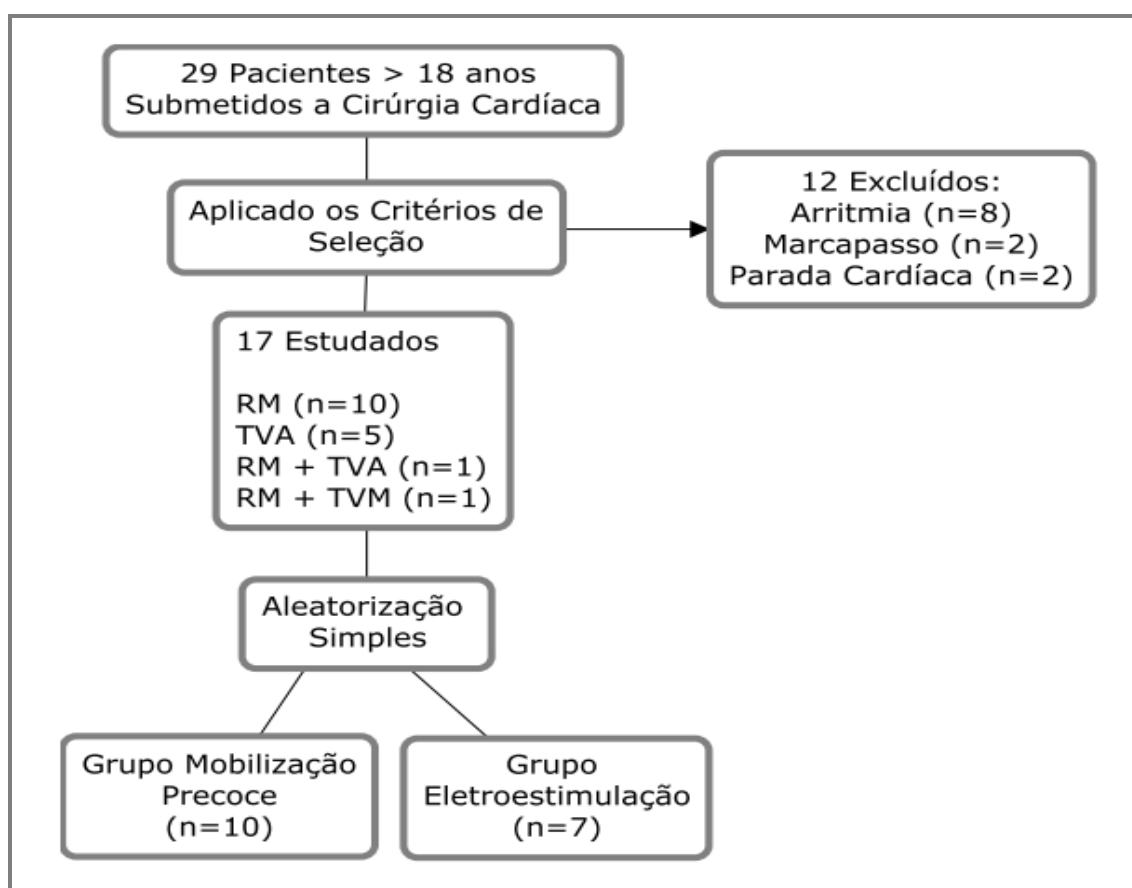


Figura 1: Fluxograma representativo da amostra. RM = revascularização do miocárdio; TVA = troca válvula aórtica; TVM= troca válvula mitral.

## **4.2 Critérios de não inclusão e exclusão**

Não foram incluídos na amostra pacientes que apresentavam arritmia aguda ou crônica no pré-operatório; uso de marca-passo; frequência cardíaca acima de 100 bpm; pressão arterial sistólica (PAS) acima de 180 mmHg ou abaixo de 90 mmHg.

Determinado como critério de exclusão pacientes que apresentaram complicações intra-operatórias; necessidade de marca-passo; frequência respiratória acima de 35 respirações por minuto; saturação periférica de oxigênio abaixo de 90%; pressão arterial sistólica (PAS) acima de 180 mmHg ou abaixo de 90 mmHg antes do início do protocolo na Unidade de terapia intensiva (UTI).

## **4.3 Local da pesquisa e aspectos éticos**

A pesquisa foi realizada no serviço de Cirurgia Cardíaca da Santa Casa de Marília. Para tanto, o projeto foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) envolvendo seres humanos sob o parecer 957.947(Anexo 1). Todos os voluntários foram informados sobre os procedimentos experimentais, esclarecido também quanto ao sigilo das informações e das suas identidades. Após lido e concordado, assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido de acordo com a resolução 466/2012 (Anexo 2).

## **4.4 Procedimentos do estudo**

O estudo consistiu em três momentos de avaliação da VFC aqui denominados de M1, M2 e M3 e um momento de intervenção. O momento intervenção consistiu em mobilização precoce ou eletroestimulação.

#### **4.5 Momento 1**

O M1 foi realizado um dia antes do procedimento cirúrgico no período noturno com os pacientes internados na enfermaria, ambiente devidamente climatizado e silencioso. Os dados pessoais, doenças associadas e história clínica do paciente foi obtida por meio de informações contidas no prontuário, assim como os sinais vitais.

Para avaliação da VFC o paciente foi posicionado em decúbito dorsal, orientado a manter silêncio e não se mexer. A FC e os intervalos R-R instantâneos foram gravados utilizando-se um monitor/receptor Polar (RS800CX), durante 10 minutos.

Nos pacientes grupo eletroestimulação foi aplicado o TENS para determinação do limiar de dor.

#### **4.6 Momento 2**

Este é o momento pré aplicação do protocolo, foi realizado uma hora após a chegada do paciente na unidade de terapia intensiva, no período da tarde.

Os pacientes nesse momento não faziam uso de sedativos, porém estavam sob efeito anestésico, e para avaliação do nível de sedação foi utilizada a escala de Ramsey (MENDES et al., 2008).

Novamente coletados os dados da VFC por 10 minutos, além do registro da pressão arterial invasiva utilizando o monitor cardíaco Dixtal DX 2023.

#### 4.7 Intervenção

A mobilização precoce (MP) consistiu em exercícios de mobilização articular passiva para membros superiores (MMSS) e inferiores (MMII). Para MMSS foram realizados movimentos combinados de pronação de antebraço, flexão de cotovelo, adução horizontal e flexão de ombro partindo da posição ortostática anatômica de ombro, cotovelo e mão por cinco minutos em um dos membros e após intervalo de dois minutos, foi realizado o mesmo movimento no membro contralateral por mais cinco minutos. Para MMII foram realizados tríplex flexão de joelho, tornozelo e de quadril, em cada um dos membros inferiores partindo da posição ortostática anatômica de quadril, joelho e tornozelo durante cinco minutos em cada um dos membros com intervalo de dois minutos entre eles. Quando o paciente apresentava alguma impossibilidade como o uso de cateter ou balão intra-aórtico femoral em um dos membros, o protocolo foi realizado duas vezes no membro contralateral (BARBOSA et al., 2010).

No grupo eletroestimulação, o TENS (FES-TENS; Marca: HTM; Modelo: CLÍNICO 4 canais) foi aplicado utilizando fluxo contínuo de pulsos bifásicos, simétricos e retangulares por 30 minutos, com frequência de 80Hz, para causar parestesia, porém sem causar dor ou contração muscular, duração de pulso de 150 $\mu$ s, com a intensidade em mA ajustada até o limiar de dor de cada paciente conferida previamente. Os eletrodos foram posicionados bilateralmente, cerca de 3 cm à esquerda e à direita dos processos vertebrais em C7 e T4, com dois canais, com o fluxo da corrente na horizontal (VIEIRA et al., 2012).

### **4.8 Momento 3**

O momento três foi o momento pós aplicação do protocolo, em que coletou-se novamente a VFC por 10 minutos, além do registro da pressão arterial invasiva por meio do monitor Dixtal DX 2023.

### **4.9 Dados da variabilidade da frequência cardíaca**

A FC e os intervalos R-R instantâneos foram gravados utilizando-se um sistema digital de telemetria validado previamente (LOIMAALA et al., 1999; GAMELIN, BERTHOIN, BOSQUET, 2006), que consiste de um transmissor posicionado na altura do processo xifóide e um monitor/receptor (Polar RS800CX, Polar ElectroOy, Kempele, Finland). O sistema detecta a despolarização ventricular, que corresponde à onda R do eletrocardiograma, com frequência amostral de 500 Hz e resolução temporal de um milissegundo (RUHA et al., 1997). Os dados captados foram transmitidos do Polar ao computador, utilizando-se uma interface infravermelha. As análises foram feitas utilizando-se o Software Kubios HRV sendo selecionado o trecho mais estável para a análise, sempre considerando 256 pontos.

Para análise no domínio do tempo foram calculados os índices: SDNN, RMSSD, pNN50, índice triangular dos intervalos R-R (RR TI) e interpolação triangular dos intervalos R-R (TINN). Para análise no domínio da frequência, o espectro foi composto nas bandas de alta frequência (HF), baixa frequência (LF) e razão LF/HF.

#### 4.10 Análise estatística

Para caracterização da amostra os dados são apresentados em média e desvio padrão ou frequência absoluta e percentual. As variáveis de interesse passaram pelo teste de normalidade Shapiro Wilk, e dependendo desta foram apresentadas em média e desvio padrão ou mediana [quartil 25% - 75%]. Os três momentos do estudo foram comparados por meio do Teste de ANOVA para dados paramétricos ou teste de Kruskal-Wallis para dados não paramétrico com pós-teste de Tukey, utilizando programa estatístico Sigma Start 3.5. Foi considerado 5% para nível de significância. Para interpretar o tamanho de efeito da amostra foi utilizado o cálculo de tamanho de efeito (*d*) seguindo a referência específica para VFC de Quintana, 2017, no qual o tamanho de efeito pequeno, médio e grande foi considerado os seguintes valores respectivamente 0,25, 0,5 e 0,9.

### 5. RESULTADOS

A tabela 1 apresenta as medidas antropométricas, fatores de risco e uso de betabloqueador no pré-operatório dos GM e GE. Os grupos apresentaram homogeneidade quanto as variáveis antropométricas e fatores de risco, tendo como predomínio em ambos os grupos a hipertensão arterial sistêmica como o fator de risco mais relevante.

**Tabela 1.** Caracterização e fatores de riscos dos grupos estudados em média e desvio padrão e valores absolutos e porcentagem

<b>Variáveis</b>	<b>GM (n = 10)</b>	<b>GE (n = 7)</b>	<b>p</b>
Idade (anos)	59,8±12,59	62,8±6,9	0,57
Massa corporal (kg)	75,9±11,6	78,0±15,7	0,49
Estatura(m)	1,6±0,19	1,6±0,07	0,36
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	27,5±5,78	29,7±7,5	0,50
<b>Fatores de risco</b>			
HAS	8 (80%)	5 (71,4%)	0,74
Diabetes Melitus	2 (20%)	1 (14,2%)	
DPOC	1 (10%)	-	
<b>Uso de Beta-bloqueador</b>			
Sim	2 (20%)	3 (42,85%)	0,026
Não	8 (80%)	4 (57,14%)	

kg = quilogramas; m = metros; GM = grupo mobilização; GE= grupo eletroestimulação; IMC = índice de massa corporal; HAS = hipertensão arterial sistêmica; DPOC = doença pulmonar obstrutiva crônica.

Os tipos de procedimentos cirúrgicos realizados na amostra estão apresentados na tabela 2, tendo como predominância em ambos os grupos a revascularização do miocárdio.

**Tabela 2.** Procedimentos cirúrgicos

	<b>GM n (%)</b>	<b>GE n (%)</b>	<b>p</b>
RM	5 (50%)	5 (71,4%)	0,63
TVA	3 (10%)	2 (28,4%)	
RM+TVA	1 (10%)	-	
RM+TVM	1 (10%)	-	

RM= revascularização do miocárdio; TVA = troca de valva aórtica; TVM = troca de valva mitral.

A tabela 3 apresenta o nível de sedação através da escala de Ramsey. Em ambos os grupos houve predomínio dos graus 3-4.

**Tabela 3.** Escala sedação de Ramsay

	<b>GM n (%)</b>	<b>GE n (%)</b>	<b>p</b>
Grau 1-2	1 (10%)	1(14,2%)	0,43
Grau 3-4	9 (90%)	5(71,42%)	
Grau > 4	0 (40%)	1(14,2%)	

Grau 1: paciente ansioso, agitado; grau 2: cooperativo, orientado, tranquilo; grau 3: sonolento, atendendo aos comandos; grau 4: dormindo, responde rapidamente ao estímulo glabellar ou ao estímulo sonoro

vigoroso; grau 5: dormindo, responde lentamente ao estímulo glabellar ou ao estímulo sonoro vigoroso; grau 6: dormindo, sem resposta.

A pressão arterial sistólica e diastólica foram avaliadas nos três momentos e estão demonstradas na tabela 4. Não houve diferença significativa na pressão arterial sistólica nos momentos no grupo GM. Houve diferença significativa na pressão arterial diastólica quando comparado os momentos M1 com M2 ( $d = 1,03$ ) e M1 com M3 ( $d = 1,15$ ) ( $p < 0,05$ ) no GM.

**Tabela 4.** Pressão arterial nos três momentos.

	GM			GE		
	M1	M2	M3	M1	M2	M3
PAS (mmHg)	132,6±13,9	137,9±19,8	133,4±20,2	120,0 [120,0 - 130,0]	123,0 [122,0 -135,5]	117,0[116,0 -132,0]
PAD (mmHg)	73,6±4,6* <sup>‡</sup>	64,7±10,1	65,5±8,8	80,7±10,9	59,1±9,5	60,8±8,7

PAS= pressão arterial sistólica; PAD= pressão arterial diastólica. \* diferença significativa entre M1 e M2; <sup>‡</sup> diferença significativa entre M1 e M3. Para dados não paramétricos foi utilizado mediana [25% - 75%].

A tabela 5 apresenta os índices da VFC no domínio do tempo, no GM houve diferença significativa entre M1 e M2 na FC ( $d = 1,90$ ), SDNN ( $d = 1,41$ ), RMSSD ( $d = 1,25$ ), TINN ( $d = 0,87$ ) e RR TI ( $d = 4,0$ ) ( $p < 0,05$ ). Houve também diferença entre M1 e M3 nos índices FC ( $d = 1,64$ ), SDNN ( $d = 2,16$ ), RMSSD ( $d = 1,52$ ), TINN ( $d = 1,41$ ), RR TI ( $d = 4$ ) e pNN50 ( $d = 1,03$ ) ( $p < 0,05$ ). No GE houve diferença significativamente estatística entre M1 e M2 no índice RR TI ( $d = 2,88$ ) e entre M1 e M3 nos índices SDNN ( $d = 1,03$ ), TINN ( $d = 2,13$ ) e RR TI ( $d = 2,88$ ) ( $p < 0,05$ ).



**Tabela 5:** Índices da variabilidade da frequência cardíaca no domínio do tempo nos três momentos.

	GM			GE		
	M1	M2	M3	M1	M2	M3
FC	74,5±11,3* <sup>‡</sup>	95,6±11,7	93,9±12,9	78,8±5,9	82,5±11,1	81,4±12,6
SDNN	22,2±8,1* <sup>‡</sup>	9,8±10,5	7,3±4,8	32,4±9,1 <sup>‡</sup>	20,7±8,5	17,7±9,5
RMSSD	12,6[10,5- 23,1] * <sup>‡</sup>	3,4[1,5 - 5,5]	2,1[1,8- 4,0]	20,3±11,0	10,7±9,2	10,5±11,8
pNN50	0,4[0,0-2,9] <sup>‡</sup>	0,0[0,0 - 0,5]	0,0[0,0 - 0,0]	2,5[0,1 - 7,6]	0,0[0,0- 2,5]	0,0[0,0 - 3,3]
TINN	90,0 [75,0 -120,0] * <sup>‡</sup>	32,5[15,0 - 50,0]	25,0[15,0- 40,0]	170,0[135,0 - 216,2] <sup>‡</sup>	80,0[62,5-95,0]	55,0[42,5-107,5]
RR TI	6,5±1,9* <sup>‡</sup>	2,5±0,9	2,7±1,3	9,2±2,5* <sup>‡</sup>	4,2±1,4	4,0±1,6

\* diferença significativa entre M1 e M2; <sup>‡</sup>diferença significativa entre M1 e M3; Para dados não paramétricos foi utilizado mediana [25% - 75%]; FC = frequência cardíaca; SDNN = desvio padrão das médias dos intervalos R-R normais, a cada cinco minutos, em um intervalo de tempo expresso em ms representando a modulação simpática e parassimpática; RMSS = raiz quadrada da média dos quadrados das diferenças entre os intervalos normais sucessivos o qual representa a modulação vagal; pNN50 = porcentagem dos intervalos R-R adjacentes com diferenças de duração maior que 50 ms representando a modulação parassimpática; TINN = interpolação triangular dos intervalos RR e RR TI = Índice triangular, ambos convertem os intervalos RR em padrões geométricos e permitem analisar a VFC por meio das propriedades geométricas ou gráficas do padrão resultante.

A tabela 6 apresenta os índices VFC no domínio da frequência nos 3 momentos em ambos os grupos. No grupo GM houve diferença significativamente estatística entre M1 e M2 nos índices LF  $ms^2$  ( $d = 0,53$ ) e HF  $ms^2$  ( $d = 0,79$ ) ( $p < 0,05$ ). Houve também entre os momentos M1 e M3 nos índices LF  $ms^2$  ( $d = 1,48$ ) e HF  $ms^2$  ( $d = 0,83$ ) ( $p < 0,05$ ).

**Tabela 6:** Índices da variabilidade da frequência cardíaca no domínio da frequência três momentos.

	GM			GE		
	M1	M2	M3	M1	M2	M3
LF ( $ms^2$ )	102,0[47,0-165,0]**	1,5[0,0-3,0]	1,0[0,0-2,0]	166,0[80,2-329,0]	9,0[3,5-79,5]	10,0[4,2-334,2]
LF (nu)	59,8±18,7	37,2±26,1	38,7±27,4	63,3±21,3	61,5±28,0	64,1±17,9
HF ( $ms^2$ )	71,0[19,0-155,0]**	4,0[1,0-8,0]	2,0[0,0-3,0]	119,0[27,2-250,2]	4,0[1,5-57,0]	4,0[2,2-97,2]
HF (nu)	40,0±18,7	62,5±26,0	61,0±27,3	36,7±21,5	38,4±28,0	35,8±17,9
LF/HF	1,4[0,95-1,97]	0,3[0,2-2,3]	0,5[0,1-1,6]	1,7[0,7-5,0]	3,2[0,6- 4,9]	1,5[1,0-4,0]

\* diferença significativa entre M1 e M2; <sup>‡</sup>diferença significativa entre M1 e M3. Para dados não paramétricos foi utilizado mediana [25% - 75%]. LF = baixa frequência (0,04 a 0,15Hz); HF = alta frequência (0,15 a 0,4Hz); ms = milissegundos; nu = unidade de normalização.

## 6. DISCUSSÃO

O presente estudo teve como intuito avaliar os efeitos da eletroestimulação e da mobilização precoce no sistema cardiovascular e na modulação autonômica da frequência cardíaca em pacientes no pós-operatório imediato de cirurgia cardíaca. De acordo com os resultados deste estudo as intervenções não levaram a sobrecarga pressórica e a alterações significativas do componente vagal. Somente ocorreu aumento da modulação simpática no pós-cirúrgico.

Os grupos aqui estudados tinham média de idade aproximada de 60 anos e eram considerados sobrepeso de acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS, 1998). Sabe-se que o envelhecimento leva a atenuação da modulação autonômica mesmo em indivíduos saudáveis, sendo que ocorre redução dos índices de VFC em pacientes com mais de 60 anos (ROCHA; ALBUQUERQUE; ALBANESI FILHO, 2005). Assim, a paridade em relação à idade dos grupos aqui estudado nos permite concluir que esta não influenciou nos resultados encontrados entre grupos. Já quanto ao sobrepeso, sabe-se que pacientes sobrepeso apresentam aumento da atividade simpática quando comparados com indivíduos eutróficos, porém neste estudo a amostra apresentou redução da modulação autonômica no pré-operatório, acredita-se que isso ocorreu devido o comprometimento cardiovascular associado aos fatores de risco, não sofrendo influencia do sobrepeso (OLIVEIRA; BASSINI, 2013).

O fator de risco que se mostrou mais prevalente nos dois grupos foi a HAS, sendo que os índices da VFC tanto no domínio do tempo quanto no domínio da frequência apresentam-se mais baixos em sujeitos hipertensos, sugerindo, comprometimento do sistema modulador do coração (BARBOSA FILHO; BARBOSA E CORDOVIL, 2002).

Sabe-se que os betabloqueadores adrenérgicos causam efeitos no sistema cardiovascular como inibição das respostas cronotrópicas, inotrópicas e vasoconstritoras a ação das catecolaminas adrenalina e noradrenalina nos receptores beta-adrenérgicos (BORTOLO; CONSOLIM-COLOMBO, 2009) levando ao aumento da VFC em pessoas saudáveis. Já em pacientes com doença arterial coronariana o aumento com o uso deste medicamento é irrelevante (ROCHA; ALBUQUERQUE e ALBANESI FILHO, 2005). Dos 17 pacientes que estudados, cinco faziam uso de betabloqueador adrenérgico no período da manhã, tendo em vista que a meia vida biológica dessa medicação é de 6 à 10h (BORTOLOTTI; CONSOLIM-COLOMBO, 2009) e que a avaliação da VFC no pré-operatório foi realizada no período noturno, acredita-se que não houve influencia da medicação na avaliação da VFC.

Rocha, Albuquerque e Albanesi Filho (2005) relatam que normalmente no período noturno ocorre ascensão vagal o que não foi observado na presente amostra. Os pacientes aqui estudados são portadores de doença coronariana e apresentaram a modulação parassimpática reduzida no pré-operatório (M1), observado por meio dos valores do índice RMSSD.

O procedimento cirúrgico mais realizado em ambos os grupos foi a RM, seguido da TVA, e somente no GM ocorreu RM+TVA e RM+TVM. Após o procedimento cirúrgico observou-se redução dos índices da VFC com ascensão da modulação simpática. Estas alterações podem durar até seis dias após a cirurgia devido o aumento das catecolaminas circulantes se restabelecendo progressivamente entre 30 e 60 dias após (BARBOSA et al., 2010). Outra justificativa para estas alterações são os efeitos combinados da manipulação nas estruturas do coração, anestesia prolongada, cardioplegia e lesões causadas pela circulação extracorporea (LAKUSIC et al., 2015).

No presente estudo houve redução significativa dos índices SDNN, RMSSD, TINN, RRTI, LF  $m^2$  e HF  $m^2$  nos dois grupos, porém somente significativo no GM.

Apesar de nenhum dos pacientes fazer uso de sedativos, todos ainda estavam sob o efeito de anestésicos, assim, a maior parte da amostra apresentou sonolência, mas estavam responsivos a estímulos (graus 3 e 4 da escala de Ramsey). Sabe-se que esse tipo de medicação leva a depressão da atividade simpática com conseqüente predomínio da modulação parassimpática (NASCIMENTO, 2007), semelhante aos achados deste estudo. Assim mesmo os pacientes não estando sedados as respostas na modulação cardíaca foi semelhante a pacientes inconscientes.

Nos resultados da pressão arterial observa-se que não houve diferença significativa da PAS entre os três momentos em ambos os grupos. Já o GM apresentou diminuição significativa na PAD após a cirurgia e a mobilização. No estudo de Barbosa et al (2010) os valores da PAS e PAD durante e após um protocolo de mobilização ativa e passiva, os resultados corroboram com os achados deste estudo, no qual também não houve diferença significativa nos valores da PAS. Em relação à PAD, a diminuição pode ser justificada pelo uso da pressão positiva oferecida pela ventilação mecânica invasiva que gera aumento da pressão pleural e aumento da pressão intratorácica, redução do retorno venoso e diminuição da resistência vascular periférica (ALMEIDA et al., 2014; BARROS et al., 2008; COIMBRA et al., 2007).

Em estudo realizado com sujeitos saudáveis observou-se que a aplicação do TENS em região de gânglio supra torácico não altera significativamente a PAS, PAD e FC, apresentando em seus resultados alteração na pressão arterial sistólica somente no grupo meia idade sem intervenção (SILVA, 2012). Na presente pesquisa também não houve alteração significativa nestas variáveis no GE. Apesar disso, segundo Vieira et al.,

(2012) o TENS nessa região poderia levar a redução na pressão arterial sistólica devido à redução da ativação do SNA simpático. A resposta pressórica após a aplicação do TENS ainda precisa ser melhor explorada.

No GM houve aumento significativo na FC após a cirurgia que se manteve elevada após a mobilização, mostrando que mobilização pode ser realizada de forma segura no pós-operatório. Já que estudos mostram que mobilização ativa aumenta a FC com intuito de aumentar o fluxo sanguíneo na musculatura ativa, promovendo maior eficiência no transporte de oxigênio (HISS et al., 2012; BARBOSA et al., 2010).

O aumento do índice SDNN em ambos os grupos com a consequente diminuição dos valores do índice RMSSD mostraram que ocorreu aumento significativo da modulação simpática e diminuição da parassimpática após as intervenções. Em pesquisas realizadas com pacientes cirúrgicos (BARBOSA et al., 2010) e pacientes com doenças cardiovasculares (SOARES et al., 2005; BRYNIARISKI et al., 2002), utilizando um protocolo de mobilização passiva mostraram redução na modulação autonômica cardíaca.

Os índices TINN e RR TI representam a variabilidade global dos intervalos RR (VANDERLEI et al., 2010), nesta pesquisa observou-se que em ambos os grupos houve diminuição nos valores desses índices, devido as disfunções cardiovasculares que são comuns no período pós-operatório imediato de cirurgia cardíaca.

No grupo GM houve diferença significativamente estatística nos índices LF ( $\text{ms}^2$ ) e HF ( $\text{ms}^2$ ) após a cirurgia e após o protocolo de mobilização e de acordo com esses resultados concluímos que a mobilização passiva causa aumento da atividade parassimpática, porém não significativamente. Isso pode ser explicado pelo fato da

amostra em questão fazer uso de droga vasoativa o que propicia a redução da modulação simpática sobre os vasos sanguíneos (FONSECA, 2001).

Vieira et al., (2012) aplicaram TENS em região do gânglio cervico-torácico em indivíduos jovens e idosos avaliando variáveis hemodinâmicas e índices da VFC, concluindo que a aplicação do TENS atenuou a pressão arterial e respostas vasoconstritoras associada à melhora do equilíbrio simpato-vagal em ambos os grupos. O que não ocorreu na nossa amostra, tanto nos índices do domínio da frequência e na pressão arterial, provavelmente devido a amostra ser indivíduos com comprometimento cardiovascular prévio, mostrando que nesta população esse procedimento não reduz a modulação simpática.

## **7. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Podemos concluir que as intervenções são seguras e não levaram a sobrecarga pressórica e a alterações na modulação cardíaca dos pacientes. Os resultados indicam que correu aumento da modulação simpática e redução vagal no pós-operatório imediato de cirurgia cardíaca.

## **REFERENCIAS**

ALMEIDA, KS. et al. Análise das variáveis hemodinâmicas em idosos revascularizados após mobilização precoce no leito. *Revista Brasileira de Cardiologia*, v. 27, n. 3, 2014.

ALONSO, D.O. et al. Comportamento da frequência cardíaca e da sua variabilidade durante as diferentes fases do exercício físico progressivo máximo. *Arquivo Brasileiro de Cardiologia*, v.71, n. 6, 1998.

ANGELIS, K.D.E.; SANTOS, M.S.B.; IRIGOYEN, M.C. Sistema Nervoso Autônomo e doença cardiovascular. *Revista da Sociedade de Cardiologia do Rio Grande do Sul - Ano XIII*, n. 3, Set./Dez. 2004.

AUBERT, A.E.; SEPS, B.; BECKERS, F. Heart rate variability in athletes. *Sports Med*, v.33, n.12, p.889-919, 2003.

BARBOSA FILHO, J.B.; BARBOSA, P.R.B.; CORDOVIL, I. Modulação autonômica do coração na hipertensão arterial sistêmica. *Arquivo Brasileiro de Cardiologia*, v. 78, n. 2, p. 131-8, 2002.

BARBOSA, P. et al. Efeitos da mobilização precoce na resposta cardiovascular e autonômica no pós-operatório de revascularização do miocárdio. *Revista Scientia e Saúde*, v.9, n.1, p.111-117, 2010.

BARKER, R. et al. The influence of stellate ganglion transcutaneous electrical nerve stimulation on signal quality of pulse oximetry in prehospital trauma care. *Anesthesia & Analgesia*, v.104, n.5, p.1150, 2007.

BARROS, A.F. et al. Análise das alterações ventilatórias e hemodinâmicas com utilização de ventilação mecânica não-invasiva com binível pressórico em pacientes com insuficiência cardíaca congestiva. *Arquivo Brasileiro de Cardiologia*, v. 88, n. 1, p. 96-103, 2008.

BRUNETTO, A.F. et al. Limiar ventilatório e variabilidade da frequência cardíaca em adolescentes. *Revista Brasileira Medicina Esporte*, v. 11, n. 1, Jan./Fev. 2005.

BRYNIARISKI, L. et al. Heart rate variability in patients after coronary artery bypass grafting: early and late effects of cardiac rehabilitation. *Acta Cardiol*; v. 57, n.1 p.35-6, 2002.

BORTOLOTTI, L.A.; CONSOLIM-COLOMBO, F.M. Betabloqueadores Adrenérgicos. *Revista Brasileira de Hipertensão*, v.16, n. 4, p. 215-220, 2009.

CAMBRI, L.T. et al. Variabilidade da frequência cardíaca e controle metabólico. *Arquivo Sanny Pesquisa Saúde* v.1, n.1, p.72-82, 2008.

COIMBRA, V.R.M. et al. Aplicação da ventilação não-invasiva em insuficiência respiratória aguda após cirurgia cardiovascular. *Arquivo Brasileiro de Cardiologia*, v. 89, n. 5, p. 298-305, 2007.

FONSECA, J.C.L. Drogas vasoativas – Uso racional. *Revista SOCERJ*, v. XIV, n 2, Abr/ Mai / Jun 2001.

GAMELIN, F. X. et al. Validity of the polar S810 heart rate monitor to measure RR intervals at rest. *Medicine and science in sports and exercise*, v. 38, n. 5, p. 887, 2006.

GRUPI, J. et al. Variabilidade da frequência cardíaca: significado e aplicação clínica. *Revista da Associação Médica Brasileira*, v. 40, n. 2, p. 129-136, 1994.

GUGLIELMIN, J.Z. Efeitos da estimulação elétrica transcutânea e da corrente interferencial sobre o comportamento do metaboreflexo muscular. 2013. 75 f. Tese (Mestrado em Ciências Cardiovasculares) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

HISS, M.D.B.S. et al. Segurança da intervenção fisioterápica precoce após o infarto agudo do miocárdio. *Fisioterapia Movimento Curitiba*, v. 25, n. 1, p. 153-163, jan./mar. 2012.

KILLEWICH, L.A. Strategies to minimize postoperative deconditioning in elderly surgical patients. *Journal Am College Surgery*., v. 203, n. 5, p. 735-45, 2006.

KIRKEBY-GARSTAD, I. et al. Marked mixed venous desaturation during early mobilization after aortic valve surgery. *Anesth & Analg.*, v.98, p.311-7, 2004.

LAKUSIC, N. et al. Changes in heart rate variability after coronary artery bypass grafting and clinical importance of these findings. *Biomed Res Int*. 2015.

LOIMAALA, A. et al. Accuracy of a novel real-time microprocessor QRS detector for heart rate variability assessment. *Clinical Physiol*, v. 119, n. 1, p. 84-88, 1999.

LOPES, P.F.F. et al. Aplicabilidade clínica da variabilidade da frequência cardíaca. *Revista Neurociência*, v. 21, n. 4, p. 600-603, 2013.

MANNHEIMER, C.; EMANUELSSON, H.; WAAGSTEIN, F. The effect of transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) on catecholamine metabolism during pacing-induced angina pectoris and the influence of naloxone. *Pain*, v.41, n. 1, p. 27-34, 1990.

MENDES, L.C. et al. Escalas de Ramsay e Richmond são equivalentes para a avaliação do nível de sedação em pacientes gravemente enfermos. *Revista Brasileira Terapia Intensiva*, v. 20, n. 4, p. 344-348, 2008.

MIKAHIL, C. et al. Cardiorespiratory adaptations induce by aerobic training in middle-aged men: the importance of decrease in sympathetic stimulation for the contribution of dynamic exercise tachycardia. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, v.31, p. 705-712, 1998.

NASCIMENTO, J.S. Efeitos sedativos e cardiovasculares do midazolam e do diazepam associados ou não à clonidina, em pacientes submetidos a estudos hemodinâmicos por suspeita de doença arterial coronariana. 2007.139 F. Tese (Doutorado em Anestesiologia). Faculdade de Medicina de Botucatu, Universidade Estadual Paulista, Botucatu. 2007.

OLIVEIRA, L.M.; BASSINI, S.R.F. Comparação da variabilidade da frequência cardíaca entre adultos eutróficos e com sobrepeso. *Revista científica Linkania*, v. 1, n. 2, Abril/Junho, 2013.

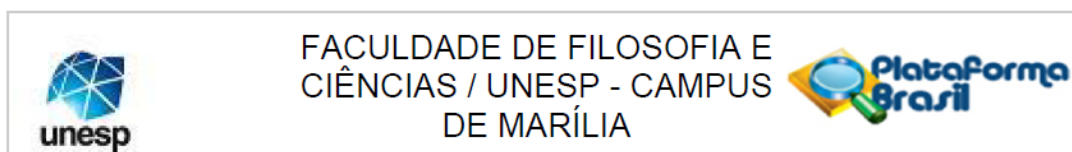
Organização Mundial de Saúde - OMS. Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO consultation, Geneva, 3-5 Jun 1997. Geneva: World Health Organization, 1998.



- PASCHOAL, M.A.; PETRELLUZZI, K.F.S.; GONÇALVES, N.V.O. Estudo da variabilidade da frequência cardíaca em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica. *Revista Ciências Med.*, v.11, n.1, p. 27-37, 2002.
- QUINTANA, D.S. Statistical considerations for reporting and planning heart rate variability case- control studies. *Psychophysiology*, v. 54, n. 3, p. 344-349, 2017.
- ROBERTS, W. Heart rate variability with deep breathing as a clinical test of cardiovagal function. *Cleveland Clinical Journal of Medicine*, 2009.
- ROCHA, R.M.; ALBUQUERQUE, D.C.; ALBANESI FILHO, F.M. Variabilidade da frequência cardíaca e ritmo circadiano em pacientes com angina estável. *Revista da SOCERJ*, Set./Out. 2005.
- ROQUE, J.M.A. Variabilidade da frequência cardíaca .FCDF - Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física. Universidade de coimbra, Coimbra, 2009.
- SÁ, J.C.F.D.E. et al. Variabilidade da frequência cardíaca como método de avaliação do sistema nervoso autônomo na síndrome dos ovários policísticos. *Revista Brasileira Ginecologia Obstetrícia*, v. 35, n. 9, 2013.
- SANDERSON, E.J. et al. The effect of transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) on autonomic cardiovascular reflexes. *Clinical Autonomic Research*, v. 5, 1995.
- SILVA, M.L. Avaliação do efeito agudo da estimulação elétrica transcutânea na função endotelial em indivíduos saudáveis adultos e meia idade usando o método de tonometria de aplanção. 2012. 46 f. Tese (Mestrado em Educação Física) - Universidade de Brasília, Brasília.
- SOARES, P.P.S. et. al. Coronary artery bypass surgery and longitudinal evaluation of the autonomic cardiovascular function. *Critical Care*, v. 9, n. 2, p. 124- 31, 2005.
- VANDERLEI, L.C.M. et al. Noções básicas de variabilidade da frequência cardíaca e sua aplicabilidade clínica. *Revista Brasileira Cirurgia Cardiovascular*, v. 24, n. 2, p. 205-217, 2009.
- VANDERLEI, L.C.M. et al. Índices Geométricos de Variabilidade da Frequência Cardíaca em Crianças Obesas e Eutróficas. *Arquivo Brasileiro Cardiologia*, v. 95, n. 1, p. 35-40, 2010.
- VIEIRA, P.J.C. et al. Effect of transcutaneous electrical nerve stimulation on muscle metaboreflex in healthy young and older subjects. *European Journal of Applied Physiology*, v. 112, p. 1327–1334, 2012.

## ANEXOS

## Anexo 1



## PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

## DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** Variabilidade da frequência cardíaca em pacientes submetidos à cirurgia cardíaca

**Pesquisador:** Alexandre Ricardo Pepe Ambrozini

**Área Temática:**

**Versão:** 1

**CAAE:** 38734414.4.0000.5406

**Instituição Proponente:** Faculdade de Filosofia e Ciências/ UNESP - Campus de Marília

**Patrocinador Principal:** Faculdade de Filosofia e Ciências/ UNESP - Campus de Marília

## DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 957.947

**Data da Relatoria:** 25/11/2014

**Apresentação do Projeto:**

O projeto fará avaliação dos efeitos agudos de um protocolo de Mobilização Passiva (MP) e da Estimulação elétrica transcutânea (TENS) de pacientes submetidos a ventilação mecânica após revascularização do miocárdio. Método: Serão estudados 113 pacientes submetidos à cirurgia de revascularização do miocárdio, distribuídos em 2 grupos (protocolo de MP e grupo TENS). Serão monitorizados os sinais vitais e o controle autonômico cardíaco em três momentos: pré-operatório (M1), pré-protocolo (M2) e pós-protocolo (M3). Os resultados serão apresentados em média  $\pm$  desvio padrão ou em mediana  $\pm$  desvio interquartilico de acordo com a distribuição dos dados e comparados entre os momentos utilizando o teste de ANOVA com pos hoc de Dunn's. Resultados esperados: A hipótese é que a MP não terá efeitos nas variáveis estudadas e que o TENS terá efeito no controle simpato-vagal.

**Objetivo da Pesquisa:**

Avaliar os efeitos agudos de um protocolo de MP e da TENS em pacientes em ventilação mecânica no pós-operatório cardíaco de revascularização

do miocárdio nas variáveis hemodinâmicas e no controle autonômico cardíaco.

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Estão bem descritos, demonstrando que a intervenção não oferece risco aos pacientes que, voluntariamente, se submeterão aos procedimentos. Os benefícios serão a recuperação mais rápida no pós-operatório.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

O projeto é relevante para a área, uma vez que serão, no total, 113 beneficiados, todos com problemas cardíacos.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

O proponente apresentou todas as documentações: Projeto completo, Folha de rosto devidamente preenchida pelas instituições envolvidas, o Termo de Consentimento Livre e esclarecido.

**Recomendações:**

Recomenda-se corrigir no TCLE, 1º parágrafo, última frase: ...perda de qualquer benefício no tratamento que estiver (aqui faltou uma palavra - realizando, efetuando) nesta instituição.

Outra correção: retirar um a que está duplicado, da palavra pesquisador, no local da assinatura.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Prezado (a) Senhor (a)

Informamos que o seu projeto encaminhado ao Comitê de Ética (nº do CAAE) foi analisado e apresentou a seguinte pendência (ou pendências):

- 1-).....
- 2-).....
- 3-).....
- 4-).....

Informamos que assim que a(s) referida(s) pendência(s) for(em) atendida(s), o projeto será aprovado.

Atenciosamente,

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

**Considerações Finais a critério do CEP:**

O projeto Variabilidade da frequência cardíaca em pacientes submetidos à cirurgia cardíaca está de acordo com as exigências éticas e científicas fundamentais resguardadas na Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde, atendendo aos itens referentes às implicações da ética em pesquisas que envolvem seres humanos, recomendo a aprovação do mesmo pelo CEP.

MARILIA, 20 de Fevereiro de 2015

---

**Assinado por:**  
**SIMONE APARECIDA CAPELLINI**  
 (Coordenador)

**Anexo 2****TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

Estamos realizando uma pesquisa intitulada “Variabilidade da frequência cardíaca em pacientes submetidos à cirurgia cardíaca” e gostaríamos que participasse da mesma. O objetivo desta é avaliar os efeitos agudos de um protocolo de Mobilização Passiva (MP) e da Estimulação Elétrica Transcutânea (TENS) em pacientes pós cirurgia cardíaca. Participar desta pesquisa é uma opção e no caso de não aceitar participar ou desistir em qualquer fase da pesquisa fica assegurado que não haverá perda de qualquer benefício **no tratamento que estiver** nesta instituição .Caso aceite participar deste projeto de pesquisa gostaríamos que soubesse que: A pesquisa será realizada em quatro momentos, sendo três momentos de avaliação e o momento de aplicação do protocolo. As avaliações ocorrerão no antes da cirurgia, depois da cirurgia e depois de uma intervenção, onde serão monitorizados sua respiração e batimento cardíaco. Serão dois protocolos, um em que você será movimentado depois da cirurgia (pernas e braços) e outro que será colocado um aparelho chamado TENS, que trata-se de um eletrodo colocado na pele que da pequenos choques. Antes da cirurgia você terá oportunidade de sentir o aparelho. Nenhum destes procedimentos trazem riscos adicionais a você e todos são indolores. Os resultados obtidos com a pesquisa serão utilizados para fins científicos, sendo divulgados em congresso e revistas científicas, sendo que em momento algum você será identificado.

Eu, \_\_\_\_\_ portador do RG \_\_\_\_\_ concordo participar da pesquisa intitulada “Variabilidade da frequência cardíaca em pacientes submetidos à cirurgia cardíaca” a ser realizada na Santa Casa de Misericórdia de Marília. Declaro ter recebido as devidas explicações sobre a referida pesquisa e concordo que minha desistência poderá ocorrer em qualquer momento sem que ocorram quaisquer prejuízos físicos, mentais ou no acompanhamento deste serviço. Declaro ainda estar ciente de que a participação é voluntária e que fui devidamente esclarecido (a) quanto aos objetivos e procedimentos desta pesquisa.

Certos de poder contar com sua autorização, estou à disposição para esclarecimentos, através do telefone (14) 99694-8026 falar com Tatiane.

Prof. Dr. Alexandre Ricardo Pepe Ambrozini (Departamento de Fisioterapia e Terapia Ocupacional).

Autorizo,

Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
(Assinatura do participante)

\_\_\_\_\_  
(Assinatura do pesquisador)