

KATRINNE ALVES DE SOUZA NAVES

**EFEITOS DA VENTILAÇÃO NÃO INVASIVA SOBRE A MODULAÇÃO  
AUTONÔMICA CARDÍACA NO PÓS-OPERATÓRIO DE CIRURGIA DE  
REVASCULARIZAÇÃO DO MIOCÁRDIO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós  
Graduação em Ciências da Saúde da  
Faculdade de Medicina da Universidade  
Federal de Uberlândia, como parte das  
exigências para obtenção do título de Mestre  
em Ciências da Saúde.

UBERLÂNDIA

2015

KATRINNE ALVES DE SOUZA NAVES

**EFEITOS DA VENTILAÇÃO NÃO INVASIVA SOBRE A MODULAÇÃO  
AUTÔNOMICA CARDÍACA NO PÓS-OPERATÓRIO DE CIRURGIA DE  
REVASCULARIZAÇÃO DO MIOCÁRDIO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós  
Graduação em Ciências da Saúde da  
Faculdade de Medicina da Universidade  
Federal de Uberlândia, como parte das  
exigências para obtenção do título de Mestre  
em Ciências da Saúde.

**Orientador:** Prof<sup>o</sup>. Dr<sup>o</sup>. Valdeci Carlos Dionísio

**Co-orientadora:** Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Célia Regina Lopes

UBERLÂNDIA

2015

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

---

N323e  
2015      Naves, Katrinne Alves de Souza, 1987  
             Efeitos da ventilação não invasiva sobre a modulação autonômica  
             cardíaca no pós-operatório de cirurgia de revascularização do miocárdio  
             / Katrinne Alves de Souza Naves. - 2015.  
             63 f.

             Orientador: Valdeci Carlos Dionísio.  
             Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia,  
             Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde.  
             Inclui bibliografia.

             1. Ciências Médicas - Teses. 2. Coração - Cirurgia - Teses. 3.  
             Batimento cardíaco - Teses. 4. Sistema nervoso autônomo - Teses. I.  
             Dionísio, Valdeci Carlos. II. Universidade Federal de Uberlândia.  
             Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde. III. Título.

---

CDU: 61

KATRINNE ALVES DE SOUZA NAVES

**EFEITOS DA VENTILAÇÃO NÃO INVASIVA SOBRE A MODULAÇÃO  
AUTONÔMICA CARDÍACA NO PÓS-OPERATÓRIO DE CIRURGIA DE  
REVASCULARIZAÇÃO DO MIOCÁRDIO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós  
Graduação em Ciências da Saúde da  
Faculdade de Medicina da Universidade  
Federal de Uberlândia, como parte das  
exigências para obtenção do título de Mestre  
em Ciências da Saúde.

Uberlândia, 24 de fevereiro, 2015.

Banca Examinadora:

---

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Camila Bianca Falasco Pantoni (UFsCar)

---

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Eliane Maria de Carvalho (UFU)

---

Prof<sup>º</sup>. Dr<sup>º</sup>. Valdeci Carlos Dionísio (UFU)

---

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Célia Regina Lopes (UFU)

## DEDICATÓRIA

À minha família, em especial a minha mãe Eleusa Marta Alves Pereira e ao meu pai Celso Naves de Souza por me proporcionarem a vida; por toda a paciência que tiveram comigo, por entenderem a minha ausência em suas vidas, pelo incentivo aos estudos e por todo tipo de apoio recebido.

Aos professores que passaram por minha vida.

Aos meus colegas de estudos.

Finalmente, a todas aquelas pessoas que, desde o primeiro dia que me tornei estudante, acreditaram no meu potencial e no meu amor pelos estudos e direta ou indiretamente me ajudaram a conquistar meus objetivos e a seguir meus sonhos.

## AGRADECIMENTOS

Agradecer: verbo transitivo que denota gratidão; ou intransitivo, confessar-se grato. Um termo simples cujo significado real pode ser muito mais complexo, ao sintetizar a gama de sentimentos e ações envolvidos. Pois bem, agradeço, ou demonstro minha gratidão, ou ainda confesso-me grata a:

Meu orientador, Prof<sup>o</sup>. Dr<sup>o</sup>. Valdeci Carlos Dionísio, pela acolhida que proporcionou a realização deste estudo, pelos ensinamentos, pela educação e paciência.

Minha co-orientadora, Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Célia Regina Lopes, pela orientação, confiança, respeito, amadurecimento profissional e pessoal, sobretudo pelas oportunidades que me foram oferecidas nesses longos anos de convívio.

Meus colegas fisioterapeutas da Unidade de Terapia Intensiva do HC/UFU, em especial Ft. Lúcio Boaventura e Ft. Marden, pela disposição, apoio e incentivo incondicional ao êxito do projeto.

Minha querida amiga Eliza Borges, pelas contribuições, companheirismo, sugestões e incentivo.

Meus familiares e pacientes que gentilmente colaboraram e apoiaram este estudo.

Aos professores do mestrado por todo conhecimento científico compartilhado.

E é claro, não poderia faltar aqui um muito obrigada e um grande abraço a todos amigos, que sempre ajudaram de uma forma ou de outra aliviar o estresse do dia a dia. Não dá para citar todos vocês aqui, mas vocês sabem quem são!

*“No meio da confusão, encontre a simplicidade.  
A partir da discórdia, encontre a harmonia.  
No meio da dificuldade reside a oportunidade.”*

*Albert Einstein*

## RESUMO

NAVES, K.A.S. **EFEITOS DA VENTILAÇÃO NÃO INVASIVA SOBRE A MODULAÇÃO AUTÔNOMICA CARDÍACA NO PÓS-OPERATÓRIO DE CIRURGIA DE REVASCULARIZAÇÃO DO MIOCÁRDIO.** 2015. Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde) – Faculdade de Medicina, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2015.

O paciente no pós-operatório de Cirurgia de Revascularização do Miocárdio (pós-CRM) apresenta comprometimento da função autonômica cardíaca. No entanto, não se tem estudos que avaliam a influência do modo ventilatório durante o procedimento de ventilação não invasiva (VNI) na modulação autonômica cardíaca associada às alterações hemodinâmicas. O presente estudo teve como objetivo avaliar o comportamento autonômico e correlacioná-lo com as alterações hemodinâmicas durante a execução da VNI com dois modelos de ventiladores mecânicos em pacientes no pós-CRM. Trata-se de um estudo quantitativo, prospectivo, transversal, randomizado do tipo crossover. Os pacientes foram avaliados no primeiro dia de pós-operatório de CRM para a realização do procedimento de VNI com dois ventiladores diferentes: ventilador convencional e ventilador específico para o uso da VNI, por 30 minutos cada. A randomização em bloco foi utilizada para determinar a técnica que iniciaram a abordagem para depois, por crossover, realizarem a técnica sequencial. A pressão positiva expiratória foi fixada em 8 cmH<sub>2</sub>O, a fração inspirada de oxigênio foi ajustada para manter a saturação de oxigênio acima de 90%, a pressão de suporte ou pressão inspiratória final foram ajustadas para manter um volume corrente (VC) de 8ml/Kg, considerando o peso corporal ideal do paciente. A variabilidade da frequência cardíaca (VFC), pressão arterial sistêmica, frequência cardíaca (FC), frequência respiratória e saturação periférica de oxigênio foram avaliadas nos momentos 5, 10 e 15 minutos antes do início dos procedimentos; nos tempos 5, 10, 15, 20, 25, 30 minutos durante aplicação da VNI e 5, 10 e 15 minutos após o fim dos procedimentos. O VC foi registrado apenas durante o uso da VNI. A VFC foi analisada por meio do método linear no domínio do tempo e da frequência. Para investigar a normalidade dos dados foi utilizado o teste de Shapiro-Wilk e para comparar os dados vitais, VC e índices de VFC durante a VNI foi utilizado o teste de Wilcoxon. Para a análise das correlações utilizou-se o Coeficiente de Correlação por Postos de Spearman. Foi considerado o nível de significância de 95% com valor de  $p < 0,05$ . Durante a realização de VNI com ventilador específico houve aumento significativo do índice HF ( $p = 0,0469$ ) e pressão arterial diastólica ( $p = 0,0108$ ). No entanto, durante a aplicação da VNI com o ventilador convencional ocorreu uma maior elevação da pressão arterial sistólica ( $p = 0,0003$ ) e FC ( $p = 0,0228$ ). Não houve diferença significativa entre os índices de VFC registrados antes e após o procedimento. Também não houve correlação significativa entre as variáveis hemodinâmicas e os índices de VFC. Os resultados demonstram que a VNI com ventilador específico apresenta leve tendência ao aumento da ativação vagal dos pacientes no PO CRM. Não houve alterações hemodinâmicas associadas ao comportamento autonômico em ambos os equipamentos.

**Palavras-chaves:** variabilidade da frequência cardíaca; cirurgia cardíaca; ventilação não-invasiva; sistema nervoso autonômico.



## ABSTRACT

NAVES, K.A.S. **EFFECTS OF VENTILATION NONINVASIVE ON MODULATION AUTONOMIC CARDIAC OF POSTOPERATIVE MYOCARDIAL REVASCULARIZATION.** 2014. Dissertation (Ciências da Saúde's Master's degree) – Medicine College, Federal University of Uberlândia, Uberlândia, 2014).

The patient in the postoperative of Coronary Artery Bypass Grafting (post-CABG) has impaired cardiac autonomic function. However, there are no studies assessing the influence of ventilation mode during noninvasive ventilation procedure (NIV) in the autonomic cardiac modulation associated with hemodynamic changes. This study was designed to evaluate the autonomic behavior and correlate it with the hemodynamic changes during the execution of NIV with two models of mechanical ventilators in post-CABG. This is a quantitative, prospective, transversal, randomized and crossover study. Patients were selected on the first day postoperative CABG to perform the procedure NIV with two different ventilators: conventional ventilator and the specific ventilator use of NIV for 30 minutes each. The block randomization was used to determine the technique which started to approach then, by crossover perform sequential technique. The positive expiratory pressure was set at 8 cmH<sub>2</sub>O, the fraction of inspired oxygen was adjusted to maintain oxygen saturation above 90%, the support pressure or inspiratory final pressure were adjusted to maintain a tidal volume (VT) of 8 mL / kg considering the ideal body weight of the patient. The heart rate variability (HRV), blood pressure, heart rate (HR), respiratory rate and oxygen saturation were evaluated at times 5, 10 and 15 minutes before the start of the procedures; at times 5, 10, 15, 20, 25, 30 minutes during application of NIV and 5, 10 and 15 minutes after the procedure. The VT was recorded only for the use of NIV. HRV was analyzed using the straight-line method in the time and frequency domain. To investigate the normality of the data was used the Shapiro-Wilk test and compare the vital data, VT and HRV indices during NIV was used the Wilcoxon test. For the analysis of correlations used the correlation coefficient by Spearman's Postos. Was considered the 95% level of significance with  $p < 0.05$ . During the performance of NIV with specific ventilator there was significant increase in the HF index ( $p = 0.0469$ ) and diastolic blood pressure ( $p = 0.0108$ ). However, during the application of NIV with conventional ventilator there was an increase in HR ( $p = 0.0228$ ) and systolic blood pressure ( $p = 0.0003$ ). There was no significant difference between the HRV indexes recorded before and after the procedure. There was also no significant correlation between hemodynamic variables and indices of HRV. The results demonstrate that NIV with specific ventilator shows a slight tendency to increased vagal activation of patients in the PO CRM. There were no hemodynamic changes associated with autonomous behavior on both machines.

**Keywords:** noninvasive ventilation; thoracic surgery; heart rate variability; autonomic nervous system.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Delineamento do estudo.....	26
Figura 2. Linha do tempo representando o protocolo experimental.....	27
Figura 3. Correlação entre a PAS e os índices HF e LF (A) e o índice SDNN (B).....	34
Figura 4. Correlação entre a PAD e os índices HF, LF e LF/HF durante o instante de 10' .....	35

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Caracterização da amostra.....	29
Tabela 2. Comparação dos dados vitais durante a VNI com os dois tipos de ventiladores.....	30
Tabela 3. Comparação das variáveis de VFC durante a VNI nos dois tipos de ventiladores....	31
Tabela 4. Comportamento das variáveis hemodinâmicas, respiratórias e autonômicas durante a VNI com ventilador convencional.....	32
Tabela 5. Comportamento das variáveis hemodinâmicas, respiratórias e autonômicas durante a VNI com ventilador específico.....	33
Tabela 6. Correlação entre os índices de VFC no DF e a FC durante o período de 15' finais, após os procedimentos de VNI.....	36
Tabela 7. Comportamento das variáveis HDM, respiratórias e autonômicas 15' antes do início dos procedimentos de VNI (Pré-VNI) e 15' após o fim dos procedimentos de VNI (Pós-VNI).....	37

## LISTA DE SIGLAS

APRV	Ventilação com liberação de pressão em vias aéreas
BIPAP	Pressão positiva em dois níveis
BR	Barorreceptor
CEC	Circulação extracorpórea
CPAP	Pressão positiva contínua nas vias aéreas
CRM	Cirurgia de revascularização do miocárdio
DF	Domínio da frequência
DT	Domínio do tempo
DX	Dixtal
ECG	Eletrocardiograma
F	Feminino
FC	Frequência cardíaca
FEVE	Fração de ejeção do ventrículo esquerdo
FiO <sub>2</sub>	Fração inspirada de oxigênio
HC	Hospital das clínicas
HF	Alta frequência
HRV	<i>Heart rate variability</i>
Kg	Kilograma
Kg/m <sup>2</sup>	Kilograma por metro ao quadrado
LF	Baixa frequência
M	Masculino
MMV	Ventilação mandatória minuto
ms	Milissegundos
n.u	Unidade normatizada
O <sub>2</sub>	Oxigênio
PAS	Pressão arterial sistólica

PAD	Pressão arterial diastólica
PAI	Pressão arterial invasiva
PAV	Ventilação proporcional assistida
PEEP	Pressão positiva expiratória final
PNN50 5'	Porcentagem dos intervalos RR adjacentes com diferença de duração maior que 5'
PO	Pós- operatório
PRVC	Volume controlado com pressão regulada
PS	Pressão de suporte
PSV	Ventilação com pressão de suporte
RM	Revascularização do miocárdio
RMSSD adjacentes	Raiz quadrada da média do quadrado das diferenças entre os intervalos RR adjacentes
SDNN	Desvio padrão da média dos intervalos RR normais
SIMV	Ventilação mandatória intermitente sincronizada
SNA	Sistema nervoso autônomo
SpO <sub>2</sub>	Saturação arterial de oxigênio
TCPL	Ventilação ciclada a tempo com pressão limitada
UFU	Universidade Federal de Uberlândia
ULF	Ultra baixa frequência
UTI	Unidade de terapia intensiva
VC	Ventilação convencional
VE	Ventilação espontânea
VFC	Variabilidade da frequência cardíaca
VLf	Muito baixa frequência
VNI	Ventilação não invasiva

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	14
2 REVISÃO DA LITERATURA .....	15
2.1 Revascularização do Miocárdio .....	15
2.2 Complicações Pulmonares .....	15
2.3 Fisioterapia Respiratória .....	16
2.3.1 Ventilação não invasiva .....	16
2.3.1.1 Tipos de Ventiladores e Modalidades Ventilatórias.....	17
2.4 Variabilidade da Frequência Cardíaca.....	18
3 OBJETIVOS .....	21
4 MATERIAL E MÉTODO .....	22
4.1 Amostra e Local de Realização da Pesquisa .....	22
4.2 Desenho Experimental .....	22
4.3 Critérios de Inclusão .....	22
4.4 Critérios de Exclusão .....	22
4.5 Plano de Recrutamento .....	23
4.6 Protocolo Experimental.....	23
4.7 Análise da Variabilidade da Frequência Cardíaca.....	24
4.8 Análise Estatística.....	28
4.9 Resultados .....	28
4.10 Discussão.....	37
4.11 Conclusão.....	40
ANEXO A.....	47
APÊNDICE A.....	48
REFERÊNCIAS .....	41

## 1. INTRODUÇÃO

A isquemia miocárdica é decorrente do desequilíbrio entre a oferta e o consumo do oxigênio pelo músculo cardíaco, na qual há diminuição da luz arterial coronária, seja por trombose ou espasmo sobre uma placa aterosclerótica, causando redução na oferta de sangue ao tecido miocárdico (Knobel, Baruzzo e Andrei, 2006). Uma forma de melhorar a qualidade de vida dos pacientes acometidos pela doença aterosclerótica é a realização da cirurgia de revascularização do miocárdio (CRM) (Yan *et al.*, 2011).

A maior incidência de complicações no período pós-operatório (PO) de CRM está relacionada ao sistema respiratório, sendo frequente a presença de atelectasias e infecções. Estas são responsáveis por grande morbidade, aumento do tempo de internação hospitalar e mortalidade (Lopes *et al.*, 2008). No PO, os pacientes podem apresentar comprometimento da mecânica ventilatória, resultado da alteração da dinâmica torácica causada pela dor, consequência da presença de drenos e incisões cirúrgicas. O posicionamento para a cirurgia, a circulação extracorpórea (CEC) e a anestesia, culminam com uma alteração do padrão respiratório, levando a hipoventilação alveolar, redução da resposta ventilatória e hipoxemia (Franco *et al.*, 2011).

Segundo Pantoni e cols., em 2011, a aplicação da pressão positiva promove efeitos positivos tanto na função pulmonar, como na modulação autonômica (Pantoni *et al.*, 2011). O sistema nervoso autonômico (SNA) desempenha importante função no controle da homeostasia cardiovascular. Por meio do equilíbrio entre ativação simpática e parassimpática, prevenindo alterações bruscas das condições hemodinâmicas capazes de provocar dano tecidual (Task Force, 1996).

As oscilações do equilíbrio simpato-vagal são denominadas como disautonomia e pode induzir a mortalidade cardiovascular. A disautonomia é caracterizada pela diminuição da atividade vagal e aumento relativo da atividade simpática. Para avaliar este controle neural, os marcadores que têm sido mais utilizados são a variabilidade da frequência cardíaca (VFC) e a atividade reflexa barorreceptora (BR) (Vanderlei *et al.*, 2009).

A VFC representa as oscilações da frequência cardíaca (FC) instantânea e consecutiva ou intervalo entre batimentos cardíacos (R-R). Estas oscilações são moduladas pelo SNA cardíaco, determinadas pela ativação e/ou inibição simpática e parassimpática sob o nó sinoatrial e representam a capacidade do coração em responder aos estímulos. Tendo como

vantagem a possibilidade de uma avaliação não invasiva, de baixo custo e precisa da função autonômica (Task Force, 1996).

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 Revascularização do Miocárdio

A CRM tem permitido, durante as últimas décadas, que os pacientes com doença aterosclerótica coronariana melhorem a sobrevida, seus sintomas e sua qualidade de vida (Yang *et al.*, 2014).

A alta prevalência de fatores de risco cardiovascular entre pacientes submetidos a CRM no Brasil parece ser responsável pela taxa de mortalidade pós-operatória dessa população, caracterizada por pacientes com elevada prevalência de hipertensão arterial, infarto agudo do miocárdio e diabetes (Oliveira, Westphal e Mastoeni, 2012).

Dentre os fatores de risco, o tabagismo contribui substancialmente para a doença aterosclerótica coronariana e está entre as importantes causas de mortalidade cardiovascular (Pietrobon e Barbisan, 2010). É um indicador de aumento da frequência de CRM (Van Domburg, 2000).

### 2.2 Complicações Pulmonares

As complicações no PO de cirurgia cardíaca, na maioria das vezes, estão associadas a doenças prévias ou fatores pré-operatórios, como idade, sexo, disfunção ventricular esquerda, tipo de cirurgia, uso de balão intra-aórtico, insuficiência cardíaca congestiva, infarto recente do miocárdio, insuficiência renal, cirurgias associadas, reoperações e obesidade, porém fatores intra-operatórios, como anestesia, tempo de CEC, manipulação cirúrgica e o número de drenos pleurais também podem interferir na função pulmonar (Lopes *et al.*, 2008).

As alterações na função pulmonar após a CRM apresentam correlação multifatorial, estudos demonstram que fatores como, dor, alteração da mecânica ventilatória decorrente da esternotomia, manipulação cirúrgica, uso da CEC, drenos e os efeitos deletérios da anestesia geral sobre a função pulmonar contribuem para redução dos volumes e das capacidades pulmonares. A anestesia geral afeta a função dos músculos respiratórios, reduz a capacidade residual funcional, altera a relação ventilação-perfusão, aumenta a diferença alvéolo-arterial



de oxigênio e favorece o aparecimento de atelectasias (Lopes *et al.*, 2008; Ferreria, Marino e Cavenaghi, 2012)

Quanto à força da musculatura inspiratória, a esternotomia causa dano na estabilidade da parede torácica e diminuição do suporte sanguíneo na musculatura intercostal, o que pode diminuir a força da musculatura ventilatória (Leguisamo, Kalil e Furlani, 2005).

### 2.3 Fisioterapia Respiratória

A fisioterapia respiratória é frequentemente utilizada na prevenção e tratamento de complicações respiratórias, como retenção de secreção, prevenção de atelectasias e pneumonia, durante o período pós-operatório. A duração e frequência do tratamento fisioterapêutico para pacientes cirúrgicos são variadas, dependendo das necessidades individuais, preferência terapêutica e prática institucional (Leguisamo, Kalil e Furlani, 2005).

A fisioterapia respiratória constitui parte integrante dos cuidados do paciente cardiopata, tanto no período pré quanto no pós-operatório, contribuindo significativamente para um melhor prognóstico desses pacientes, através de técnicas específicas com o objetivo de melhorar a performance muscular, promover higiene brônquica, re-expansão pulmonar e prevenção de complicações (Ferreria, Marino e Cavenaghi, 2012).

#### 2.3.1 Ventilação não invasiva

A ventilação mecânica sem a utilização de uma via aérea artificial é definida como a ventilação não invasiva, sendo a interface entre o ventilador e o paciente realizada através de uma máscara. É um método de fácil aplicabilidade, no qual é possível incrementar as trocas gasosas utilizando diferentes níveis de pressão positiva no final da expiração (Yamauchi *et al.*, 2012). Os objetivos da VNI consistem em melhorar a ventilação alveolar e a troca gasosa, aumentar os volumes pulmonares, diminuir o trabalho respiratório, diminuir o tempo de ventilação mecânica, evitando a reintubação, e, como consequência, reduzir o tempo de internação na UTI (Preisig *et al.*, 2007).

A VNI oferece vantagens como o conforto do paciente, auxilia no desmame da ventilação mecânica e reduz a morbidade hospitalar com consequente redução do tempo internação. No entanto, pode trazer algumas complicações como lesões cutâneas, irritação dos olhos, epistaxe, distensão gástrica, vômitos e barotrauma (Fu, 2005). A cooperação do paciente, ausência de instabilidade hemodinâmica e capacidade de proteger as vias aéreas são

essenciais para aplicação e sucesso da VNI (Jaber, Chanques e Jung, 2010).

De acordo com o III Consenso Brasileiro de Ventilação Mecânica (Carvalho *et al.*, 2007), pacientes no PO de cirurgia torácica podem se beneficiar com o uso da VNI, com o objetivo de melhorar as trocas gasosas.

### 2.3.1.1 Tipos de Ventiladores e Modalidades Ventilatórias

A utilização da VNI é crescente, aumentando a disponibilidade de ventiladores que fornecem a possibilidade de ventilar de forma não invasiva os pacientes (Carvalho *et al.*, 2007).

Os ventiladores específicos para a ventilação não invasiva oferecem um bom desempenho e são atualmente utilizados para oferecer VNI domiciliar ou em UTI e ocasionalmente são utilizados em pacientes traqueostomizados ou intubados. Geralmente, esses ventiladores possuem circuito único tanto para a inspiração quanto para a expiração, incluindo uma porta de fuga intencionalmente localizada na extremidade distal do circuito ou na própria interface. Durante a expiração, os gases expirados deixam o circuito através da porta de escape, mas também podem preencher o circuito e em seguida tornar parte do volume corrente (VC) entregue ao paciente (Szkulmowski *et al.*, 2010). O ventilador BIPAP Vision permite modalidades ventilatórias espontâneas e mandatórias, limitadas a pressão e cicladas a tempo (BIPAP), pressão positiva contínua vias aéreas (CPAP) e ventilação assistida proporcional (PAV). Possui capacidade de compensar perdas de até 300 L/min, sendo a resposta da válvula inspiratória realizada pelo sistema *auto-trak* e o método de disparo pode ser a fluxo ou a tempo. Este sistema *auto-track* possui um algoritmo sensível que detecta o início da inspiração e expiração, mesmo na presença de vazamentos. Sendo capaz de rastrear, reagir e responder a cada ciclo respiratório (Respironics, 2005).

Atualmente, os ventiladores convencionais apresentam características adequadas para realização da VNI, com maior capacidade para compensação de vazamentos. O ventilador DX 3012 permite a ventilação nos modos ventilatórios assistido/controlado a volume e a pressão, pressão de suporte (PSV), pressão positiva contínua nas vias aéreas (CPAP), ventilação mandatória intermitente sincronizada (SIMV) com PSV, ventilação mandatória minuto (MMV) com PSV, PSV com volume corrente garantido, ventilação com liberação de pressão em vias aéreas (APRV), ventilação não invasiva (VNI) com PSV, volume controlado com pressão regulada (PRVC), ventilação ciclada por tempo com pressão limitada (TCPL), TCPL/SIMV com PSV e CPAP com fluxo contínuo, apresentando nas modalidades de VNI e

CPAP sistema de compensação de fugas. Este sistema de compensação de fugas compensa vazamentos de até 50 l/min., independente da fase respiratória (Dixtal Biomédica Ind. Com. Ltda., 2013).

## 2.4 Variabilidade da Frequência Cardíaca

A variabilidade da frequência cardíaca (VFC) é um termo utilizado para descrever a regulação autonômica cardíaca a partir das oscilações nos intervalos de tempo entre os batimentos cardíacos consecutivos (intervalos RR). As oscilações intrínsecas do automatismo do nódulo sino-atrial associada às influências regulatórias simpática e/ou parassimpática do SNA desencadeiam variações entre os batimentos (Task Force, 1996).

O equilíbrio dinâmico entre as influências simpáticas e vagais sob a atividade do nó sinusal promovem oscilações da FC em um determinado estado fisiológico (Task Force, 1996). Evidências científicas indicam que indivíduos que apresentam uma média maior do tônus vagal durante o repouso têm uma melhor adaptação cardíaca (Souza *et al.*, 2013).

Mudanças na VFC fornecem um indicador de comprometimento da função autonômica cardíaca. Uma alta variabilidade na FC geralmente caracteriza mecanismos autonômicos eficientes. E, inversamente, indica mau funcionamento do SNA no indivíduo (Ablonskytė-Dūdonienė *et al.*, 2012; Rajendra Acharya *et al.*, 2006). A depressão da modulação vagal pode não compensar adequadamente a estimulação simpática, deixando o coração vulnerável a taquiarritmias ventriculares e morte cardíaca súbita (Volders, 2010).

Os cálculos matemáticos das variações periódicas e não periódicas dos intervalos RR refletem a via neural mais predominante na modulação da FC. Assim, a VFC pode ser avaliada através de métodos lineares, no domínio do tempo (DT), análise realizada por meio de índices estatísticos e geométricos e no domínio da frequência (DF) (Kunz *et al.*, 2011; Task Force 1996).

A VFC pode ser analisada no DT, através da avaliação da dispersão dos intervalos RR oriundos de batimentos cardíacos sinusais. Os índices utilizados para mensuração da VFC no DT podem ser derivados de análises estatísticas ou geométricas, expressando os resultados em unidade de tempo (milissegundos) medindo cada intervalo R-R (iR-R) normal durante um determinado tempo (Tobaldini *et al.*, 2009).

Entre as formas de se calcular a VFC neste domínio, encontram-se o cálculo com base nos iR-R individuais, o SDNN refere ao desvio-padrão de todos os iR-R normais gravados em um intervalo de tempo; o SDANN representa o desvio-padrão das médias dos intervalos RR normais a cada 5 minutos, em um intervalo de tempo, expresso em ms e o  $SDNN_{index}$  refere à média dos desvios-padrão dos iR-R normais a cada 5 minutos, expresso em ms. Em todas estas análises, o resultado obtido representa a modulação global do sistema nervoso autônomo, isto é, demonstra tanto a atividade simpática quanto a parassimpática. Outra forma de se calcular a VFC neste domínio, é o cálculo com base nos iR-R adjacentes, como o pNN50 refere a porcentagem de iR-R adjacentes com diferença de duração maior que 50 ms e o rMSSD que é a raiz quadrada da média do quadrado das diferença entre os iR-R normais adjacentes, em um intervalo de tempo, expressos em ms. Diferentemente dos cálculos baseados em iR-R individuais, os cálculos baseados em iR-R adjacentes traduzem predominantemente a modulação parassimpática do sistema nervoso autônomo (Task Force, 1996; Vanderlei *et al.*, 2009).

Outra forma de analisar o intervalo R-R é o DF, esta decompõe a VFC em componentes oscilatórios fundamentais, sendo que os principais são: componentes de alta frequência (*High Frequency* – HF), com variação de 0,15 a 0,4Hz, e corresponde a modulação respiratória e é um indicador de atuação do nervo vago sobre o coração; componente de baixa frequência (*Low Frequency* – LF), com variação entre 0,04 e 0,15Hz, que é decorrente da ação conjunta dos componentes vagal e simpático sobre o coração, com predominância do simpático; componentes de muito baixa frequência (*Very Low Frequency*- VLF) e ultrabaixa frequência (*Ultra Low Frequency* –ULF) – Índices menos utilizados cuja explicação fisiológica não está bem estabelecida e parece estar relacionada ao sistema renina-angiotensina-aldosterona, à termorregulação e ao tônus vasomotor periférico (Task Force, 1996; Tobaldini *et al.*, 2009).

A relação LF/HF reflete as alterações absolutas e relativas entre os componentes simpático e parassimpático do SNA, caracterizando o balanço simpato-vagal sobre o coração (Vanderlei *et al.*, 2009).

De acordo com a literatura, os benefícios da VNI estão estabelecidos para os pacientes com tratamento de insuficiência respiratória crônica e aguda secundária a diferentes etiologias e também como método facilitador para o desmame da ventilação mecânica invasiva. Embora haja evidências que a aplicação de VNI com dois níveis pressóricos (BIPAP) altera a

modulação autonômica (Pantoni *et al.*, 2011), não há estudos que demonstrem a influência da modulação autonômica no PO de CRM comparando ventiladores mecânicos convencionais com ventiladores mecânicos específicos para VNI, e, portanto justifica-se a realização deste estudo para identificar possíveis alterações autonômicas e correlaciona-las à alterações hemodinâmicas durante a realização da VNI. O presente estudo testou a hipótese que há alteração do comportamento autonômico e correlação entre a função autonômica e alterações hemodinâmicas durante a realização da VNI em ventiladores diferentes no PO de CRM.

### 3 OBJETIVOS

#### 3.1 Objetivo Geral

Avaliar o comportamento autonômico durante o procedimento de ventilação não invasiva com dois modelos de ventiladores mecânicos no pós-operatório de CRM.

#### 3.2 Objetivo Específico

Correlacionar o comportamento autonômico com alterações hemodinâmicas durante a ventilação não invasiva realizada com dois modelos de ventiladores mecânicos no pós-operatório de CRM.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Participantes e Local de Realização da Pesquisa

O estudo foi realizado na Unidade de Terapia Intensiva do Hospital de Clínicas de Uberlândia – HC/UFU, durante o período de nove meses (Agosto-2013 a Maio-2014). Foram incluídos no estudo todos os pacientes elegíveis submetidos à CRM no primeiro dia de pós-operatório e que aceitaram assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (APÊNDICE A).

O projeto de pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Uberlândia (Parecer: 226.991, aprovado em 15/03/2013) (ANEXO A).

### 4.2 Desenho do Estudo

Trata-se de um estudo randomizado, prospectivo, transversal, quantitativo do tipo crossover.

### 4.3 Critérios de Inclusão

Foram incluídos pacientes no primeiro dia de pós-operatório da cirurgia de revascularização do miocárdio, sujeitos de ambos os sexos, idade entre 50 e 70 anos; em respiração espontânea e saturação periférica de oxigênio ( $SpO_2$ )  $\geq 90\%$  e oxigênio suplementar  $\leq 3$  l / min..

### 4.4 Critérios de Exclusão

Participantes que apresentaram instabilidade hemodinâmica com resposta hipertensiva, sendo considerada a pressão arterial sistólica (PAS) maior que 180 mmHg e pressão arterial diastólica (PAD) maior que 110 mmHg, ou diferença de PAS e PAD inferior a 20 mmHg ou resposta hipotensiva considerando PAS  $<90$  mmHg e / ou PAD  $<50$  mmHg, uma vez que a PAS normais estavam entre 90-130 mmHg e diastólica de 60-90 mmHg (Lenfant, 1997); presença de marcapasso cardíaco ativo; ventilação mecânica invasiva mais de 24 horas; uso de balão intra-aórtico no pós-operatório; infarto do miocárdio após a cirurgia; tosse ineficaz

com hipersecreção brônquica; incapacidade de deglutição adequada e / ou proteção das vias aéreas; distensão abdominal; náuseas e vômitos.

#### 4.5 Plano de Recrutamento

As intervenções foram realizadas em um único dia, no leito da UTI, no primeiro dia de pós-operatório, por dois investigadores, que realizaram a coleta de dados e os procedimentos de VNI.

Para manter a aleatoriedade foi realizado randomização em bloco 2x4, utilizando o programa Research Randomizer. Este determinou a técnica que iniciaram a abordagem para depois, por crossover realizarem a técnica sequencial.

Os pacientes foram distribuídos aleatoriamente e posteriormente submetidos à VNI com um ventilador convencional, projetado para ventilação invasiva, mas dispõe a modalidade de VNI e um sistema de compensação de fuga (DX 3012®, Dixtal) (Dixtal Biomédica Ind. Com. Ltda., 2013), ou um ventilador específico, projetado para VNI (BIPAP Vision®, Respironics) (Respironics, 2005). Ambos os grupos utilizaram máscara facial (Image3®, Respironics, EUA) fixada à face do paciente por meio de fechos de silicone e os circuitos correspondentes de cada ventilador.

Para a execução da segunda técnica foi realizado um intervalo de tempo, conhecido como *wash-out*, de no mínimo 01 hora, para que o paciente atinja os parâmetros basais: PAS, PAD, FC e frequência respiratória (FR). Foi realizado projeto piloto com três pacientes e, a partir da monitorização após a primeira técnica de VNI e comparação com os parâmetros basais, foi determinado o tempo mínimo de 1 hora para o período de *whash-out*.

Após o *wash-out*, os parâmetros: PAS, PAD, FC e FR foram avaliados e comparados com os registrados no início da primeira técnica. Só foi realizada a segunda técnica após a normalização destes parâmetros, com o objetivo de eliminar os efeitos *carry-over*.

#### 4.6 Protocolo Experimental

Os procedimentos de VNI foram iniciados após quatro horas do procedimento de extubação, no leito de UTI climatizada, mantendo a temperatura entre 22°C a 24 °C. O paciente foi posicionado em decúbito dorsal (Fowler 45°), como rotina do setor de



cardiologia. Após, o transmissor (WearLink® TM) foi apostado sob o quinto espaço intercostal, responsável por captar os sinais relacionados com a atividade cardíaca gravado em um monitor de pulso (Polar modelo RS800CX™, Polar Electro OR) para transferência de dados para o computador (Notebook LG R380- 2100) utilizando o *software* Polar Precision Performance™ através de uma interface com o dispositivo de infravermelho. Os seguintes dados foram exportados como *txt* documento para o *software* específico de análise e interpretação de VFC (Kubios HRV® versão 2.0).

Os dados relacionados à PAS, PAD, FC, FR e SpO<sub>2</sub> foram registrados em diferentes momentos: no instante de 5', 10' e 15' antes da VNI, 5', 10', 15', 20', 25', 30' durante a VNI e nos instantes 5', 10' e 15' após o término dos procedimentos de VNI, através do monitor Dixtal 2020®. Durante a VNI também foi registrado o volume corrente (VC). A VFC foi registrada em todos os tempos: 15' iniciais - antes dos procedimentos de VNI, 30' durante ambos os procedimentos e 15' finais, após o último procedimento de VNI. Durante os 30' de VNI foram descartados os 10 primeiros minutos e após, dentre os 20' restantes, foi selecionado o trecho de 15' com menor interferência.

A fração inspirada de oxigênio (FiO<sub>2</sub>) foi ajustada para manter a SpO<sub>2</sub> acima de 90%, a pressão expiratória final positiva (PEEP) foi mantida em 8 cmH<sub>2</sub>O para todos os pacientes, enquanto a pressão de suporte (PSV) no ventilador convencional, ou pressão inspiratória final (IPAP) no ventilador específico foram ajustadas para manter o conforto do paciente e um VC de 8 ml / kg, considerando o peso corporal ideal do paciente (Carvalho *et al.*, 2007). Pantoni e cols., em 2011, mostraram que a PEEP de 8 cmH<sub>2</sub>O exerce maior influência positiva sobre o sistema nervoso autônomo cardíaco em pacientes no PO de CRM (Pantoni *et al.*, 2011).

#### 4.7 Análise da Variabilidade da Frequência Cardíaca

Durante o período anterior ao início dos procedimentos de VNI, primeiros 15' e período final, após a finalização dos dois procedimentos de VNI, últimos 15', foi realizado a seleção de todo o trecho para a análise dos intervalos R-R (ms).

Os primeiros dez minutos após o início da VNI foram descartados, por ser considerado um período de adaptação do participante à aplicação da técnica. E durante os 20' finais, foi selecionado o trecho de 15' de maior estabilidade que somasse 250 pontos.

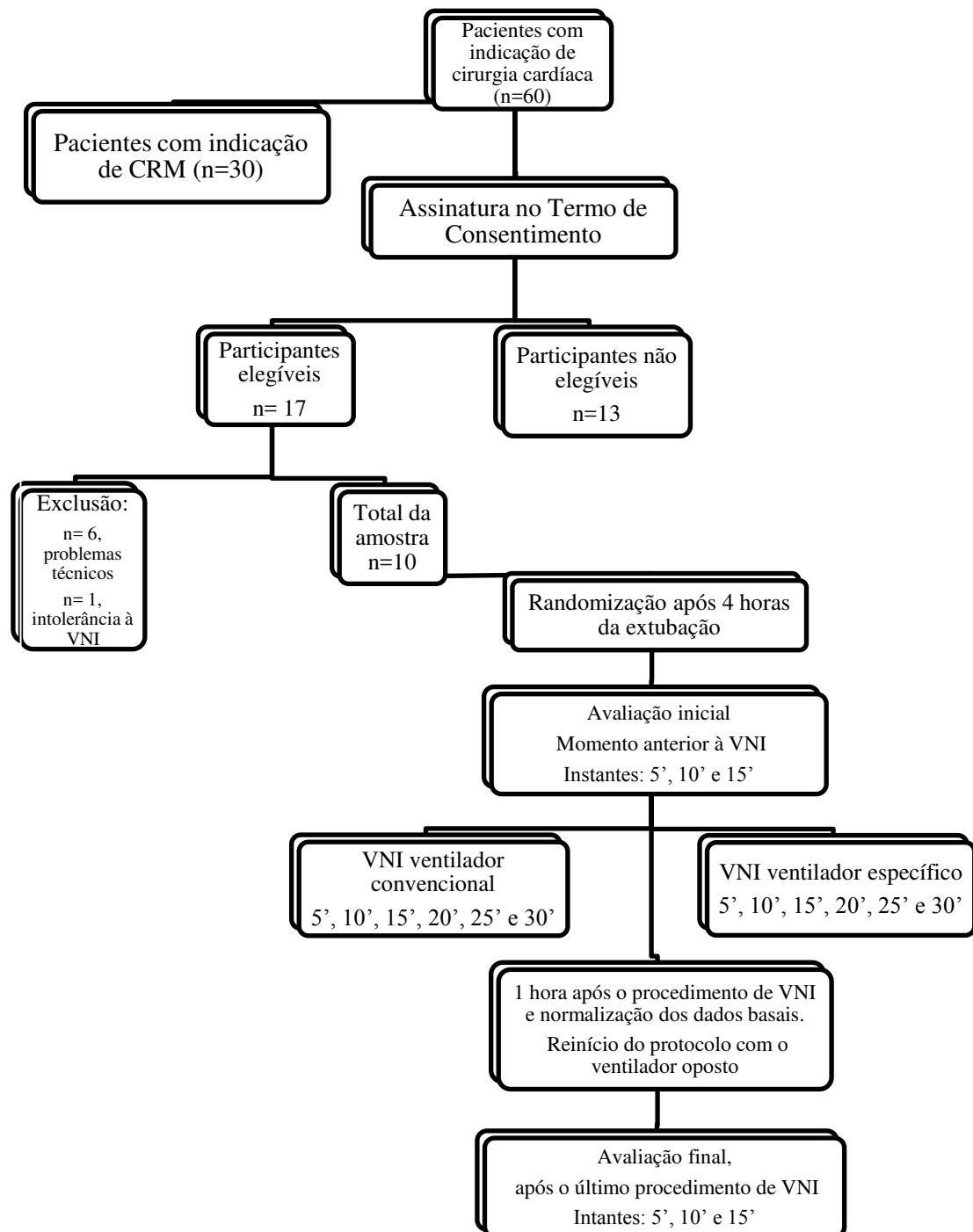
Para a correção de artefatos foi utilizado um filtro muito baixo a fim de garantir a preservação das características da série temporal de intervalo RR.

A VFC foi analisada por modelos estatísticos e matemáticos lineares nos domínios do tempo (DT) e frequência (DF). No DT foi analisado a média dos intervalos R-Ri (intervalos R-R), o desvio padrão de todos os R-Ri (SDNN) em ms, raiz quadrada da média dos quadrados das diferenças entre intervalos RR adjacentes (RMSSD), número percentual de pares de intervalos RR adjacentes maior que 50 ms (pNN50) e número de pares de R-Ri normais adjacentes diferentes por 50 ms (NN50).

A análise do DF foi realizada por meio da análise espectral, através das bandas de muito baixa frequência (VLF), potência na faixa de baixa frequência (LF) e potência na faixa de alta frequência (HF). Neste estudo utilizamos as bandas LF (0,04 a 0,15Hz) e HF (0,15 a 0,4), que melhor representam os componentes simpato-vagal no controle da FC. Os componentes de HF e LF foram expressos em unidades normalizadas e como a razão entre as áreas absolutas de LF e HF (LF/HF) (Task, 1996).

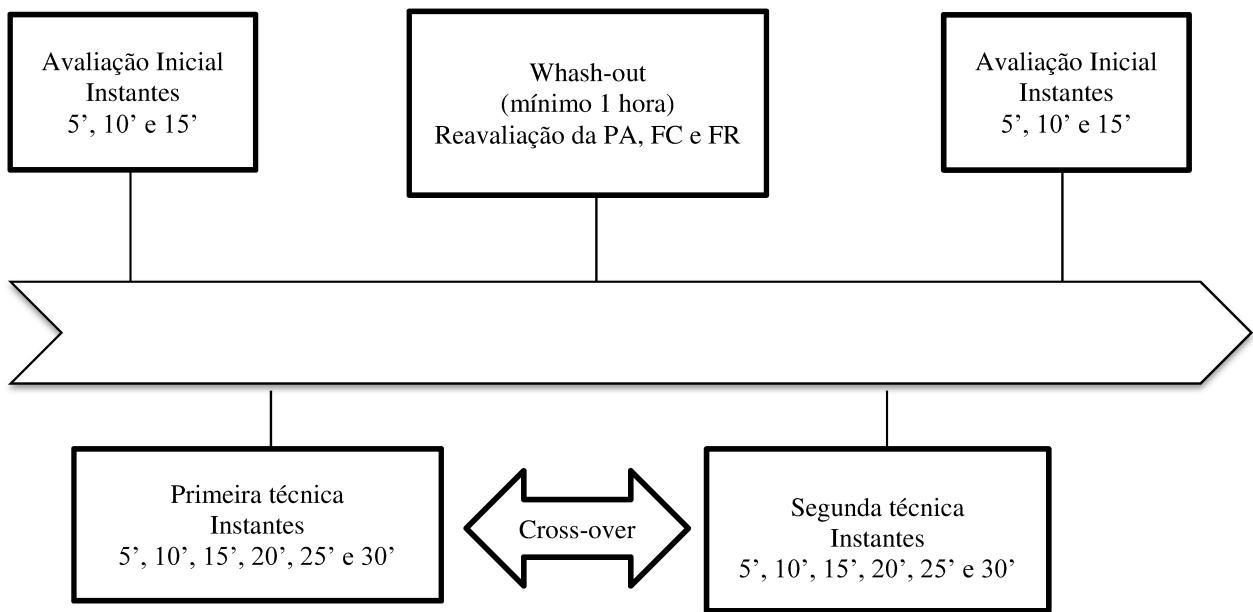
Os índices no DF foram obtidos através da FFT, obtendo um sinal discretizado a partir de um sinal contínuo do tempo. Esta análise é derivada da densidade do espectro de potência que descreve a distribuição da densidade em função da frequência, ou seja, a análise espectral decompõe a VFC total em seus componentes causadores, apresentando-os de acordo com a frequência com que alteram a FC. As ondas foram decompostas para serem interpretadas, a decomposição em ondas mais simples é realizada para melhor interpretação (Task Force, 1996).

Foram coletadas nos prontuários de internação dos pacientes, informações referentes ao tipo de cirurgia, tempo de cirurgia, de ventilação mecânica, circulação extracorpórea e clampeamento aórtico. O delineamento do estudo encontra-se na Figura 1 e a Figura 2 representa uma linha do tempo com os as fases do estudo.



Fonte: Autor.

Figura 1. Delineamento do estudo.



Fonte: Autor

Figura 2. Linha do tempo representando o protocolo experimental.

#### 4.8 Análise Estatística

Para investigar a normalidade dos dados foi utilizado o teste de Shapiro-Wilk e para a comparação dos dados vitais (PAS, PAD, FC, FR e SpO<sub>2</sub>) e volume corrente durante o uso de VNI e análise das diferenças entre os índices de VFC foi utilizado o teste de Wilcoxon.

A análise de correlações entre a fração de ejeção (FEVE), o tempo de circulação extracorpórea (CEC), anastomose, tempo de ventilação mecânica, dias de internação, PAS, PAD, FC, FR, SpO<sub>2</sub> e VFC foi utilizado o Coeficiente de Correlação por Postos de Spearman.

As análises estatísticas foram realizadas utilizando o *software* SPSS (Statistical Package for Social Sciences), na versão 17.0.

#### 4.9 Resultados

Durante o período de 9 meses de coleta, 60 pacientes foram indicados para cirurgia cardíaca, 30 foram submetidos a CRM, dos quais 17 foram elegíveis, sendo que 06 deles apresentaram sinal inadequado para processamento e análise da VFC e 01 paciente não tolerou o procedimento de VNI (Figura 1). Assim, 10 indivíduos foram incluídos na amostra, com uma média de idade de  $59,5 \pm 8,1$  anos. A caracterização da amostra é apresentada na Tabela 1.

Tabela 1. Caracterização da amostra.

<b>Características</b>	<b>Média e Dp</b>
Número de participantes	10
Idade (anos)	59,5 ± 8,1
Sexo (M/F)	8      2
Peso corporal (Kg)	69,87±5,71
Altura (m)	1,66±0,07
Índice de Massa Corpórea (Kg/m <sup>2</sup> )	25,48±1,56
FEVE	0,55±0,12
<b>Dados relacionados ao ventilador</b>	
PSV (cmH <sub>2</sub> O)	13,5±1,26
FiO <sub>2</sub> (%)	24±0,02
<b>Fatores de Risco</b>	
Tabagista/ Ex-tabagista/ Não tabagista	1    8    1
Hipertensão (Tratada)	6
Diabetes mellitus	4
Dislipidemia	4
<b>Dados intra e pós-operatório</b>	
CEC, minutos	65±10
CA, minutos	54±10
Ventilação Mecânica, horas	12±2
Anastomoses, número	2,70±0,95

DP= desvio-padrão; M= masculino; F= feminino; Kg = quilograma; m= metros; Kg/m<sup>2</sup>= quilos por metro quadrado; FEVE= fração de ejeção do ventrículo esquerdo; CEC= circulação extracorpórea; CA= clampeamento aórtico; Dados são expressos em valores absolutos, médias e desvio padrão. Fonte: Autor.

#### Avaliação das variáveis durante os 15' antes da realização do procedimento de VNI

Não foram encontradas correlações estatisticamente significativas entre os valores da PAS, PAD e os índices da VFC.

Verificaram-se correlações positivas, estatisticamente significativas, entre os valores da FC e os índices LF (\*p= 0,028) e LF/HF (\*p= 0,042) e correlações negativas, estatisticamente significativas, entre os valores das variáveis HF e a FC (\*p=0,025).

Resposta da PAS, PAD, FR, SpO<sub>2</sub>, FC e VFC durante o uso da VNI com os dois tipos de ventiladores

Durante a aplicação da VNI, houve diferença significativa na PAS, PAD e FC, sendo que, os valores referentes a PAS e FC foram mais elevados foram obtidos durante a VNI no ventilador convencional. Também foi encontrada uma diferença estatisticamente significativa na PAD durante a realização da VNI no ventilador específico, os pacientes apresentaram valores mais elevados da PAD (Tabela 2).

Tabela 2. Comparação dos dados vitais durante a VNI com os dois tipos de ventiladores.

Variáveis Analisadas	Probabilidades
Pressão Arterial Sistólica (mmHg)	0,0003*
Pressão Arterial Diastólica (mmHg)	0,0108*
Frequência Cardíaca (bpm)	0,0228*
Frequência Respiratória (irpm)	0,4990
Saturação de Oxigênio (%)	0,1282

Valores de p referente a pressão arterial sistólica, pressão arterial diastólica, frequência respiratória, frequência cardíaca e saturação de oxigênio. (\*)  $p < 0,05$ . Fonte: Autor.

Houve aumento estatisticamente significativo do índice HF durante a realização da VNI no ventilador específico (\* $p = 0,0469$ ). A Tabela 3 apresenta os dados referentes a mediana e os limites mínimo e máximo das variáveis autonômicas durante a VNI com o ventilador convencional e específico.

Tabela 3. Comparação das variáveis de VFC durante a VNI nos dois tipos de ventiladores.

	Ventilador Específico Mediana (mín.-máx.)	Ventilador Convencional Mediana (mín.-máx.)	Probabilidade (p)
SDNN (ms)	29,15 (13,4-50,4)	27,85 (10-43,8)	0,6165
rMSSD (ms)	4,85 (1,5-12,4)	3,9 (2,1-10,1)	0,1851
pNN50 (%)	0 (0-2,4)	0 (0-3,82)	0,7532
NN50 (ms)	0 (0-1,4)	0 (0-1,7)	0,4652
HF (un)	39,3 (11,9-42,2)	19,1 (11,9-38,1)	0,0469*
LF (un)	60,7 (53-88,1)	62,85 (54-85,9)	0,2026
LF/HF	2,93 (1,34-5,1)	3,444 (0,635-7,405)	0,5754

SDNN= desvio-padrão de todos os iR-R normais, em ms; rMSSD= raiz quadrada da média do quadrado das diferenças entre os iR-R sucessivos, em ms; pNN50= percentagem de iR-R sucessivos qe diferem mais do que 50 ms; NN50= úmero de pares de iR-R sucessivos que diferem mais do que 50 ms; HF= alta frequência, em unidades normatizadas; LF= baixa frequência, em unidades normatizadas; LF/HF= razão entre a banda de baixa frequência/ banda de alta frequência; Resultados obtidos através da aplicação do teste de Wilcoxon aos valores dos índices obtidos durante a realização da VNI com ventilador convencional e específico. Fonte: Autor.

O comportamento das variáveis hemodinâmicas, respiratórias e autonômicas durante a aplicação da VNI nos dois tipos de ventiladores foram expressos na Tabela 4 e 5, através da mediana, limite mínimo e máximo.



Tabela 4. Comportamento das variáveis hemodinâmicas, respiratórias e autonômicas durante a VNI com ventilador convencional.

Ventilador Convencional							
Variáveis		5'	10'	15'	20'	25'	30'
HDM	PAS (mmHg)	131(100;189)	131,5(100;177)	130(102;181)	128,5(108;173)	136(107;177)	135,5(110;175)
	PAD(mmHg)	61,5(60;80)	61(60;80)	65(61;80)	64,5(61;77)	63,5(59;93)	64,5(59;75)
	FC (bpm)	89(80;103)	91(68;113)	90,5(76;113)	91,5(66;113)	89,5(64;116)	93,5(67;116)
	FR (ipm)	18,5(14;34)	21(14;32)	20(12;27)	21(13;28)	20(10;28)	20(13;25)
Respiratória	SpO <sub>2</sub> (%)	98(94;100)	97,5(94;99)	97,5(95;99)	97,5(95;100)	97(94;100)	97(95;99)
	VC (ml)	624(428;970)	604,5(417;850)	635(480;868)	610(433;905)	705(368;960)	749,5(441;932)
Autonômica	iRR média	-	-	567,2(506.5;876.7)	567,2(506.5;876.7)	567,2(506.5;876.7)	567,2(506.5;876.7)
	SDNN (ms)	-	-	27,85(10;43.8)	27,85(10;43.8)	27,85(10;43.8)	27,85(10;43.8)
	rMSSD (ms)	-	-	3,9(2.1;40.1)	3,9(2.1;40.1)	3,9(2.1;40.1)	3,9(2.1;40.1)
	pNN50 (%)	-	-	0(0;3,820)	0(0;3,820)	0(0;3,820)	0(0;3,820)
	NN50 (ms)	-	-	0(0;12.7)	0(0;12.7)	0(0;12.7)	0(0;12.7)
	LF (un)	-	-	79,9(38,8;88.1)	79,9(38,8;88.1)	79,9(38,8;88.1)	79,9(38,8;88.1)
	HF (un)	-	-	19,1(11.9;38.1)	19,1(11.9;38.1)	19,1(11.9;38.1)	19,1(11.9;38.1)
	LF/HF	-	-	3,444(0.635;7.405)	3,444(0.635;7.405)	3,444(0.635;7.405)	3,444(0.635;7.405)

HDM: hemodinâmicas; PAS: pressão arterial sistólica; PAD: pressão arterial diastólica; mmHg: milímetro de mercúrio; FR: frequência respiratória; ipm: incursões por minuto; FC: frequência cardíaca; bpm: batimentos p minuto; SpO<sub>2</sub>: saturação periférica de oxigênio; %: porcentagem; VC: volume corrente; ml: mililitros; RR média: média dos intervalos RR; SDNN: desvio-padrão de todos os intervalos RR normais registrados em um intervalo de tempo; pNN50: porcentagem de intervalos RR adjacentes com diferença de duração maior que 50 ms; NN50: número de pares de intervalos NN adjacentes diferentes por 50 ms ; HF: componentes de alta frequência ; LF: componente de baixa frequência ; LF/HF: relação componente de baixa frequência pelo componente de alta frequência. Fonte: Autor.

Tabela 5. Comportamento das variáveis hemodinâmicas, respiratórias e autonômicas durante a VNI com ventilador específico.

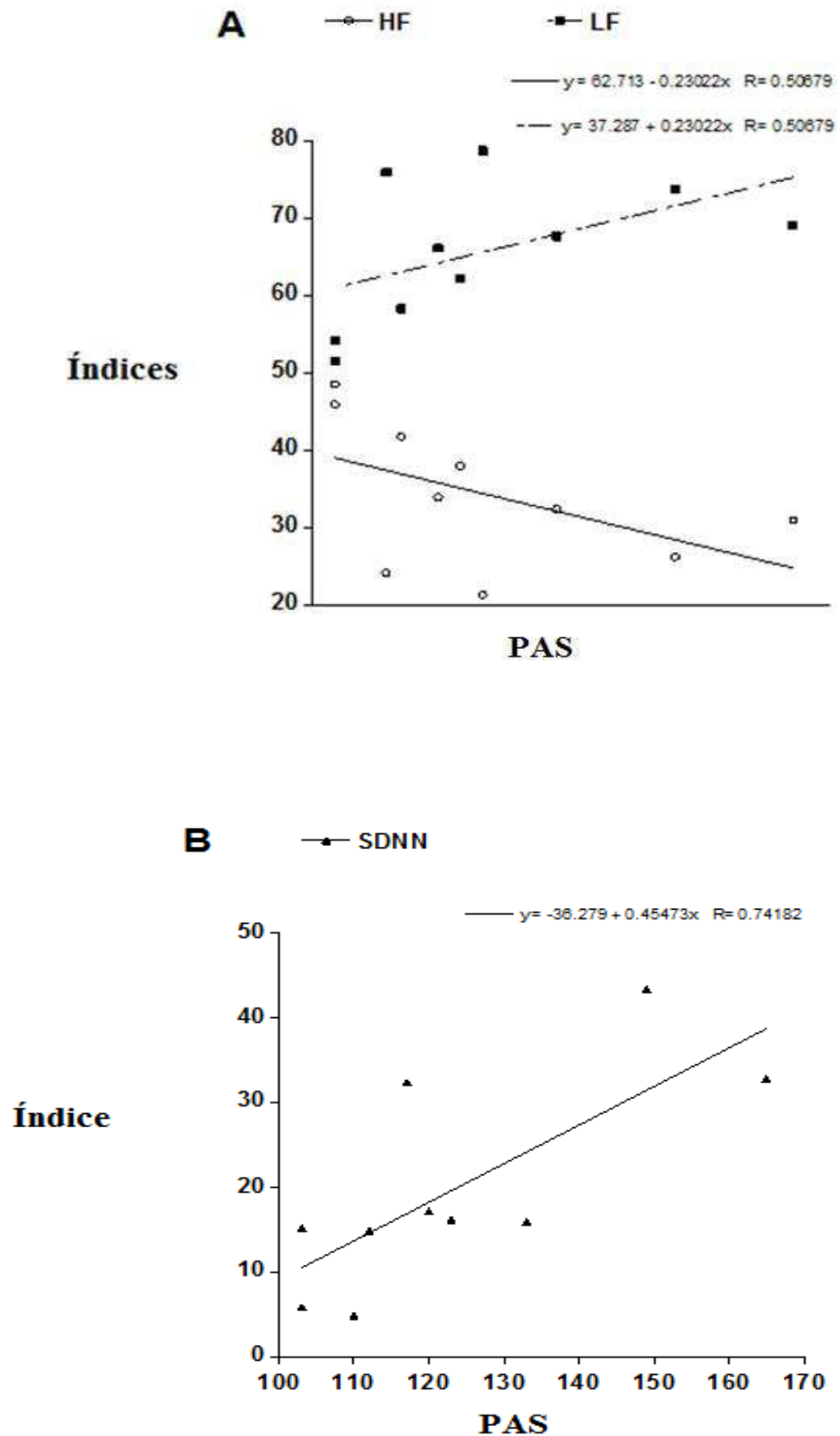
Ventilador Específico							
Variáveis		5'	10'	15'	20'	25'	30'
HDM	PAS(mmHg)	122(91;166)	122,5(86;170)	125(83;165)	126,5(100;182)	126,5(100;182)	126(100;176)
	PAD(mmHg)	61(49;89)	61(47;89)	60,5(48;89)	64,5(48;80)	60,5(48;89)	64(47;89)
	FC (bpm)	87,5(69;118)	86(66;120)	86(76;119)	89(73;119)	90(65;118)	91,5(67;117)
	FR (ipm)	17(12;35)	18(13;35)	19(13;29)	21(12;29)	22,5(13;30)	22(15;32)
Respiratórias	SpO <sub>2</sub> (%)	98(95;99)	97,5(94;99)	97(95;99)	97(95;99)	97(95;99)	97,5(95;99)
	VC (ml)	608(413;790)	549,5(507;862)	572(440;970)	552(470;760)	603(450;698)	598,5(440;970)
	RR média	-	-	529,15(473,4;650,4)	529,15(473,4;650,4)	529,15(473,4;650,4)	529,15(473,4;650,4)
	SDNN (ms)	-	-	9,25(4,7;29,9)	9,25(4,7;29,9)	9,25(4,7;29,9)	9,25(4,7;29,9)
Autonômicas	rMSSD (ms)	-	-	4,85(1,5;12,4)	4,85(1,5;12,4)	4,85(1,5;12,4)	4,85(1,5;12,4)
	pNN50 (%)	-	-	0(0;2,4)	0(0;2,4)	0(0;2,4)	0(0;2,4)
	NN50 (ms)	-	-	0(0;2,4)	0(0;2,4)	0(0;2,4)	0(0;2,4)
	LF (un)	-	-	60,7(38,8;88,1)	60,7(38,8;88,1)	60,7(38,8;88,1)	60,7(38,8;88,1)
	HF (un)	-	-	39,3(11,9;42,2)	39,3(11,9;42,2)	39,3(11,9;42,2)	39,3(11,9;42,2)
	LF/HF	-	-	1,675(1,345;5,1)	1,675(1,345;5,1)	1,675(1,345;5,1)	1,675(1,345;5,1)

HDM: hemodinâmicas; PAS: pressão arterial sistólica; PAD: pressão arterial diastólica; mmHg: milímetro de mercúrio; FR: frequência respiratória; ipm: incursões por minuto; FC: frequência cardíaca; bpm: batimentos p minuto; SpO<sub>2</sub>: saturação periférica de oxigênio; %: porcentagem; VC: volume corrente; ml: mililitros; RR média: média dos intervalos RR; SDNN: desvio-padrão de todos os intervalos RR normais registrados em um intervalo de tempo; pNN50: porcentagem de intervalos RR adjacentes com diferença de duração maior que 50 ms; NN50: número de pares de intervalos NN adjacentes diferentes por 50 ms ; HF: componentes de alta frequência ; LF: componente de baixa frequência ; LF/HF: relação componente de baixa frequência pelo componente de alta frequência. Fonte: Autor.

#### Avaliação das variáveis PAS, PAD, FR, SpO<sub>2</sub>, FC e VFC após o término dos procedimentos de VNI

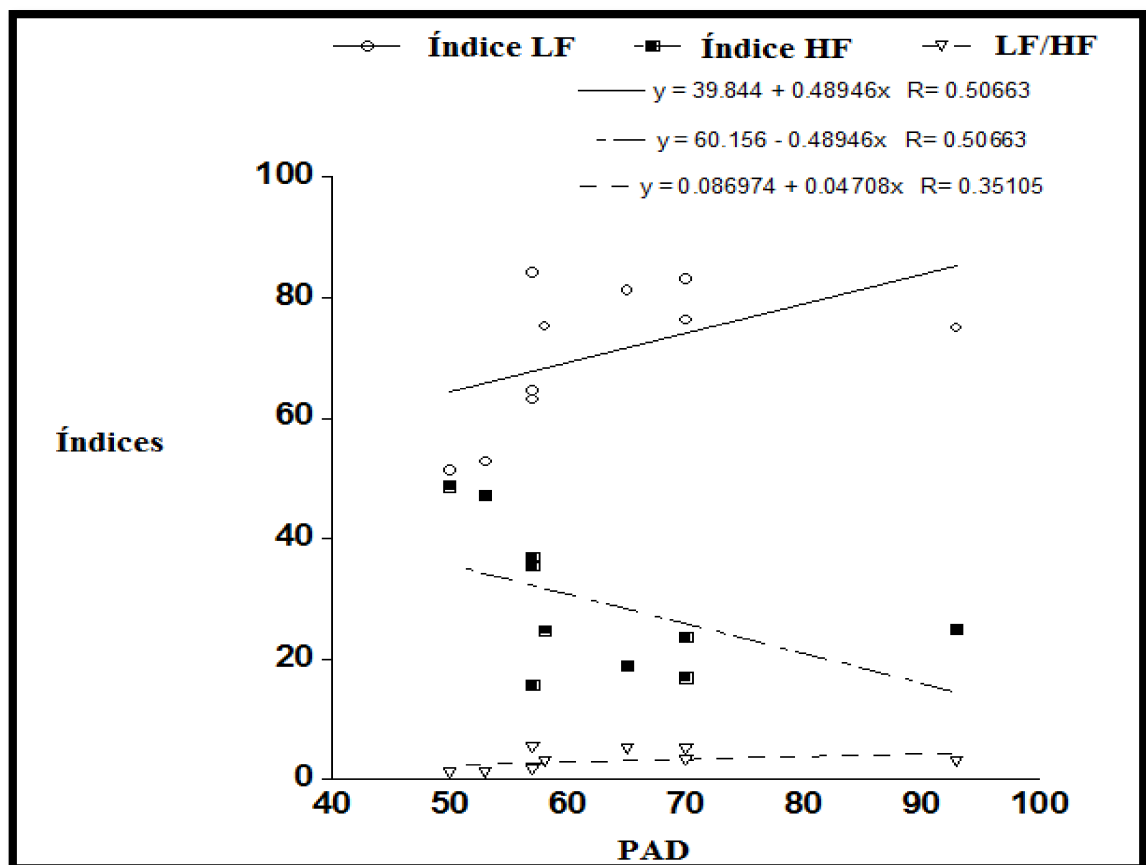
Verificaram-se correlações positivas, estatisticamente significativas, entre a PAS e as variáveis: SDNN (\*p=0,006) no instante de 10' e LF (\*p=0,014) no instante de 15'. Observou-se correlação negativa, estatisticamente significante, entre a PAS e o índice HF (\*p=0,017) no instante de 15' (Figura 3).

Figura 3. Correlação entre a PAS e os índices HF e LF (A) e o índice SDNN (B)



A PAD apresentou correlação positiva, estatisticamente significativa, com as variáveis: LF (\*p= 0,014 e r= +0,744) no instante de 5', LF (\*p=0,023) e LF/HF (\*p=0,012) no instante de 10' e LF (\*p=0,014 e r=0,742) no instante de 15'. Também foi encontrada correlação negativa, estatisticamente significativa, da PAD e as variáveis: HF (\*p=0,014 e r= -0,744) no instante de 5', HF (\*p=0,038) no instante de 10' e HF (\*p=0,015 e r= -0,736) no instante de 15'. A Figura 4 demonstra a correlação entre a PAD e os índices HF, LF e LF/HF durante o instante de 10'.

Figura 2. Correlação entre a PAD e os índices HF, LF e LF/HF durante o instante de 10'.



Fonte: Autor.

Verificou-se correlações positivas, estatisticamente significativas, entre a FC e o índice HF durante o instante de 5' e 10'. Foi encontrado correlações negativas, estatisticamente significantes, entre a FC e o LF/HF durante o instante de 5' e o índice LF durante o instante de 5 e 10' (Tabela 6).

Tabela 6. Valor de  $r_s$  e  $p$  referente aos índices de VFC no DF, após o último procedimento de VNI, durante os 15' finais.

Instante de 5'	Valor de $r_s$	Valor de $p$
HF (u.n)	0.669	0.035
LF (u.n)	-0.669	0.035
LF/HF	-0.644	0.044
Instante de 10'		
HF (u.n)	0.641	0.046
LF (u.n)	-0.641	0.046

HF= alta frequência, em unidades normalizadas; LF= baixa frequência, em unidades normalizadas; LF/HF= razão entre a banda de baixa frequência/ banda de alta frequência.  
Fonte: Autor.

Não houve diferenças entre as variáveis hemodinâmicas, respiratórias e autonômicas durante o período inicial, 15' antes da realização do primeiro procedimento de VNI, e pós-VNI, 15' após a realização do último procedimento de VNI (Tabela 7).

Tabela 7. Comportamento das variáveis HDM, respiratórias e autônomas durante o período pré e pós-VNI.

Variáveis		Pré- VNI	Pós- VNI
		15'	15'
HDM	PAS (mmHg)	120(100; 160)	119(168; 101)
	PAD (mmHg)	64,5(50; 75)	57,5(50; 93)
	FC (bpm)	95,5(71; 124)	94,5(71; 113)
	FR (ipm)	20,5(12; 25)	21,5(14; 37)
Respiratórias	SpO <sub>2</sub> (%)	95,5(94; 100)	96(91; 98)
	iRR média	754,7(512; 859,8)	549,9(523; 892,7)
	SDNN (ms)	29,75(12,2; 38,3)	16,05(4,9; 43,4)
	rMSSD (ms)	11,85(1,2; 20,4)	2,25(1; 16,7)
Autonômicas	pNN50 (%)	0,25(0; 9,4)	0(0; 1,7)
	NN50 (ms)	2,5(1; 2,04)	1(0; 25)
	HF (un)	68,15(41,4; 85,9)	33,15(21,3; 48,5)
	LF (un)	31,85(14,1; 58,6)	66,85 (31,5; 78,7)
	LF/HF	2,103(0,706; 6,079)	2,529(1,074; 3,689)

HDM: hemodinâmicas; PAS: pressão arterial sistólica; PAD: pressão arterial diastólica; mmHg: milímetro de mercúrio; FR: frequência respiratória; ipm: incursões por minuto; FC: frequência cardíaca; bpm: batimentos p minuto; SpO<sub>2</sub>: saturação periférica de oxigênio; %: porcentagem; VC: volume corrente; ml: mililitros; RR média: média dos intervalos RR; SDNN: desvio-padrão de todos os intervalos RR normais registrados em um intervalo de tempo; pNN50: porcentagem de intervalos RR adjacentes com diferença de duração maior que 50 ms; NN50: número de pares de intervalos NN adjacentes diferentes por 50 ms ; HF: componentes de alta frequência ; LF: componente de baixa frequência ; LF/HF: relação componente de baixa frequência pelo componente de alta frequência. Fonte: Autor.

#### 4.10 Discussão

Este estudo hipotetizou que a utilização da VNI pode influenciar o comportamento autonômico, de diferentes formas e intensidades, dependendo do tipo de ventilador mecânico utilizado para administrar pressão positiva não invasiva no pós- operatório de cirurgia cardíaca. Bem como, avaliar a correlação existente entre a função hemodinâmica e as mudanças autonômicas durante e após a aplicação da técnica.

Os resultados sustentam a primeira hipótese, uma vez que houve aumento do índice HF durante a execução da VNI no ventilador específico. O índice HF é um componente da VFC que reflete a modulação vagal no nódulo sinusal ( Task Force, 1996). Alguns estudos têm demonstrado a diminuição da HF durante o infarto do miocárdio (Zhu *et al.*, 2013), diabetes mellitus (Lindmark *et al.*, 2003) e a insuficiência cardíaca congestiva (Axelrod *et al.*, 1987).

A alteração do componente HF está intimamente ligada às alterações do sistema respiratório (Sasaki e Maruyama, 2014). O que pode estar relacionado com o sistema de compensação de vazamentos (auto-trak). Este sistema funciona utilizando algoritmo capaz de detectar o início da inspiração e expiração, mesmo na presença de vazamento. Assim, o sistema responde a cada ciclo respiratório, com reconhecimento do vazamento e ajuste automático dos níveis pressóricos (Respironics, 2005). A diminuição das pressões intratorácicas que ocorre durante a fase inspiratória promove diminuição no volume de ejeção do ventrículo esquerdo que resulta na diminuição da pressão arterial sanguínea que, provavelmente promove redução nos intervalos R-R devido à diminuição do estímulo dos barorreceptores sino-carotídeo e aórtico (Brown *et al.*, 1993; Bernardi *et al.*, 2001; Larsen *et al.*, 2010). Dessa forma, a redução da pré-carga provoca descarga dos barorreceptores cardiopulmonares que promovem ajustes autonômicos cardíacos frente às alterações hemodinâmicas (Mitchell e Victor, 1996; Radaelli *et al.*, 2004).

Estudos prévios encontraram diminuição da VFC no PO de CRM (Wu *et al.*, 2005) Soares e cols, também encontraram diminuição acentuada da VFC no pós-CRM, principalmente entre o terceiro e sexto dia, retornando os valores iniciais somente entre 30 e 60 dias de pós-operatório (Soares *et al.*, 2005). Porém, durante a aplicação de VNI com níveis mais altos de PEEP foi encontrado melhor desempenho autonômico cardíaco nos pacientes no pós-CRM (Pantoni *et al.*, 2011). Em pacientes com apnéia obstrutiva do sono, o uso de CPAP aumenta a VFC independente do sexo ou peso (Kufoy *et al.*, 2012). Cheng e col. estudaram a VFC em pacientes com síndrome da apnéia hipopnéia obstrutiva do sono hipertensos e normotensos durante a VNI no modo CPAP (Cheng *et al.*, 2011). Durante a aplicação do CPAP, os pacientes hipertensos apresentaram melhor desempenho autonômico comparado com os normotensos. Reis e cols., em 2010, mostraram o benefício do CPAP em pacientes com DPOC e IC crônica sob o balanço autonômico cardíaco através do aumento na variabilidade da frequência cardíaca total (Reis *et al.*, 2010). Por outro lado, Borghi e cols, encontraram aumento da atividade simpática durante a aplicação Bilivel de pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica (Borghi-Silva *et al.*, 2008).

Durante a realização da VNI houve importante influência sobre o sistema cardiovascular causando aumento na PAS, PAD e FC. Essas alterações podem ocorrer devido à ação barorreflexa, estes receptores detectam mudanças no padrão respiratório, volume de ejeção do ventrículo esquerdo e alterações da pressão arterial modificando o intervalo RR. Durante a VNI ocorrem alterações hemodinâmicas oriundas da mudança de pressão

intratorácica, refletido em menor volume de ejeção. Para manter a homeostase o sistema nervoso autônomo realiza ajustes, reproduzindo respostas fisiológicas nos intervalos dos batimentos cardíacos influenciando assim o controle autônomo da FC ( Task Force, 1996; Csv *et al.*, 1998).

Durante o período de recuperação, após a realização dos procedimentos de VNI, observou-se alteração da resposta autônoma relacionado às variáveis hemodinâmicas FC, PAS e PAD, demonstrando, assim, que o aumento da FC, PAS e/ou PAD estão relacionados à modulação autônoma. Apesar de ambas as variáveis apresentarem correlação de moderada a forte, esse dado demonstra a importância de acompanhamento e monitorização do paciente ainda após a realização de VNI.

Tal importância também se aplica na monitorização das variáveis autônoma. Houve alteração das variáveis analisadas no período inicial (15' antes da realização da VNI) e no período final (15' após a realização dos procedimentos de VNI). No período inicial houve correlações positivas entre a FC e o índice LF. Índice este determinado pela estimulação conjunta do sistema nervoso simpático e vagal, porém, apresenta predomínio simpático (Task Force, 1996). Alonso e cols. relacionaram o aumento da FC com a diminuição da VFC. Diferente da avaliação final, a FC apresentou correlação positiva com o índice HF, marcador do predomínio vagal sobre o coração (Task Force, 1996). Demonstrando assim, que ao final dos procedimentos de VNI ocorre aumento da ativação vagal associado à FC. A análise foi realizada somente 15' após o fim da aplicação da segunda técnica de VNI e, durante todos os instantes (5', 10' e 15') houve esse predomínio vagal. Porém, só houve correlação com o domínio da frequência. Dentre os índices do domínio do tempo, não houve confirmação deste predomínio.

No presente estudo, foram observadas mudanças autonômicas nas análises do domínio da frequência de curto prazo (efeito agudo), no entanto, não é conhecido o efeito da utilização de diferentes ventiladores por períodos mais longos, portanto, são necessários outros estudos futuros com essa finalidade.

O registro do volume corrente neste estudo poderia ser visto como uma limitação do estudo, considerando o fato de que os equipamentos podem não calcular de forma fiel o volume corrente realizado pelo paciente. Porém, para melhor monitorização respiratória foi realizado calibração de ambos equipamentos antes do início da coleta de dados.



O estudo apresenta importantes implicações clínicas relacionadas ao uso da VNI no pós-operatório de CRM, pois o grupo estudado apresenta disautonomia, sendo de grande importância a escolha de um método adequado de VNI que não aumente o risco de arritmias ou alterações cardiovasculares significativas nos cardiopatas.

#### 4.11 Conclusão

O uso de ventilador específico proporcionou leve tendência ao predomínio do sistema nervoso parassimpático. Não houve alterações hemodinâmicas associadas ao comportamento autonômico comparando dois dispositivos.

## REFERÊNCIAS

ABLONSKYTĖ-DŪDONIENĖ, R. et al. Impedance cardiography and heart rate variability for long-term cardiovascular outcome prediction after myocardial infarction. **Medicina (Kaunas)**, v. 48, n. 7, p. 350-8, 2012. ISSN 1648-9144. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23032907> >.

ALONSO, D. O.; FORJAZ, C. L. M.; REZENDE, L. O.; BRAGA, A. M. F. W.; BARRETOS, A. C. P.; RONDON, M. U. P. B. Comportamento da frequência cardíaca e da sua variabilidade durante as diferentes fases do exercício físico progressivo máximo. **Arq. Bras. Cardiol.**, v.71, n.6, p.787-92, 1998.

AUBERT, A. E.; SEPS, B.; BECKERS, F. Heart rate variability in athletes. **Sports Med**, v. 33, n. 12, p. 889-919, 2003. ISSN 0112-1642. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12974657> >.

AXELROD, S. et al. Spectral analysis of fluctuations in heart rate: an objective evaluation of autonomic nervous control in chronic renal failure. **Nephron**, v. 45, n. 3, p. 202-6, 1987. ISSN 0028-2766. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3574569> >.

BERNARDI, L. et al. Slow breathing reduces chemoreflex response to hypoxia and hypercapnia, and increases baroreflex sensitivity. **J Hypertens**, v. 19, n. 12, p. 2221-9, Dec 2001. ISSN 0263-6352. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11725167> >.

BORGHI-SILVA, A. et al. Noninvasive ventilation acutely modifies heart rate variability in chronic obstructive pulmonary disease patients. **Respir Med**, v. 102, n. 8, p. 1117-23, Aug 2008. ISSN 0954-6111. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18585024> >.

BROWN, T. E. et al. Important influence of respiration on human R-R interval power spectra is largely ignored. **J Appl Physiol** (1985), v. 75, n. 5, p. 2310-7, Nov 1993. ISSN 8750-7587. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8307890> >.

CARUANA-MONTALDO, B.; GLEESON, K.; ZWILLICH, C. W. The control of breathing in clinical practice. **Chest**, v. 117, n. 1, p. 205-25, Jan 2000. ISSN 0012-3692. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10631221> >.

CARVALHO, C. R. R., TOUFEN JUNIOR, C. FRANCA, S. A. Introduction: Reasons for updating brazilian consensus about mechanical ventilation. **J Bras Pneumol**, v. 33 Suppl 2S, p. S51-3, 2007. ISSN 1806-3756. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18026664> >.

CHENG, J. H. et al. Autonomic activity difference during continuous positive airway pressure titration in patients with obstructive sleep apnea/hypopnea syndrome with or without hypertension. **Chang Gung Med J**, v. 34, n. 4, p. 410-7, 2011 Jul-Aug 2011. ISSN 2309-835X. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21880196> >.

CSV, B. et al. Interação cardiopulmonar durante a ventilação mecânica. **Rev Soc Cardiol**, 8: 406-419 p. 1998.

DEMIREL, S. et al. Heart rate variability after coronary artery bypass graft surgery: a prospective 3-year follow-up study. **Ann Noninvasive Electrocardiol**, v. 7, n. 3, p. 247-50, Jul 2002. ISSN 1082-720X. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12167187> >.

DIXTAL BIOMÉDICA IND. COM. LTDA., B. **Operation Manual of the ventilator DX3012**. DIXTAL BIOMÉDICA IND. COM. LTDA., B. SP - Brazil 2013.

FERRERIA, L.; MARINO, L.; CAVENAGHI, S. Fisioterapia cardiorrespiratória no paciente cardiopata. **Rev Bras Clin Med**, 10: 127-131 p. 2012.

FRANCO, A. M. et al. Assessment of noninvasive ventilation with two levels of positive airway pressure in patients after cardiac surgery. **Rev Bras Cir Cardiovasc**, v. 26, n. 4, p. 582-90, 2011 Oct-Dec 2011. ISSN 1678-9741. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22358273> >.

FU, C. **Comparação entre dois geradores de fluxo e um ventilador específico para ventilação não invasiva no modo CPAP**. 2005. 80 Doutorado em Fisiopatologia experimental, Universidade de São Paulo, São Paulo.

Heart rate variability. Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. **Eur Heart J**, v. 17, n. 3, p. 354-81, Mar 1996. ISSN 0195-668X. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8737210> >.

HESS, D. R. The evidence for noninvasive positive-pressure ventilation in the care of patients in acute respiratory failure: a systematic review of the literature. **Respir Care**, v. 49, n. 7, p. 810-29, Jul 2004. ISSN 0020-1324. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15222912> >.

JABER, S.; CHANQUES, G.; JUNG, B. Postoperative noninvasive ventilation. **Anesthesiology**, v. 112, n. 2, p. 453-61, Feb 2010. ISSN 1528-1175. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20068454> >.

KALISNIK, J. M. et al. Effects of beating- versus arrested-heart revascularization on cardiac autonomic regulation and arrhythmias. **Heart Surg Forum**, v. 10, n. 4, p. E279-87, 2007. ISSN 1522-6662. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17599875> >.

KNOBEL, E.; BARUZZO, A.; ANDREI, A. **Condutas no paciente grave**. São Paulo: Editora Atheneu, 2006. 447-458.

KUFOY, E. et al. Changes in the heart rate variability in patients with obstructive sleep apnea and its response to acute CPAP treatment. **PLoS One**, v. 7, n. 3, p. e33769, 2012. ISSN 1932-6203. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22438995> >.

KUNZ, V. C. et al. The relationship between cardiac autonomic function and clinical and angiographic characteristics in patients with coronary artery disease. **Rev Bras Fisioter**, v. 15, n. 6, p. 503-10, 2011 Nov-Dec 2011. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22002186> >.

LARSEN, P. D. et al. Respiratory sinus arrhythmia in conscious humans during spontaneous respiration. **Respir Physiol Neurobiol**, v. 174, n. 1-2, p. 111-8, Nov 2010. ISSN 1878-1519. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20420940> >.

LEGUISAMO, C.; KALIL, R.; FURLANI, A. A efetividade de uma proposta fisioterapêutica pré-operatória para cirurgia de revascularização do miocárdio. **Braz J Cardiovas Surg**, 20: 134-141 p. 2005.

LENFANT, C. JNC guidelines: is the message getting through? Joint National Commission on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure. **JAMA**, v. 278, n. 21, p. 1778-9, Dec 1997. ISSN 0098-7484. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9388157> >.

LINDMARK, S. et al. Does the autonomic nervous system play a role in the development of insulin resistance? A study on heart rate variability in first-degree relatives of Type 2 diabetes patients and control subjects. **Diabet Med**, v. 20, n. 5, p. 399-405, May 2003. ISSN 0742-3071. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12752490> >.

LOPES, C. R. et al. Benefits of non-invasive ventilation after extubation in the postoperative period of heart surgery. **Rev Bras Cir Cardiovasc**, v. 23, n. 3, p. 344-50, 2008 Jul-Sep 2008. ISSN 1678-9741. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19082322> >.

MITCHELL, J. H.; VICTOR, R. G. Neural control of the cardiovascular system: insights from muscle sympathetic nerve recordings in humans. **Med Sci Sports Exerc**, v. 28, n. 10 Suppl, p. S60-9, Oct 1996. ISSN 0195-9131. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8897407> >.

OLIVEIRA, L. D. O.; WESTPHAL, G.; MASTOENI, M. Características clínico-demográficas de pacientes submetidos à cirurgia de revascularização do miocárdio e sua relação com a mortalidade. **Rev Bras Cir Cardiovascular**. 27: 52-60 p. 2012.

PANTONI, C. B. et al. Effects of different levels of positive airway pressure on breathing pattern and heart rate variability after coronary artery bypass grafting surgery. **Braz J Med Biol Res**, v. 44, n. 1, p. 38-45, Jan 2011. ISSN 1414-431X. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21085891> >.

PASCHOAL, M.; PETRELUZZI, K.; GONÇALVES, N. Estudo da variabilidade da frequência cardíaca em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica. **Revista de Ciências Médicas**. 11: 27-37 p. 2002.

PIETROBON, R.C.; BARBISAN, J.N. Impacto da cirurgia de revascularização do miocárdio na cessação do tabagismo. *Ver. Bras. Cir. Cardiovasc.* v. 25, n. 1, p. 79-84, Jan 2010.

PREISIG, A. et al. Ventilação não invasiva após cirurgia cardiovascular: um Ensaio Clínico Randomizado. **Arq. Bras. Cardiol**. 89: 298-305 p. 2007.

RADAELLI, A. et al. Effects of slow, controlled breathing on baroreceptor control of heart rate and blood pressure in healthy men. **J Hypertens**, v. 22, n. 7, p. 1361-70, Jul 2004. ISSN 0263-6352. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15201553> >.

RAJENDRA ACHARYA, U. et al. Heart rate variability: a review. **Med Biol Eng Comput**, v. 44, n. 12, p. 1031-51, Dec 2006. ISSN 0140-0118.

REIS, M. S. et al. Acute effects of different levels of continuous positive airway pressure on cardiac autonomic modulation in chronic heart failure and chronic obstructive pulmonary disease. **Arch Med Sci**, v. 6, n. 5, p. 719-27, Oct 2010. ISSN 1896-9151. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22419931> >.

RESPIRONICS, I. **Operator's manual esprit ventilator® - Auto-Trak Sensitivity™** Murrysville 2005.

SASAKI, K.; MARUYAMA, R. Consciously controlled breathing decreases the high-frequency component of heart rate variability by inhibiting cardiac parasympathetic nerve activity. **Tohoku J Exp Med**, v. 233, n. 3, p. 155-63, 2014. ISSN 1349-3329. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24965685> >.

SMEETS, J. L. et al. The wavelength of the cardiac impulse and reentrant arrhythmias in isolated rabbit atrium. The role of heart rate, autonomic transmitters, temperature, and

potassium. **Circ Res**, v. 58, n. 1, p. 96-108, Jan 1986. ISSN 0009-7330. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3943157> >.

SOARES, P. P. et al. Coronary artery bypass surgery and longitudinal evaluation of the autonomic cardiovascular function. **Crit Care**, v. 9, n. 2, p. R124-31, Apr 2005. ISSN 1466-609X. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15774044> >.

SOUZA, G. G. et al. Resting vagal control and resilience as predictors of cardiovascular allostasis in peacekeepers. **Stress**, v. 16, n. 4, p. 377-83, Jul 2013. ISSN 1607-8888. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23327672> >.

SZKULMOWSKI, Z. et al. Bilevel positive airway pressure ventilation: factors influencing carbon dioxide rebreathing. **Intensive Care Med**, v. 36, n. 4, p. 688-91, Apr 2010. ISSN 1432-1238. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20148321> >.

TOBALDINI, E. et al. Symbolic analysis detects alterations of cardiac autonomic modulation in congestive heart failure rats. **Autonomic Neuroscience: Basic and Clinical**, 150: 94-99 p. 2009.

VANDERLEI, L. C. M. et al. **Noções básicas de variabilidade da frequência cardíaca e sua aplicabilidade clínica**. Revista Brasileira de Cirurgia Cardiovascular. 24: 205-207 p. 2009.

VAN DOMBURG, R. T., MEETER, K., VAN BERKEL, D. F. VELDKAMP, R. F., VAN HERWERDEN, L. A., BORGES, A. J. Smoking cessation reduces mortality after coronary artery bypass surgery: a 20-years follow-up study. **J Am Coll Cardiol**, v. 36, n. 3, p. 878-883, Fev 2000.

VOLDERS, P. G. Novel insights into the role of the sympathetic nervous system in cardiac arrhythmogenesis. **Heart Rhythm**, v. 7, n. 12, p. 1900-6, Dec 2010. ISSN 1556-3871. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20570754> >.

WU, Z. K. et al. Nonlinear heart rate variability in CABG patients and the preconditioning effect. **Eur J Cardiothorac Surg**, v. 28, n. 1, p. 109-13, Jul 2005. ISSN 1010-7940. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15982594> >.

YAMAUCHI, L. Y. et al. Noninvasive positive-pressure ventilation in clinical practice at a large university-affiliated Brazilian hospital. **Clinics (Sao Paulo)**, v. 67, n. 7, p. 767-72, Jul 2012. ISSN 1980-5322. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22892921> >.

YAN, T. D. et al. Drug-eluting stents versus coronary artery bypass grafting for the treatment of coronary artery disease: a meta-analysis of randomized and nonrandomized studies. **J**

**Thorac Cardiovasc Surg**, v. 141, n. 5, p. 1134-44, May 2011. ISSN 1097-685X. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21167508> >.

YANG, L. X. et al. Impact of invasive treatment strategy on health-related quality of life six months after non-ST-elevation acute coronary syndrome. **J Geriatr Cardiol**, v. 11, n. 3, p. 206-11, Sep 2014. ISSN 1671-5411. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25278968> >.

ZARBOCK, A. et al. Prophylactic nasal continuous positive airway pressure following cardiac surgery protects from postoperative pulmonary complications: a prospective, randomized, controlled trial in 500 patients. **Chest**, v. 135, n. 5, p. 1252-9, May 2009. ISSN 1931-3543. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19017864> >.

ZHU, G. F. et al. Efficacy and safety of noninvasive positive pressure ventilation in the treatment of acute respiratory failure after cardiac surgery. **Chin Med J (Engl)**, v. 126, n. 23, p. 4463-9, Dec 2013. ISSN 0366-6999. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24286408> >.

## ANEXO A- Parecer Comitê de Ética e Pesquisa

**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP****DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

**Título da Pesquisa:** Ventilação não invasiva com dois modelos de ventiladores no pós-operatório de revascularização do miocárdio

**Pesquisador:** ELMIRO SANTOS RESENDE

**Área Temática:**

**Versão:** 3

**CAAE:** 11104413.6.0000.5152

**Instituição Proponente:** Universidade Federal de Uberlândia/ UFU/ MG

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

**DADOS DO PARECER**

**Número do Parecer:** 379.501

**Data da Relatoria:** 23/08/2013



Continuação do Parecer: 379.501

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

Apresenta os termos obrigatórios.

**Recomendações:**

Não há.

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

O adendo não apresenta problemas de ética nas condutas de pesquisa com seres humanos, nos limites da redação e da metodologia apresentadas.

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita apreciação da CONEP:**

Não



## APÊNDICE A- Termo de consentimento livre e esclarecido

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Nós, gostaríamos de convidá-lo para participar da pesquisa intitulada “AVALIAÇÃO AUTONÔMICA DA VENTILAÇÃO NÃO INVASIVA COM DOIS MODELOS DE VENTILADORES NO PÓS-OPERATÓRIO DE REVASCULARIZAÇÃO DO MIOCÁRDIO”, sob a responsabilidade dos pesquisadores Katrinne Alves de Souza Naves, Eliza Fernanda Borges, Elmiro Santos Resende, Célia Regina Lopes, Fábila Diniz Silva e Valdeci Carlos Dionísio. Nesta pesquisa nós estamos buscando entender o que acontece durante a ventilação mecânica não invasiva realizada com dois ventiladores mecânicos, sendo um ventilador convencional e um específico para ventilação não invasiva. A ventilação não invasiva consiste em uma técnica fisioterapêutica na qual uma máscara é colocada no rosto do paciente e ligada a um aparelho que envia ar aos pulmões. O atendimento fisioterapêutico e a realização da ventilação não invasiva é um procedimento comum na Unidade de Terapia Intensiva no pós-operatório de cirurgias do coração, no entanto, a coleta de dados referente aos batimentos cardíacos e pressão arterial realizado de rotina e também não é analisado detalhadamente na UTI.

O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido será obtido pela pesquisadora Eliza Fernanda Borges e Katrinne Alves de Souza Naves no pré -operatório da cirurgia de revascularização do miocárdio, com o paciente ainda na enfermaria de Clínica Médica.

Na participação o (a) você será avaliado antes, durante e após o procedimento de ventilação não invasiva com os dois tipos de ventiladores. Finalizado o procedimento, os dados serão arquivados e posteriormente serão analisados por um programa de computador. Também utilizaremos dados do seu prontuário referente a cirurgia cardíaca, para que possamos entender quais procedimentos foram realizados e a duração de cada um deles.

Em nenhum momento você será identificado. Os resultados da pesquisa serão publicados e ainda assim a sua identidade será preservada. Você não terá nenhum gasto ou ganho financeiro por participar na pesquisa.

Os riscos consistem na realização da ventilação mecânica não invasiva, pois pode acontecer de o ar ir para o estômago, diminuição da pressão arterial e lesão do rosto pela

máscara. Os benefícios são o menor tempo de internação, melhora da falta de ar, diminuição do uso de oxigênio, menores riscos de complicações do pulmão. e compreensão das respostas pulmonares e sistêmicas durante a ventilação não invasiva.

Você é livre para recusar e suspender a sua participação na pesquisa a qualquer momento sem nenhum prejuízo ou coação. Uma cópia deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido ficará com você. Qualquer dúvida a respeito da pesquisa, você poderá entrar em contato com: Eliza Fernanda Borges e Elmiro Santos Resende, localizados à Avenida Amazonas, 1995 - Umuarama, Uberlândia - MG, fone: (34) 3218-2050, Prof<sup>o</sup>. Dr<sup>o</sup>. Valdeci Carlos Dionísio no telefone: (34)3218-2945 ou no endereço rua Benjamim Constante, 1986 Bairro Aparecida CEP: 38400-678, Uberlândia-MG, Esp.Katrinne Alves de Souza Naves no endereço rua Arlindo Teixeira, 213, Bairro Martins, Uberlândia -Minas Gerais, Ms. Fábila Diniz Silva no telefone: (34) 91944150 ou no endereço Brigadeiro Luis Antônio, 3185. Bairro Jardim Paulista, CEP: 01401-001, São Paulo-SP e Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Célia Regina Lopes no telefone: (34) 32182426 ou no endereço rua Benjamim Constant, 1986 Bairro Aparecida CEP: 38400-678, Uberlândia-MG.

Poderá também entrar em contato com o Comitê de Ética na Pesquisa com Seres-Humanos – Universidade Federal de Uberlândia: Av. João Naves de Ávila, nº 2121, bloco A, sala 224, Campus Santa Mônica – Uberlândia –MG, CEP: 38408-100; fone: 34-3239-4131.

Uberlândia, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_.

---

Assinatura dos pesquisadores

Eu, aceito participar do projeto citado acima, voluntariamente, após ter sido devidamente esclarecido.

---

Participante da pesquisa

