

Bruna Gomes Prates

**Avaliação ecodopplercardiográfica das repercussões hemodinâmicas à  
aplicação de dois níveis pressóricos em vias aéreas**

Uberlândia

2015

Bruna Gomes Prates

**Avaliação ecodopplercardiográfica das repercussões hemodinâmicas à aplicação de dois níveis pressóricos em vias aéreas**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde da Universidade Federal de Uberlândia, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências da Saúde.

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Célia Regina Lopes  
Co-orientador: Prof Dr. Thúlio Marquez Cunha

Uberlândia

2015

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

---

- P912a Prates, Bruna Gomes, 1989-  
2015 Avaliação ecodopplercardiográfica das repercussões hemodinâmicas  
à aplicação de dois níveis pressóricos em vias aéreas / Bruna Gomes  
Prates. - 2015.  
45 f. : il.
- Orientadora: Célia Regina Lopes.  
Coorientador: Thulio Marquez Cunha.  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia,  
Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde.  
Inclui bibliografia.
1. Ciências médicas - Teses. 2. Ecocardiografia doppler - Teses. 3.  
Hemodinâmica - Teses. I. Lopes, Célia Regina. II. Cunha, Thulio  
Marquez. III. Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-  
Graduação em Ciências da Saúde. IV. Título.

---

**CDU: 61**

Bruna Gomes Prates

**Avaliação ecodopplercardiográfica das repercussões hemodinâmicas à aplicação de dois níveis pressóricos em vias aéreas**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde da Universidade Federal de Uberlândia, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências da Saúde.

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Célia Regina Lopes  
Co-orientador: Prof Dr Thúlio Marquez Cunha

Uberlândia, 24 de fevereiro de 2015

Banca Examinadora

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Célia Regina Lopes  
Universidade Federal de Uberlândia

---

Dr<sup>a</sup>. Camila Bianca Falasco Pantonio  
Universidade Federal de São Carlos

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Vivian Mara G.O. Azevedo  
Universidade Federal de Uberlândia

*Dedico à minha mãe, que ensinou o real e prático significado das palavras força, luta, querer e vencer; à minha irmã, companheira de lágrimas e madrugadas; aos meus “anjos”, que partiram para então cuidar de todos nós: meu Pai amado -herói, avós Antônio e Onofre, e avó Maria Prates, que deixa esta tese cheia de lágrimas.*

## AGRADECIMENTOS

Registro meus agradecimentos a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a concretização deste sonho.

Primeiramente, agradeço a Deus que me permitiu chegar até aqui e por todas as vezes que além de me guiar precisou acalantar e carregar no colo para que suportasse o doloroso caminho.

Agradeço à minha mãe, Abadia, que me ensinou por todos esses anos o que é ser mais que uma mulher, ... ser deusa, heroína, mãe, amiga, guerreira, educadora, e sobretudo, linda.

Ao meu pai, Wellington, que está mais que na memória, está no coração e de mãos dadas, me apoiando em momentos que a queda era previsível, mas que o levantar fez-se necessário e vitorioso.

À minha irmã, Sara, que esteve a meu lado em todos momentos tão marcantes, entre tristes e felizes, por todas nossas madrugadas acordadas e por ajudar em todos meus desesperos suspirosos.

À minha avó Maria Aparecida que sempre se fez presente e a toda minha família, cada uma com sua participação.

À minha querida orientadora, Profª. Drª. Célia Regina Lopes, quero agradecer por todos os momentos de ensinamento, compreensão, carinho e comemorações ao longo destes 3 anos, garantindo uma vaga insubstituível em mim. Tornou possível um sonho antes tão distante.

Ao Prof. Dr. Thúlio Marquez Cunha, por todo apoio, atenção e conhecimento dispensados.

Aos ecocardiografistas, Drª. Lívia Maria Ambrósio da Silva e Dr. Daniel Ângelo de Melo, minha gratidão extrema por dispenderem seu tempo livre a coletar dados e auxiliar com todas as inúmeras dúvidas a todo momento.

Ao Prof. Dr. Lúcio Borges de Araújo, pela realização da análise estatística e atenção inigualável para consolidação deste.

À minha amiga e colega de profissão, Gabrielle Silva Vinhal, que aturou todas minhas crises de loucura e me apoio em momentos tão difíceis, sendo essencial em todos momento, mas principalmente em toda complexidade do fim.

À equipe de fisioterapeutas do Hospital de Clínicas da Universidade Federal de Uberlândia, especialmente, a equipe da UTI, por todo suporte e presteza ilimitada.

A todos meus Amigos que entenderam meus sumiços e meus longos assuntos sobre projeto, tese e mestrado, que de alguma forma influenciaram em suas carreiras futuras.

A todos, muito obrigada!!!

“...O essencial é invisível aos olhos.  
Só se vê bem com o coração.”

-Saint Exupéry-

## RESUMO

**PRATES, B.G. Avaliação ecodopplercardiográfica das repercussões hemodinâmicas à aplicação de dois níveis pressóricos em vias aéreas.** *45 f.* 2015. Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2015.

Aplicação de pressão positiva não invasiva desencadeia interações cardiopulmonares significativas. Objetivo: Identificar os efeitos hemodinâmicos decorrentes da aplicação de dois níveis de pressão nas vias aéreas avaliadas pelo ecodopplercardiograma. Métodos: Estudo randomizado, duplo-cego e controlado, realizado com 19 participantes saudáveis. Seqüência aleatória de três pressões positiva expiratória (EPAPs) foram aplicadas por 5 minutos cada, permanecendo constante em 5 cmH<sub>2</sub>O acima do EPAP estabelecida. As variáveis hemodinâmicas foram determinadas pela ecodopplercardiografia, um ventilador não-invasivo, e um monitor cardíaco. Resultados: Comparando dados basais com os registrados sob EPAPs de 5, 10 e 15 cmH<sub>2</sub>O mostraram redução da velocidade integral tempo aórtica ( $p <0,001$ ), velocidade integral tempo pulmonar ( $p = 0,003$ ), a média de velocidade sistólica ( $p = 0,01$ ), enchimento atrial ( $p <0,001$ ), volume atrial esquerdo ( $p = 0,008$ ), freqüência cardíaca ( $p <0,001$ ), o volume sistólico (VS:  $p = 0,006$ ), o débito cardíaco ( $p <0,001$ ), e distensibilidade de veia cava ( $p = 0,01$ ). Além disso, o aumento da saturação periférica de oxigênio ( $p = <0,001$ ), volume corrente ( $p = 0,002$ ), e ventilação minuto ( $p <0,001$ ) foram encontradas. Importantes e significativas correlações entre VS e VTIm ( $r = 0,76$ ;  $p <0,001$ ) e VTIa ( $r = 0,64$ ;  $p <0,001$ ), bem como VTIm e DC ( $r = 0,61$ ;  $p <0,001$ ). Conclusão: A cardiopulmonar e repercussões interventricular por ecocardiografia, foram expressas através da redução da pré-carga ventricular esquerda e aumento da pré-carga biventricular, do volume sistólico e débito cardíaco, garantindo aumento do volume corrente e oxigenação sanguínea.

**Palavras-Chaves:** ventilação não invasiva; hemodinâmica; respirações com pressão positiva intermitente; voluntários saudáveis; ecodopplercardiograma.

## ABSTRACT

PRATES, B.G. **Hemodynamic effects of continuous positive airway pressure as assessed by doppler echocardiography.** 45 1. 2015. Dissertation (Master Degree of Health Science) – Medicine College, Federal University of Uberlândia, Uberlândia, 2015.

**Purpose:** Application of noninvasive positive airway pressure triggers significant cardiopulmonary interactions. This study aimed to identify the hemodynamic effects arising from the application of bilevel pressure to the airways evaluated by echocardiography.

**Methods:** Randomized, double-blind, controlled study was conducted with 19 healthy participants. Random sequence of three expiratory positive airway pressures (EPAPs) was applied for 5 minutes each. The inspiratory pressure remained constant at 5 cmH<sub>2</sub>O above the established EPAP. Hemodynamic variables, determined using Doppler echocardiography, a non-invasive ventilator, and a heart monitor were recorded. **Results:** Comparing baseline data with that collected under various EPAPs of 5, 10, and 15 cmH<sub>2</sub>O showed reduced aortic velocity time integral ( $p < 0.001$ ), pulmonary velocity time integral ( $p = 0.003$ ), mean systolic velocity ( $p = 0.01$ ), atrial filling ( $p < 0.001$ ), left atrial volume ( $p = 0.008$ ), heart rate ( $p < 0.001$ ), stroke volume (SV -  $p = 0.006$ ), cardiac output ( $p < 0.001$ ), and distensibility vena cava ( $p = 0.01$ ). In addition, increased peripheral oxygen saturation ( $p = <0.001$ ), tidal volume ( $p = 0.002$ ), and minute ventilation ( $p < 0.001$ ) were found. There were important and significant correlations between VS and VTIm ( $r = 0.76$ ;  $p < 0.001$ ) and VTIm ( $r = 0.64$ ;  $p < 0.001$ ) as well as VTIm and CO ( $r = 0.61$ ;  $p < 0.001$ ). **Conclusion:** The cardiopulmonary and interventricular repercussions by echocardiography, were expressed by reducing the left ventricular preload and increasing the biventricular preload, stroke volume, and cardiac output, ensuring increased tidal volume and blood oxygenation.

**Keywords:** noninvasive ventilation; hemodynamics; intermittent positive-pressure breathing; healthy volunteers; echocardiography, doppler.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Ventilação não invasiva com BiPAP Vision (Respironics®).....	14
Figura 2	Interdependência ventricular à aplicação de PEEP.....	15
Figura 3	Desenho do protocolo do estudo.....	21

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Características dos voluntários (média±SD) .....	24
Tabela 2	Variáveis hemodinâmicas e respiratórias - momento basal e aplicações pressóricas.....	25
Tabela 3	Variáveis respiratórias e ventilatórias - momento basal e aplicações pressóricas .....	25
Tabela 4	Correlação de Pearson (r) entre variáveis ecocardiográficas.....	26

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BD	Broncodilatador
BiPAP	Binível de Pressão Positiva nas vias aéreas – Bilevel Positive airway pressure
CPAP	Pressão positiva contínua nas vias aéreas – Continuous positive airway pressure
CVF	Capacidade vital forçada
CVF / VEF1	Relação da capacidade vital forçada pelo volume respiratório forçado no primeiro segundo
DC	Débito cardíaco
EPAP	Pressão Expiratória Final Positiva em ventilação não invasiva
F	Frequência respiratória
FC	Frequência cardíaca
PAD	Pressão arterial diastólica
PAM	Pressão arterial média
PAS	Pressão arterial sistólica
PAV	Ventilação Parcialmente Assistida
PCO <sub>2</sub>	Pressão parcial de dióxido de carbono
PEEP	Pressão expiratória final positiva – Positive end expiratory pressure
PI	Pressão intratorácica
Ppl	Pressão pleural
RVS	Retorno Venoso Sistêmico
SpO <sub>2</sub>	Saturação periférica de oxigênio
UTIs	Unidade de Terapia Intensiva
VAD	Volume do átrio direito
VAE	Volume de átrio esquerdo
VC	Volume corrente
VCI	Veia cava inferior
VD	Ventrículo direito
VE	Ventrículo esquerdo
VEF1	Volume expiratório forçado no primeiro segundo

VmD	Velocidade máxima Diastólica
Vmin	Volume minuto ventilatório
VmS	Velocidade máxima Sistólica
VNI	Ventilação não invasiva
VS	Volume sistólico
VSVE	Via de saída do ventrículo esquerdo
VTIa	Integral de velocidade e tempo aórtico – Velocity-time integral of aortic
VTIm	Integral de velocidade e tempo mitral – Velocity-time integral of mitral
VTIp	Integral de velocidade e tempo pulmonar – Velocity-time integral of pulmonar

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	12
1.1 Ventilação Mecânica .....	13
1.2 Ventilação não invasiva .....	13
1.3 Interação cardiopulmonar .....	14
1.4 Interdependência ventricular.....	14
1.3 Ecodopplercardiograma.....	15
<b>2 JUSTIFICATIVA</b> .....	17
<b>3 OBJETIVO</b> .....	18
<b>4 MÉTODOS</b> .....	19
4.1 Tipo de estudo, seleção e descrição dos participantes .....	19
4.2 Protocolo do estudo.....	19
4.3 Espirometria .....	22
4.4 Ecodopplercardiografia .....	22
4.5 Análise Estatística .....	23
<b>5 RESULTADOS</b> .....	24
<b>6 DISCUSSÃO</b> .....	27
6.1 Limitantes do estudo .....	29
<b>7 CONCLUSÃO</b> .....	30
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	31
<b>APÊNDICE A</b> – Ficha de Coleta de Dados .....	34
<b>APÊNDICE B</b> – Características demográficas e antropométricas dos voluntários.....	37
<b>APÊNDICE C</b> - Características espirométricas dos voluntários.....	38
<b>APÊNDICE D</b> – Variáveis ecocardiográficas em momento basal e aplicações pressóricas..	39
<b>APÊNDICE E</b> – Variáveis ventilatórias em momento basal e aplicações pressóricas .....	44
<b>ANEXO A</b> – Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa .....	45

## 1 INTRODUÇÃO

A ventilação mecânica (VM), para resolução da insuficiência respiratória, pode ser aplicada invasiva ou não invasivamente. A administração da ventilação mecânica não invasiva (VNI) utiliza pressão positiva nas vias aéreas por meio de uma interface (KAREN *et al.*, 2014). O uso de ventiladores próprios para VNI proporciona uma terapia eficaz e mais confortável, por serem capazes de compensar fugas ventilatórias diferenciando dos ventiladores convencionais utilizados em unidades de terapia intensiva (UTIs) (UENO *et al.*, 2011; AZOULAY *et al.*, 2014). Existem dois modos mais rotineiramente utilizados: a *Continuous Positive Airway Pressure* (CPAP) que utiliza um único nível de pressão aplicado às vias aéreas e o *Bilevel Positive Airway Pressure* (BiPAP) que aplica dois níveis pressóricos às vias aéreas, sendo que, um nível pressórico é aplicado na fase inspiratória às vias aéreas (IPAP) e outro, mantido durante a expiração (EPAP). A diferença criada entre IPAP e EPAP é denominada delta pressórico, que permite vencer componentes resistivos e elásticos, mobilizando maior volume corrente (VC) (KAREN *et al.*, 2014; FRANCO *et al.*, 2011).

A aplicação da pressão positiva nas vias aéreas gera aumento de pressão intratorácica (PI) leva a consequências hemodinâmicas e cardiovasculares como: redução do retorno venoso; redução da pré-carga de ventrículo direito (VD) e do ventrículo esquerdo (VE); redução da pós-carga de VE; e alterações na contração miocárdica (HANEY *et al.*, 2001; OLSEN *et al.*, 2013). Em pacientes internados e críticos, além do uso da VM, vários fatores podem alterar a fisiologia cardiovascular como a sedação, condição volêmica do paciente e uso de agentes inotrópicos e vasoativos (CECCONI *et al.*, 2014; SALEM *et al.*, 2008). Assim, vários desses fatores podem interferir nas avaliações hemodinâmicas realizadas por ecodopplercardiograma, uma vez que variam os fluxos intracavitários.

A ecodopplercardiografia permite avaliar e quantificar à beira leito e de forma não invasiva a função sistólica e diastólica dos ventrículos (OLSEN *et al.*, 2012), sendo esta uma ferramenta útil para monitorização cardiovascular, com informações confiáveis e em tempo real (AZCARATE *et al.*, 2012), de área cardíaca e fluxo sanguíneo (CECCONI *et al.*, 2014).

Embora o uso da ventilação não invasiva (VNI) esteja bem estabelecido na literatura, estudos que avaliaram sua influência na hemodinâmica de indivíduos saudáveis, utilizando o ecodopplercardiograma, são escassos. Destaca-se assim, a importância da avaliação dessas repercussões para adequada tomada de decisões frente às diversas situações clínicas que ocorrem com a aplicação dessa técnica ventilatória.

## 1.1 Ventilação Mecânica

A ventilação mecânica (VM) é o suporte artificial para o sistema respiratório em falência, proporcionando alívio do desconforto por meio da redução trabalho respiratório, melhora nas trocas gasosas, maior aporte de oxigênio. Inicialmente, os ventiladores mecânicos funcionavam com o princípio idêntico à fisiologia respiratória normal de pressão negativa, mas com o desenvolvimento promovem aumento de pressão em vias aéreas, modificando toda a fisiologia do gradiente de pressão de vias aéreas (JOHNSON; MOHAJER-ESFAHANI, 2014). A pressão positiva poderá ser aplicada às vias aéreas de duas maneiras, que se diferenciam pelo fato que a ventilação invasiva utiliza uma prótese introduzida em via aérea (tubo oro ou nasotraqueal, ou cânula de traqueostomia) enquanto a ventilação não invasiva utiliza-se de uma interface adaptável entre o paciente e o ventilador artificial (CARVALHO; TOUFEN Jr; FRANCA, 2007).

## 1.2. Ventilação não invasiva

Ventilação mecânica não invasiva (VNI) é uma maneira eficaz de aliviar falências respiratórias, sem a necessidade de instalar via aérea artificial invasiva (PEÑUELAS; FRUTOS-VIVAR; ESTEBAN, 2007). Entretanto, vazamentos e assincronias decorrentes de ventiladores mecânicos improvisados para aplicação não invasiva e interfaces não ajustadas acabam por alterar a precisão dos parâmetros e a performance da terapia (HESS, 2013).

Segundo o Consenso Brasileiro de ventilação mecânica (2007) os modos existentes de VNI são: aplicação de pressão continua em via aérea (CPAP), dois níveis de pressão positiva (BiPAP) e ventilação parcialmente assistida (PAV), contudo trivialmente para conseguir reduzir trabalho respiratório, regular pressão parcial dos gases sanguíneos e aumentar o volume corrente (VC) utiliza-se o BiPAP. Por meio do delta pressórico entre pressão inspiratória máxima (IPAP) e pressão final positiva em vias aéreas (EPAP) consegue garantir esse acréscimo de VC e redução de PCO<sub>2</sub>, sendo sua aplicação de grandes evidências em exacerbações de doença pulmonar obstrutiva crônica (BROCHARD, 2003).

Ventiladores próprios para aplicação da ventilação não invasiva (figura 1), microprocessados que têm seu funcionamento baseado em algoritmos, reduz a incidência de assincronias decorrente de vazamentos (UENO *et al.*, 2011). Ressaltando ainda a importância de se aplicar pressão positiva nas vias aéreas, alterando a dinâmica pulmonar com alterações no organismo como um todo (JOHNSON; MOHAJER-ESFAHANI, 2014).



Fig.1 Ventilação não invasiva com BiPAP Vision (Respironics®).

[http://www.healthcare.philips.com/main/products/hospital\\_respiratory/products/noninvasive\\_ventilation/respironics\\_bipap\\_vision.wpd](http://www.healthcare.philips.com/main/products/hospital_respiratory/products/noninvasive_ventilation/respironics_bipap_vision.wpd)

### 1.3. Interação Cardiopulmonar

Coração, pulmão e grandes vasos relacionam-se entre si por estarem contidos em um mesmo arcabouço fechado, caixa torácica, interagindo a cada inspiração e/ou expiração, uma vez que ambos os ventrículos encontram-se dispostos em série à circulação pulmonar (CORREDOR; JAGGAR, 2013), conforme ilustrado na figura 2.

A aplicação da PEEP/EPAP é uma forma de prevenir a ocorrência de biotraumas (GOLIGHER *et al.*, 2013), sendo um importante mecanismo da ventilação protetora, mantendo alvéolos com pressão acima da pressão de oclusão deste, minimizando o fenômeno de hiperdistensão pelo colapso-recrutamento cíclico (CORREDOR; JAGGAR, 2013). Entretanto Pinsky (2007) e Luecke & Pelosi (2005) descrevem a administração de níveis adicionais de PEEP em vias aéreas provoca alterações em volumes pulmonares e pressão intratorácica (PI), afetando pré carga, pós carga e contratilidade de VE que por interdependência ventricular determina uma redução do retorno venoso sistêmico (RVS), pós carga de VD e pré carga de VE.

### 1.4. Interdependência Ventricular

Ventrículo direito e esquerdo são mecanicamente acoplados ao compartilharem de um espaço comum e hermeticamente fechado, de forma que alterações reagem com influência

direta em ambas as câmaras, fenômeno denominado interdependência ventricular. A força de oposição à ejeção sanguínea é denominada de pós carga (FEIHL; BROCCARD, 2009) e a pré carga é a força refletida ao enchimento ventricular, pelo retorno venoso sistêmico (CORREDOR; JAGGAR, 2013).

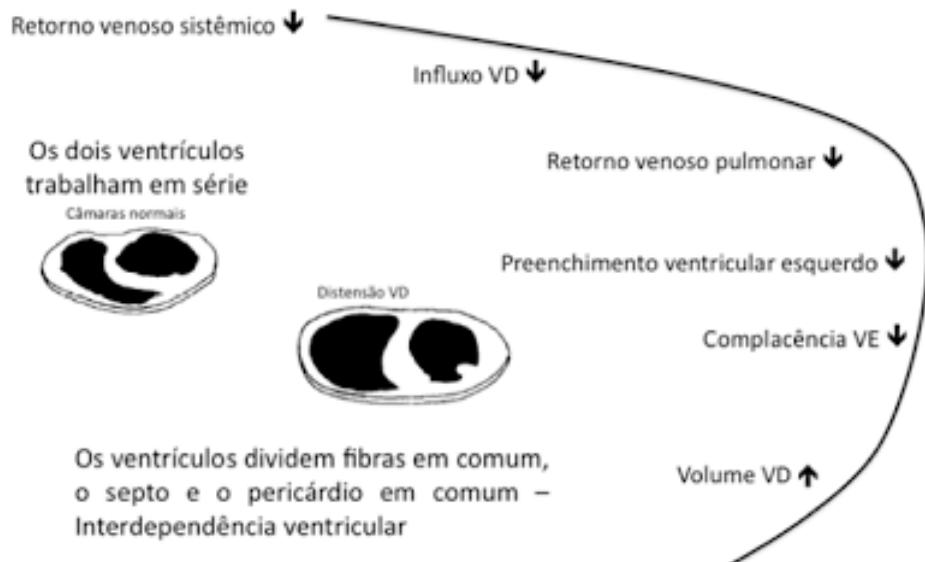


Fig 2 - Interdependência ventricular à aplicação de PEEP.  
Fonte:<http://www.pacientegrave.com/2012/01/ventilacao-mecanica-na-disfuncao.html>

O resultado destas modificações apresenta-se como uma deflagração em volume sistólico (VS) e, consequentemente, em débito cardíaco (DC). O princípio de Frank Starling explica a relação pré carga de VD e DC, uma vez que este prediz uma relação direta e curvilínea, entre maior distensão miocárdica na fase de enchimento e maior a força de contração (ROCHA, 2010), obtendo um significativo aumento de volume sistólico na ascensão da curva (OLIVEIRA; SCHETTINO, 2005).

### 1.5. Ecodopplercardiograma

Várias são as formas de monitorar e/ou avaliar os indivíduos sob ventilação mecânica, entretanto a ecodopplercardiografia tem sido uma das formas mais vantajosas, por ter aplicabilidade não invasiva, barata, e com possibilidade de ser realizada a beira leito. Pode ser

realizado nos de forma transesofágico (invasivo) e/ou transtorácico (não invasivo) nos modos M, 2D, 3D e Doppler. No primeiro, são fornecidas imagens estruturais e anatômicas do coração, limitando a avaliação. Nos modos bidimensional e tridimensional, é possível obter imagens em cortes de diferentes planos do coração, avaliando o coração de forma mais angular e geral. Já o modo Doppler permite avaliar a movimentação real, medindo assim os gradientes (DUQUIA, 2009; RIBEIRO, 2009).

Conforme descrito por Johnson e Mohajer-Esfahani (2014) o modo não invasivo deste exame realizado por meio de um transdutor que emite ondas de ultrassom e ao captar a resposta desta recebe informações estruturais cardíacas, e em seu modo doppler é capaz de reconhecer movimentos e determinar velocidade, distância e aceleração do sangue no ciclo cardíaco, determinando valores hemodinâmicos.

Segundo Cecconi *et al.* (2014) é um método diagnóstico à beira leito que permite analisar as respostas de pré-carga com as variações respiratórias, mostrando as alterações em veia cava e demais respostas dinâmicas que surgem destas, como contratilidade e a pós-carga por meio da técnica doppler.

## 2 JUSTIFICATIVA

O uso da VNI apresenta-se bastante difundido e utilizado na prática clínica e literatura, entretanto fica a desejar estudos acerca dos efeitos hemodinâmicas cardiopulmonares do BiPAP, acompanhados pelo ecodopplercardiograma. Tais repercussões são de grande valia à equipe, para basear cientificamente a tomada de decisões em situações clínicas cotidianas, que necessitam da aplicação dessa técnica ventilatória. Dessa forma, o presente trabalho justifica-se como um estudo detalhado sobre as alterações fisiológicas e elucidação das reais repercussões do BiPAP em um sistema cardiopulmonar livre das alterações patológicas.

### **3 OBJETIVOS**

Identificar e avaliar os efeitos hemodinâmicos, da aplicação de dois níveis pressóricos diferenciados às vias aéreas, em pessoas saudáveis, e delimitar quais as variáveis hemodinâmicas são consideradas mais expressivas na avaliação ecodopplercardiográfica sob tais condições.

## 4 MÉTODOS

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Uberlândia sob parecer nº 235.665/13 e, registrado no Clinical Trials.gov com identificação NCT02139631. O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido foi assinado por cada voluntário, mediante explicação do protocolo proposto.

### 4.1 Tipo de estudo, seleção e descrição dos participantes

Estudo experimental, randomizado, duplo cego e controlado, no qual participaram 19 voluntários saudáveis. O recrutamento dos indivíduos foi realizado por convites a homens e mulheres, de 18 a 40 anos, funcionários de um hospital de referência no estado de Minas Gerais - Brazil, não tabagistas, sem cardiopatias ou pneumopatias, descartados pela história clínica, espirometria e ecodopplercardiografia. Os valores de normalidade e recomendações para realização dos exames foram considerados de acordo com a *American Thoracic Society* e *European Respiratory Society* (MILLER *et al.*, 2005) e *American Society of Echocardiography* (QUIÑONES *et al.*, 2002; RUDSKI *et al.*, 2010). Indivíduos com anormalidades estruturais de caixa torácica, sensação de claustrofobia devido à utilização de máscara facial e uso de β-bloqueadores ou antiarrítmicos foram excluídos do grupo.

### 4.2. Protocolo do estudo

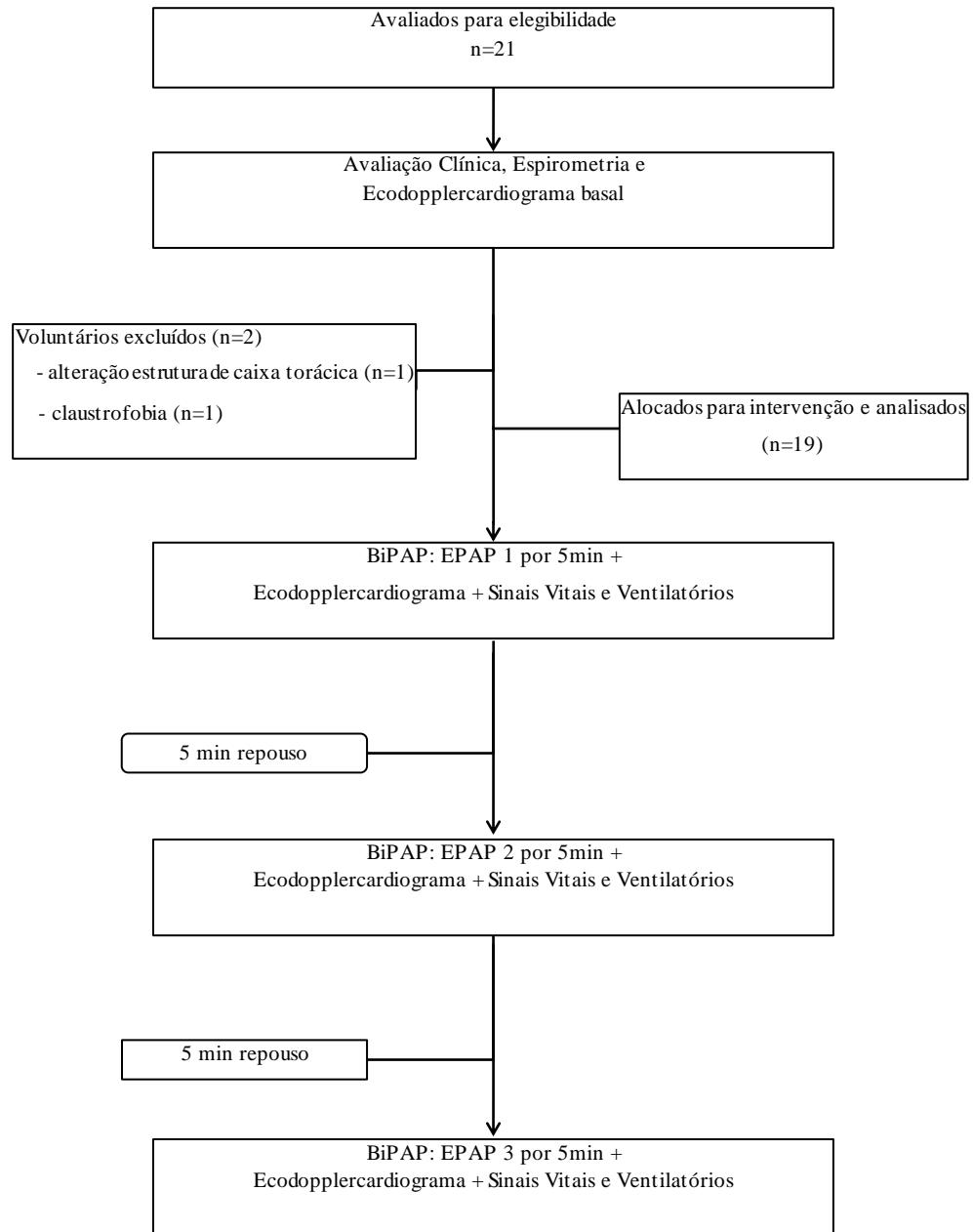
A avaliação das repercussões hemodinâmicas devido à aplicação dos dois níveis pressóricos às vias aéreas em pessoas saudáveis foi considerada o desfecho primário do estudo, que foi realizado no Laboratório de Ecodopplercardiografia, com temperatura e luminosidade controladas, dentro de um hospital referência, em uma cidade de médio porte, no estado de Minas Gerais/ Brasil. Para aplicação dos diferentes níveis pressóricos foi utilizado o ventilador mecânico não invasivo BiPAP Vision® (Respironics, Amsterdam, Holanda), a fração inspirada de oxigênio ( $\text{FiO}_2$ ) foi mantida em 0,21, ou seja em ar ambiente sem suplementação de  $\text{O}_2$ , como interface foi utilizada uma máscara facial (Respironics, Amsterdam, Holanda) de tamanho adequado à cada voluntário devidamente acoplada ao circuito do ventilador. Os dados ecodopplercardiográficos foram captados pelo aparelho Vivid i® (GE, Brasil) com software 2011 e transdutor 7s, em seu modo transtorácico

bidimensional. Todas as variáveis foram captadas pelo mesmo ecodopplercardiográfiasta especialista, em busca de reduzir qualquer viés de avaliação e/ou interpretação.

A avaliação inicial foi realizada por meio de avaliação clínica, espirometria sem uso de broncodilatador (BD) e logo em seguida o voluntário foi posicionado na maca em posição semi-fowler ( $45^{\circ}$ ) e decúbito semilateral esquerdo para captação e registro das variáveis ecodopplercardiográficas basais, sem que qualquer nível de pressão fosse administrado, concluindo assim o estado de saúde saudável do voluntário, para sua inserção no protocolo de instalação de VNI. A sequência de aplicação dos diferentes níveis pressóricos foi randomizada, e denominada consecutivamente como EPAP 1, 2 e 3, garantindo a aleatoriedade nas pressões elegíveis de 5, 10 ou 15 cmH<sub>2</sub>O, sendo que apenas o fisioterapeuta programador do BiPAP Vision® conhecia o valor determinado.

Inicialmente os dados basais de frequência cardíaca (FC), frequência respiratória (f), Pressão Arterial Sistólica (PAS), Pressão Arterial Diastólica (PAD) e Pressão Arterial média (PAM) além da saturação periférica de oxigênio (SpO<sub>2</sub>) foram registrados pelo monitor cardíaco Dixtal® 2010 (Oxymed, São Paulo, Brasil), concomitantemente a realização da aquisição das imagens e registros dos valores obtidos nas diferentes variáveis ecodopplercardiográficas. Logo após as medidas basais de repouso, a máscara facial foi acoplada a face do voluntário, e ajustados os valores de EPAP na sequência randomizada de (5, 10 ou 15 cmH<sub>2</sub>O) e o delta de pressão foi mantido em 5 cmH<sub>2</sub>O acima do valor de EPAP. Cada nível pressórico foi mantido por 5 min, para os registros de variáveis hemodinâmicas e ventilatórias. Após o término dos procedimentos, a máscara era desconectada da face do voluntário e mantido em repouso por 5 min em ar ambiente, para posteriormente reiniciar os procedimentos com novo nível de pressão randomizado sequencialmente (Figura 1). Os tempos utilizados no estudo foram delimitados a partir de um estudo piloto realizado para equalizar o tempo necessário para atingir um platô entre distensão pulmonar e as repercussões hemodinâmicas, avaliadas pela janela transtorácica do ecodopplercardiograma, e o tempo necessário para retorno ao basal das variáveis após a despressurização de vias aéreas.

As variáveis obtidas para avaliação dos sinais vitais foram: f, FC, SpO<sub>2</sub>, PAS, PAD e PAM. Para interpretação dos dados ventilatórios foram registrados: o volume corrente (VC) registrado pelo monitor do BiPAP Vision®, não havendo portanto seu valor em estado basal de repouso sem instalação de pressão positiva, e a f por um cronômetro, e de forma indireta, obteve-se o volume minuto (Vmin) por meio do produto do VC (ml) e f.



**Figura 3** Desenho do protocolo do estudo (Fonte: CONSORT – 2010).

Para a avaliação hemodinâmica e funcional do coração, as variáveis ecodopplercardiográficas analisadas foram: velocidade integral-tempo em válvula mitral (VTIm); velocidade média nos vasos pulmonares na sístole e diástole (VmS e VmD) e velocidade máxima de fluxo transmítal de enchimento precoce (Onda E) e tardio (Onda A)

úteis para avaliação de pré-carga de VE; além da velocidade integral-tempo aórtica (VTIa); velocidade integral-tempo pulmonar (VTIp) que registram valores de pós-carga de VE e VD, respectivamente. O débito cardíaco (DC), foi calculado indiretamente considerando-se, o produto entre FC e volume sistólico (VS), que foi determinado em cálculo por meio das variáveis da integral de tempo velocidade através da válvula aórtica (VTIa) e área de saída de ventrículo esquerdo (VSVE) pela fórmula:  $VS = \pi \times VSVE/2 \times VTIa$ , para então ser analisados nos 3 momentos de aplicação das distintas pressões.

Além das variáveis descritas acima, ainda foram captados: volume de veia cava inferior (VCI) ao final da expiração, volume de átrio direito (VAD) e volume de átrio esquerdo (VAE), evidenciando o estado de colapso/distensão de veia cava inferior e a interdependência ventricular.

#### **4.3 Espirometria**

Previamente à inclusão no estudo, todos os voluntários foram submetidos ao exame espirométrico para descartar qualquer alteração na função pulmonar (PEREIRA, 2002). Para realização da espirometria, foi adotada a posição sentada com a coluna ereta e pés apoiados no chão, além do uso de um clip nasal. Seguiram-se manobras de expiração forçada de modo que, a sessão se tornava completa a partir da detecção pelo software de três manobras reproduutíveis. As variáveis mensuradas compreenderam a capacidade vital forçada (CVF), o volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF<sub>1</sub>) e a relação entre tais variáveis (CVF/VEF<sub>1</sub>). Foi utilizado o espirômetro Easy One<sup>®</sup> (CE, Zürich, Suíça) compatível para microcomputador, seguindo a normalização e valores de referência da *American Thoracic Society e European Respiratory Society* (MILLER *et al.*, 2005).

#### **4.4 Ecodopplercardiografia**

Os exames ecodopplercardiográficos foram executados sempre pelo mesmo examinador, utilizando o equipamento Vivid i<sup>®</sup> (GE, São Paulo, Brasil) e o software 2011. Todas as medidas foram realizadas segundo as recomendações da *American Society of Echocardiography* (QUIÑONES *et al.*, 2002).

Para avaliação do fluxo mitral foram medidas as velocidades máximas de enchimento ventricular precoce (Onda E) e tardio (Onda A) e, para o registro do fluxo de veias

pulmonares foram mensuradas as velocidades máximas S (VmS) e D (VmD). Utilizou-se o Doppler pulsado, corte apical 4 câmaras para avaliação de ambos os fluxos, mitral e pulmonar.

O volume do átrio esquerdo e a área do átrio direito foram avaliados ao final da sístole ventricular, em janela transtorácica apical 4 câmaras, enquanto que o diâmetro da veia cava inferior foi medido ao final da inspiração.

As integrais velocidade e tempo dos fluxos em veia pulmonar (VTIp) e válvula mitral (VTIm) foram obtidas a partir da curva Doppler sistólica e diastólica, respectivamente da veia pulmonar e valva mitral.

O produto da área de secção transversa do annulus aórtico, obtida no sítio da via de saída do ventrículo esquerdo (VSVE), pelo valor da integral de velocidade e tempo aórtica (VTIa), foi usado para o cálculo do volume sistólico (VS).

#### **4.5 Análise Estatística**

Após a análise da distribuição das variáveis com teste de normalidade de ShapiroWilk utilizou-se o teste Anova one-way para comparação dos valores basais com as pressões de 10/5, 15/10 e 20/15 cmH<sub>2</sub>O com blocos tratados por variáveis com distribuição normal, e o teste não paramétrico de Friedman, para aquelas variáveis com distribuição não normal. Para verificar as diferenças entre pressões a todas as variáveis foi aplicado teste post hoc não paramétrico (ZAR, 1999). Foi utilizado o software R versão 3.1.0 (Vienna) (2014) e os dados foram considerados com significância de 95%. Subsequente foi testada a associação linear entre variáveis, por meio do coeficiente de correlação de Pearson (r) (COHEN, 1988).

## 5 RESULTADOS

Foram incluídos neste estudo 19 voluntários saudáveis, cujas características estão descritas na tabela 1.

<b>Tabela 1</b>	<b>Características dos voluntários (média±SD)</b>
<b>Altura</b>	1.68 m ± 0.08
<b>Idade</b>	26 anos ± 4.00
<b>Sedentarismo</b>	74 % - 14 sedentários
<b>Sexo</b>	68% mulheres - 13 femininos / 6 masculinos
<b>Espirometria (sem BD) - VEF1</b>	93,06% ± 6,84
<b>DC</b>	6,7 l/min ± 2,1

SD desvio padrão; DC débito cardíaco, BD broncodilatador; VEF1 volume expiratório forçado no 1º segundo.

Comparando o estado basal às aplicações pressóricas (IPAP/EPAP) de 10/5 cmH<sub>2</sub>O, 15/10 cmH<sub>2</sub>O e 20/15 cmH<sub>2</sub>O houve uma redução de VTl<sub>a</sub> ( $p= 0.000$ ) e VTl<sub>p</sub> ( $p=0.003$ ), VmS ( $p=0,010$ ), Onda E e A de enchimento atrial ( $p=0.000$ ), VAE ( $p=0.008$ ), FC ( $p=0.000$ ), VS ( $p=0.006$ ), DC ( $p=0.000$ ) e distensibilidade de VCI ( $p=0,012$ ), e comparando entre as aplicações pressóricas percebe-se um aumento com significância estatística em SpO<sub>2</sub> ( $p=0.000$ ), volume corrente ( $p=0,002$ ) e ventilação minuto ( $p=0.000$ ), evidenciando o aporte ventilatório e importante redução de pré-carga de VE além dos fluxos em veias pulmonares para AD, pós carga ventricular e menos volume em AD e AE (Tabela 2 e 3). Com a intervenção, tornou-se evidente a significância na correlação entre o VS e o VTIm ( $r=0,76$ ) e VTl<sub>a</sub> ( $r=0,64$ ), respectivamente, bem como entre o VTIm e o DC ( $r=0,61$ ). Correlações moderadas e significativas foram observadas entre VTIm e Onda E ( $r=0,61/ p=0,000$ ), DC ( $r=0,62/ p=0,000$ ) e correlação forte entre VTIm e VS ( $r=0,76/ p=0,000$ ). Entre as variáveis VTl<sub>a</sub> x DC ( $r=0,52/ p=0,000$ ) e VS ( $r=0,64/ p= 0,000$ ) existe correlação moderada (Tabela 4).

**Tabela 2** Variáveis hemodinâmicas e respiratórias - momento basal e aplicações pressóricas

	<b>BASAL</b>	<b>IPAP:10cmH<sub>2</sub>O</b> <b>EPAP:05cmH<sub>2</sub>O</b>	<b>IPAP:15cmH<sub>2</sub>O</b> <b>EPAP:10cmH<sub>2</sub>O</b>	<b>IPAP:20cmH<sub>2</sub>O</b> <b>EPAP:15cmH<sub>2</sub>O</b>	P valor
VTIm	20.96a	21.65 <sup>a</sup>	21.12 <sup>a</sup>	20.21a	0.3002
VTIa	22.44a	21.46ab	20.61b	20.36b	<b>0.0001*</b>
VTIp	17.99a	17.07ab	16.78ab	16.02b	<b>0.0030*</b>
VmS	0.55 <sup>a</sup>	0.54ab	0.48b	0.49ab	<b>0.0107*</b>
VmD	0.45 <sup>a</sup>	0.43 <sup>a</sup>	0.41 <sup>a</sup>	0.43a	0.4009
VSVE	22.68a	22.68 <sup>a</sup>	22.68 <sup>a</sup>	22.68a	1.0000
Onda E	0.89 <sup>a</sup>	0.78b	0.74bc	0.68c	<b>0.0000*</b>
Onda A	0.54 <sup>a</sup>	0.49b	0.49bc	0.43c	<b>0.0001*</b>
VCI	15.26b	17.05 <sup>a</sup>	16.63ab	17.05a	<b>0.0127*</b>
VAE	40.53a	38.68ab	37.89ab	36.05b	<b>0.0089*</b>
VAD	22.51a	21.81 <sup>a</sup>	22.64 <sup>a</sup>	20.42a	0.0788
FC	72.89a	65.58b	65.53b	66.37b	<b>0.0000*</b>
PAS	105.58a	105.47 <sup>a</sup>	108.63 <sup>a</sup>	110.16a	0.1470
PAD	63.05a	98.47 <sup>a</sup>	65.84 <sup>a</sup>	64.37a	0.1675
PAM	79.53a	79.63 <sup>a</sup>	83.26 <sup>a</sup>	82.42a	0.3350
VS	90.97a	115.12ab	84.12bc	83.01c	<b>0.0067*</b>
DC	6694.84a	5805.11b	5695.47b	5563.53b	<b>0.0003*</b>

VTIm velocidade integral-tempo em válvula mitral, VTIa velocidade integral-tempo aórtica, VTIp velocidade integral tempo pulmonar, VmS velocidade média nos vasos pulmonares na sístole, VmD velocidade média nos vasos pulmonares na diástole, VSVE velocidade sistólica de ventrículo esquerdo, Onda E velocidade máxima de fluxo transmitral de enchimento precoce, Onda A velocidade máxima de fluxo transmitral de enchimento tardio, VCI volume de veia cava inferior, VAE volume de átrio esquerdo, VAD volume de átrio direito, FC frequência cardíaca, PAS pressão arterial sistólica, PAD pressão arterial diastólica, PAM pressão arterial média, VS volume sistólico, DC débito cardíaco(\*) Demarca variáveis significantes, que também estão destacadas em negrito. Observação: Médias das variáveis avaliadas pelo teste anova one-way ou Friedman, e posteriormente pelo teste post-hoc não paramétrico.

**Tabela 3** Variáveis respiratórias e ventilatórias - momento basal e aplicações pressóricas

	<b>BASAL</b>	<b>IPAP:10cmH<sub>2</sub>O</b> <b>EPAP:05cmH<sub>2</sub>O</b>	<b>IPAP:15cmH<sub>2</sub>O</b> <b>EPAP:10cmH<sub>2</sub>O</b>	<b>IPAP:20cmH<sub>2</sub>O</b> <b>EPAP:15cmH<sub>2</sub>O</b>	P valor
SpO <sub>2</sub>	97.47b	98.26 <sup>a</sup>	98.53 <sup>a</sup>	98.58a	<b>0.0000*</b>
F	17.60a	17.69 <sup>a</sup>	18.63 <sup>a</sup>	19.94a	0.2040
VC	-	601.24b	662.47ab	748.06a	<b>0.0027*</b>
Vmin	-	10.23b	11.73b	14.88a	<b>0.0002*</b>

SpO<sub>2</sub> saturação periférica de oxigênio, F frequência respiratória, VC volume corrente pulmonar e Vmin volume minuto. (\*) Demarca variáveis significantes, que também estão destacadas em negrito. Observação: Médias das variáveis avaliadas pelo teste anova one-way ou Friedman, e posteriormente pelo teste post-hoc não paramétrico.

**Tabela 4** Correlação de Pearson (*r*) entre variáveis ecocardiográficas

	<b>VTIm</b>	<b>VTIa</b>	<b>VTIp</b>	<b>Vmin</b>
<b>Onda A</b>	0,4719 (p=0,0000)*	-	-	-
<b>Onda E</b>	0,6105 (p=0,0000)*	-	-	-
<b>DC</b>	0,6233 (p=0,0000)*	0,5194 (p=0,0000)*	0,3205 (p= 0,0048)	-
<b>VS</b>	0,7651 (p=0,0000)*	0,6431 (p=0,0000)*	0,4827 (p=0,0000)*	-
<b>VAD</b>	-	-	0,2724 (p=0,0173)	-0,2533 (p=0,0823)
<b>VAE</b>	-	-	-	-0,2287 (p=0,1180)
<b>SpO<sub>2</sub></b>	-	-	-	0,4236 (p=0,0027)*

VTIm velocidade integral-tempo em válvula mitral, VTIa velocidade integral-tempo aórtica, VTIp velocidade integral tempo pulmonar, Onda A velocidade máxima de fluxo transmitral de enchimento tardio, Onda E velocidade máxima de fluxo transmitral de enchimento precoce, DC débito cardíaco, VS volume sistólico, VAD volume de átrio direito, VAE volume de átrio esquerdo, SpO<sub>2</sub> saturação periférica de oxigênio.\* Dados com valor de Correlação de Pearson (*r*) com forte a moderada correlação entre as variáveis envolvidas e significância de 95%.

A espirometria foi utilizada apenas para comprovação do estado de saúde e inclusão dos participantes no estudo, e apresentou: VEF1, CVF e VEF1/CVF com valores médios de 93%, 91% e 103% do predito, respectivamente.

## 6 DISCUSSÃO

O estudo evidenciou como principal achado significantes variáveis alteradas pela aplicação pressórica, sendo Onda E, Onda A e VmS para avaliar pré-carga de VE, VTl<sub>a</sub> analisando pós-carga de VE, VCI para pré-carga de VD e VTl<sub>p</sub> que representa pós-carga de VD, permitindo assim avaliações mais dinâmicas e objetivas. Entretanto, a aplicação aconteceu em uma amostra homogênea, em relação à complacência e relaxamento miocárdico, similares nos padrões de enchimento, e conforme citado por Pedone *et al* (2004) podem limitar as repercussão registradas à implementação pressórica.

A redução do VS encontrado é determinada pela consequente redução de pré-carga de VE e VS, que foram descritos na literatura como sendo influenciados pela PI e mecanismo de Frank Starling (JOHNSON; MOHAJER-ESFAHANI, 2014), com valores negativos de Ppl relacionados ao estiramento pulmonar que altera a pré-carga de VE por alterações sequenciais em volume e área de estruturas cardíacas e pulmonares. Inicialmente, ocorre um aumento no DC, por temporário aumento de pré-carga em câmaras esquerdas, devido ao ordenhamento sanguíneo nos vasos alveolares comprimidos pela hiperinsuflação pulmonar, resultando em correlação de Pearson negativa entre Vmin e volumes atriais, em que o aumento de Vmin desencadeia a redução VAE e VAD. Esse fenômeno desdobra-se em redução significativa de pré-carga de VE por alterar o VmS, reduzindo o VTl<sub>m</sub>. Em detrimento deste mesmo processo enquanto vasos alveolares estão tendendo ao colapso pela compressão, os vasos extra-alveolares tendem a dilatar-se, distendendo veia cava inferior (VCI) (BARBAS *et al.*, 1988). A significante redução da FC apresentada pode explicar-se pela acomodação ao modo ventilatório e relaxamento do voluntário, a ponto de adormecer durante o desenvolvimento do protocolo de pesquisa, associando mudanças sincrônica em VS que justificam a redução no DC, uma vez que existe dependência direta da FC e VS. A redução desta variável poderia, de forma precipitada, ser considerada como déficit contrátil do miocárdio, entretanto favorecerá a sístole em indivíduos cardiopatas, fortalecendo o achado de uma melhora clínica pelo DC (BARBAS *et al.*, 1988; KALLEL; DIAZ, 2009)

Contudo, na amostra em questão, englobando grupo de pessoas saudáveis, com acomodações fisiológicas preservadas foi garantido o funcionamento harmônico do organismo não havendo grande relevância nessas oscilações, sendo estas compensatórias. Apesar das acomodações, o acréscimo da pressão transpulmonar, pelo aumento da Ppl, e de pós-carga de VD, associado à redução de pré-carga do mesmo, acaba por reduzir VS do VD,

que após 2 a 3 batimentos cardíacos restringi o enchimento do VE / VAE (KALLET; DIAZ, 2009; JOHNSON; MOHAJER-ESFAHANI, 2014). O VD apresenta-se sensível às mudanças de pré-carga diminuindo assim Onda E e A, representantes da contração atrial e responsável pelos 20% finais da pré-carga de VE (OLIVEIRA; SCHETTINO, 2005).

Barbas *et al.* (1988) demonstram e justificam a perceptível capacidade da VM em reduzir pré e pós-carga, apresentando a peculiaridade de não interferir no valor absoluto de pressão arterial média (PAM), motivo que leva o autor a classificar VM como um "vasodilatador" venoso e arterial, corroborando com o apresentado neste estudo.

O significativo incremento das variáveis ventilatórias de VC, Vmin e SpO<sub>2</sub>, com delta pressórico mantido em 5cmH<sub>2</sub>O e ar ambiente respeita os achados da literatura acerca do BiPAP. O sistema respiratório fisiologicamente inicia seu ciclo com pressões pleurais (Ppl) mais negativas, em decorrência da atividade muscular inspiratória, propiciando a entrada de ar nos pulmões, aumento do VC. Os modos ventilatórios atuais recorrem a pressões positivas para ofertar maiores volumes neste processo. Todavia, essa inversão de valores pressóricos (BARBAS *et al.*, 1988) permite a redução do trabalho respiratório do paciente por suplementar essa pressão transpulmonar durante a fase inspiratória, com evidente melhora da complacência pulmonar, VC e consequentemente da SpO<sub>2</sub> (KALLET; DIAZ, 2009) apesar das alterações cardíacas.

Referenciando os principais efeitos e diferenciais ao uso do BiPAP, destaca-se o aumento na SpO<sub>2</sub> e VC estatisticamente significante, mas sem significância clínica, por serem indivíduos saudáveis e com ótimo aporte de oxigênio sanguíneo. O acréscimo na SpO<sub>2</sub>, com FiO<sub>2</sub> mantida em 21%, está alicerçado no fato de que a oxigenação pode também ser titulada pela PEEP/EPAP (CORREDOR; JAGGAR, 2013) e o aumento do VC e Vmin, pelo efeito do delta de pressão, que proporciona um adicional fluxo inspiratório (PEÑUELAS; FRUTOS-VIVAR, 2007). Tais efeitos ventilatórios foram demonstrados por uma correlação de Pearson moderada entre Vmin e SpO<sub>2</sub>.

Assim, o estudo permite identificar os efeitos ventilatórios benéficos e difundidos da VNI, entretanto, importantes e significantes alterações em variáveis hemodinâmicas são desencadeadas pela pressurização de vias aéreas, modificando valores de pré e pós-carga, volume sistólico e débito cardíaco.

## 6.1 Limitantes do estudo

Todos os participantes do estudo eram indivíduos saudáveis, com integralidade estrutural e funcional cardiopulmonar, de faixa etária similar, sendo uma amostra homogênea que pode em algum momento representar uma amostra com características hemodinâmicas diferentes daquelas encontradas em pacientes criticamente enfermos com disfunções associadas e uso de drogas, sendo necessários estudos específicos para essa população, baseados nos resultados de pessoas fisiologicamente estáveis.

Durante o registro das variáveis ecodopplercardiográficas pode-se perceber a influência da pressão positiva aplicada às vias aéreas e transmitida aos pulmões interferindo também na janela transtorácica de visualização, dificultando a coleta dos dados conforme se aumentava o nível de EPAP, mesmo envolvendo pessoas saudáveis, o que pode tornar difícil extrapolar esses achados para diferentes populações patologicamente afetadas.

O ventilador específico para aplicação de VNI foi utilizado nesse estudo, no entanto, na prática clínica em algumas UTIs outros ventiladores são utilizados, os quais muitas vezes, não são capazes de compensar fugas aéreas, decorrendo em assincronia entre paciente-ventilador, portanto estes resultados não devem ser extrapolados para outros equipamentos.

## 7 CONCLUSÃO

A aplicação de pressão positiva nas vias aéreas em organismo saudável apresenta resposta fisiológica com redução da pré carga de ventrículo esquerdo e pós-carga biventricular, assim como de volume sistólico e débito cardíaco, sendo que estas repercussões refletem-se na interação cardiopulmonar e interdependência ventricular, identificadas pelo ecodopplercardiograma. Todas estas alterações cardíacas se apresentaram concomitante à busca de aumento de volume corrente e oxigenação periférica, proporcionados pelo binível pressórico.

## REFERÊNCIAS

- AZCARATE, J.M.A.; TERRÉ, F.C.; OCHAGAVIA, A.; PEREIRA, R.V. Papel de la ecocardiografía en la monitorización de los pacientes críticos. **Medicina Intensiva**, v. 36, n.3, p. 220-232, 2012.
- AZOULAY, E. et al. Year in review in intensive care medicine 2013: II. Sedation, invasive and noninvasive ventilation, airways, ARDS, ECMO, Family satisfaction, end-of-life care, organ donation, informed consent safety, hematological issues in critically ill patients. **Intensive Care Medicine**, v. 40, p.305-319, 2014.
- BARBAS, C.S.V. et al. Interação cardiopulmonar durante a ventilação mecânica. **Revista da Sociedade de Cardiologia do Estado de São Paulo**, v.8, n.3, p. 406-419, 1988.
- BROCHARD, L. Mechanical ventilation: invasive versus noninvasive. **Eur Respir J**, v.22, Suppl.47, p.31-37, 2003.
- CARVALHO, C.R.R.; TOUFEN Jr, C.; FRANCA, S.A. Ventilação mecânica: princípios, análise gráfica e modalidades ventilatórias. **J. bras. pneumol.**, v.33, s.2, São Paulo, 2007
- CECCONI, M., et al. Consensus on circulatory shock and hemodynamic monitoring. Task force of the European Society of intensive care medicine. **Intensive Care Medicine**, v. 40, p.1795-1815, 2014.
- COHEN J. **Statistical power analysis for the behavioral sciences**. Hillsdale, NJ, Erlbaum. p 596, 1988.
- CORREDOR C, JAGGAR SI. Ventilator management in the cardiac intensive care unit. **Cardiology clinic**, 31:619-636, 2013.
- DUQUIA, F.D. **Sensibilidade e especificidade das variáveis ecocardiográficas para o diagnóstico da disfunção diastólica grau 2 (padrão pseudonormal) em obesos mórbidos**. Dissertação de mestrado apresentada a pós graduação em ciências cardiovasculares da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2009.
- FEIHL, F.; BROCCARD, A.F. Interactions between respiration and systemic hemodynamics. Part II: practical implications in critical care. **Intensive Care Med.**,v.35, n.2, p.198-205, 2009.
- FRANCO, A.M. et al. Avaliação da ventilação não-invasiva com dois níveis de pressão positiva nas vias aéreas após cirurgia cardíaca. **Revista Brasileira de Cirurgia Cardiovascular**, v. 26, n.4, p. 582-590, 2011.
- GOLIGHER, E.C.; FAN, E.; SLUTSKY, A.S. Year in review 2012: Critical Care-Respirology. **Critical Care**. v. 17, p. 1-6, 2013.

HANEY, M.F. *et al.* Heart-lung interactions during positive pressure ventilation: left ventricular pressure-volume momentary response to airway pressure elevation. **Acta Anaesthesiologica Scandinavica**, Aarhus, v. 45, n. 6, p. 702-709, Jul. 2001.

HESS, D.R. Noninvasive ventilation for acute respiratory failure. **Respiratory Care**, Philadelphia, v. 58, n. 6, p. 950-72, Jun. 2013.

JOHNSON A, MOHAJER-ESFAHANI M (2014) Exploring hemodynamics: a review of current and emerging noninvasive monitoring techniques. **Critical Care Nursing Clinic N Am**, v. 26, p.356-375, 2014.

KALLET, R.H.; DIAZ, J.V. The Physiologic Effects of Noninvasive Ventilation. **Respiratory Care**, Philadelphia, v. 54, n. 1, p. 102-114, Jan. 2009.

KAREN, E.A. et al. Noninvasive ventilation as a weaning strategy for mechanical ventilation in adults with respiratory failure: a Cochrane systematic review. **CMJA** v.186, n.3, p. E112-122, 2014.

LUECKE, T.; PELOSI, P. Clinical review: Positive end-expiratory pressure and cardiac output. **Critical Care**, London, v. 9, n. 6, p. 607-621, Oct. 2005.

MILLER, M.R. *et al.* Standardisation of spirometry. **The European Respiratory Journal**, Sheffield, v. 26, p. 319-338, 2005.

OLIVEIRA RHR, SCHETTINO G. Avaliação da pré-carga e preditores de resposta à expansão volêmica durante a ventilação mecânica. **Revista Brasileira de Terapia Intensiva**, v.17, n.4, p.293-301, 2005.

OLSEN, P.J. et al. Echocardiographic measures of diastolic function are preload dependent during trigêmeo positive pressure ventilation: a controlled crossover study in healthy subjects. **Critical care research and practice**. p. 1-8, 2012.

OLSEN, P.J. et al. Positive end-expiratory pressure influences echocardiographic measures of diastolic function. **Anesthesiology**, v. 119, n.5, p. 1078-1086, 2013.

PEÑUELAS O, FRUTOS-VIVAR F, ESTEBAN A. Noninvasive positive-pressure ventilation in acute respiratory failure. **CMAJ** 177 (10): 1211-1218, 2007.

PEDONE MD. et al. Variações de parâmetros da função diastólica do ventrículo esquerdo de acordo com a idade através da ecocardiografia com doppler tissular. **Arquivos brasileiros de cardiologia**, v. 83, n.6, p. 461-465, 2004.

PEREIRA CCA (2002) Espirometria. In: Diretrizes de Testes para função pulmonar. **Jornal de Pneumologia**, v.28, n.3, p.S1-S82, 2002.

PINSKY, M. Heart-lung interactions. **Curr Opin Crit Care**. v.13, p. 528–531, 2007.

QUIÑONES, M.A. *et al.* Recommendations for quantification of doppler echocardiography: a report from the doppler quantification task force of the nomenclature and standards committee

of the American Society of Echocardiography. **Journal of the American Society of Echocardiography**, St. Louis, v. 15, n. 2, p. 167-84, Feb. 2002.

R core team. **A language and envio mente for statistical computing**. R fundation for statistical computing. Vienna, Austria. Disponível em: <http://www.R-project.org/>. Acessado em 26 de julho 2014.

RIBEIRO, Z.V.S. **O ecocardiograma como preditor de variáveis hemodinâmicas nas cardiopatias congênitas com hipertensão pulmonar e nos candidatos a transplante cardíaco**. Tese apresentada à Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutor em Ciências. São Paulo, 2009.

ROCHA, P.N.; MENEZES, J.A.V.; SUASSUNA, J.H.R. Avaliação hemodinâmica em paciente criticamente enfermo. **J Bras Nefrol.** v.32, p. 201-212, 2010.

RUDSKI, L.G. *et al.* Guidelines for the echocardiographic assessment of the right heart in adults: a report from the American Society of Echocardiography. **Journal of the American Society of Echocardiography**, St. Louis, v. 23, n. 7, p. 685-713, Jul. 2010.

UENO, Y. *et al.* A bench study of the effects of leak on ventilator performance during noninvasive ventilation. **Respiratory Care**, v.56, n.11, p.1758-1764, 2011.

SALEM, R.; VALEE, F.; RUSCA, M.; MEBAZZA, A. Hemodynamic monitoring by echocardiography in the ICU: the role of the new echo techniques. **Current opinion in critical care**, v.14, p.561-568, 2008.

ZAR JH (1999) Bioestatistical analysis. Prentice Hall press:**Upper Saddle River-NJ**. ed. 4, 1999.



## Dados Ecocardiográficos

Número de ficha: \_\_\_ Sexo: ( ) F ( ) M Idade: \_\_\_ Pratica atividade física? \_\_\_

## **Valores Basais**

**PEEP de \_\_\_\_\_ cmH<sub>2</sub>O  
(Medida aos 5 minutos de aplicação)**

**PEEP de \_\_\_\_\_ cmH<sub>2</sub>O  
(Medida aos 5 minutos de aplicação)**

**PEEP de \_\_\_\_\_ cmH<sub>2</sub>O  
(Medida aos 5 minutos de aplicação)**

## Avaliação Cardiorrespiratória

**Identificação:** Número de ficha: \_\_\_\_\_

Idade: \_\_\_\_\_ Sexo: \_\_\_\_\_

Peso: \_\_\_\_\_ Altura: \_\_\_\_\_

**Histórico social e fatores de risco:**

Tabagismo:  Sim  Não

Etilismo:  Sim  Não

Diabetes:  Sim  Não

Obesidade:  Sim  Não

Estresse:  Sim  Não

Hipertensão:  Sim  Não

Controle Alimentar  Sim  Não

Uso de medicamentos: \_\_\_\_\_

**Tipo de Tórax:**

Tonel/Barril  Pectus excavatum  Pectus carinatum  Escoliótico  
 Cifótico  Normal

**Biotipo:**

Normolíneo  Brevelíneo  Longilíneo

**Respiração:**

Costal  Diafragmática  Mista  Paradoxal  Apical

**Ritmo:**  Normal  Anormal \_\_\_\_\_

**Espirometria:**

CVF: \_\_\_\_\_ VEF1/CVF: \_\_\_\_\_ Peak flow: \_\_\_\_\_

Espirometria normal:  Sim  Não

**APÊNDICE B – Características demográficas e antropométricas dos voluntários**

<b>Vol.</b>	<b>Sexo (F/M)</b>	<b>Idade (anos)</b>	<b>Peso (Kg)</b>	<b>Altura (m)</b>	<b>Atividade Física</b>
<b>01</b>	M	26	76	1,76	Não
<b>02</b>	M	25	68	1,70	Não
<b>03</b>	F	26	57	1,60	Não
<b>04</b>	F	37	50	1,56	Sim
<b>05</b>	M	23	74	1,76	Não
<b>06</b>	F	24	70	1,76	Não
<b>07</b>	F	26	53	1,59	Não
<b>08</b>	F	25	58	1,60	Não
<b>09</b>	F	27	79	1,70	Não
<b>10</b>	F	27	53,5	1,65	Não
<b>11</b>	M	28	110	1,85	Não
<b>12</b>	F	23	62	1,65	Não
<b>13</b>	F	27	63	1,57	Não
<b>14</b>	M	32	79	1,72	Não
<b>15</b>	F	24	72	1,76	Não
<b>16</b>	M	24	63,2	1,76	Sim
<b>17</b>	F	25	64	1,68	Não
<b>18</b>	F	23	57	1,72	Não
<b>19</b>	F	20	55	1,59	Sim

Definição da abreviatura: Vol: voluntários. Fonte: Autor

## APÊNDICE C – Características espirométricas dos voluntários

<b>Vol.</b>	<b>CVF (L)</b>	<b>FEV<sub>1</sub> (L)</b>	<b>FEV<sub>1</sub>/ CVF (%)</b>	<b>PFE (L/s)</b>
<b>01</b>	4,46	4,06	91,1	9,14
<b>02</b>	5,55	4,81	86,7	11,83
<b>03</b>	3,61	2,95	81,5	6,09
<b>04</b>	2,99	2,40	80,2	6,59
<b>05</b>	4,48	4,32	96,3	10,05
<b>06</b>	4,75	4,12	86,6	8,68
<b>07</b>	3,16	2,80	88,5	5,01
<b>08</b>	3,39	3,03	89,4	6,21
<b>09</b>	3,85	3,24	84,0	8,13
<b>10</b>	3,22	2,87	89,2	6,79
<b>11</b>	6,00	4,59	76,6	8,03
<b>12</b>	3,68	3,22	87,5	5,59
<b>13</b>	3,58	3,12	87,0	6,48
<b>14</b>	4,33	3,68	85,0	12,55
<b>15</b>	4,60	3,93	85,4	8,26
<b>16</b>	4,39	4,09	93,0	7,27
<b>17</b>	3,74	3,56	95,2	8,75
<b>18</b>	3,68	3,58	97,3	5,52
<b>19</b>	3,55	3,12	87,9	6,15

Definição das abreviaturas: Vol: voluntário; CVF: capacidade vital forçada; VEF<sub>1</sub>: volume expiratório forçado no primeiro segundo; FEF<sub>1</sub>/CVF: relação volume expiratório forçado no primeiro segundo e capacidade vital forçada; PFE: pico de fluxo expiratório. Fonte: Autor.

**APÊNDICE D – Variáveis ecocardiográficas em momento basal e aplicações pressóricas**

	Basal	10/5cmH <sub>2</sub> O	10/15cmH <sub>2</sub> O	15/20cmH <sub>2</sub> O	Basal	10/5cmH <sub>2</sub> O	15/10 cmH <sub>2</sub> O	20/15cmH <sub>2</sub> O	Basal	10/5cmH <sub>2</sub> O	15/10cmH <sub>2</sub> O	20/15cmH <sub>2</sub> O	Basal	10/5cmH <sub>2</sub> O	15/10cmH <sub>2</sub> O	20/15cmH <sub>2</sub> O
<b>Voluntário</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>
<b>VIIIm</b>	17,5	14,6	14,2	11,7	19,2	18,9	18,2	18,6	13,4	11,4	12,7	11,4	16,5	14,5	13,2	12,4
<b>VIIa</b>	19,7	17,5	17,1	16,6	24,7	20,2	21,4	21,7	19,2	17,6	17,3	17,6	22,5	21	21	19,2
<b>VIIp</b>	17,7	13,2	14	12,1	17,2	17	16	16,1	16,7	13,1	13,6	13,1	13,4	12,2	12,8	12,1
<b>VmS</b>	0,71	-	-	-	0,43	0,3	0,34	0,28	0,51	0,53	0,5	0,53	0,62	0,49	0,48	0,47
<b>VmD</b>	0,34	-	-	-	0,71	0,52	0,57	0,52	0,34	0,21	0,28	0,21	0,53	0,37	0,37	0,35
<b>VSVE</b>	21	21	21	21	21	21	21	21	19	19	19	19	18	18	18	18
<b>Onda E</b>	0,51	0,76	0,68	0,55	0,93	0,79	0,74	0,72	0,78	0,62	0,63	0,6	0,85	0,71	0,67	0,60
<b>Onda A</b>	0,33	0,35	0,28	0,24	0,45	0,44	0,35	0,36	0,45	0,42	0,48	0,39	0,44	0,45	0,42	0,43
<b>VCI</b>	18	22	20	23	6	15	12	18	15	14	13	14	13	19	18	17
<b>VAE</b>	61	58	60	55	52	48	44	42	56	42	43	40	32	27	27	26
<b>VAD</b>	14,3	15,3	15,1	15,3	13,8	12,4	11,3	12,3	12,1	10,6	10,2	8,6	11,6	10,7	9,3	8,3
<b>FC</b>	60	55	53	53	60	55	77	60	70	70	77	75	65	63	61	63
<b>VS</b>	68,04	69,77	73,91	57,33	85,31	69,77	48,90	74,95	54,26	49,74	48,90	48,04	57,22	53,41	65,94	48,83
<b>DC</b>	4,082	3,837	3,917	3,038	5,459	3,837	3,917	4,497	3,800	3,482	3,765	3,603	3,719	3,365	4,022	3,076
<b>PAS</b>	121	108	104	109	112	109	3,765	108	114	113	138	151	94	106	103	116
<b>PAD</b>	74	58	70	70	71	77	76	61	76	75	73	78	51	45	57	64
<b>PAM</b>	97	70	80	81	90	85	93	75	84	102	100	111	63	76	76	93

	<b>Basal</b>	<b>10/5cmH<sub>2</sub>O</b>	<b>15/10cmH<sub>2</sub>O</b>	<b>20/15cmH<sub>2</sub>O</b>												
<b>Voluntário</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>
<b>VIIIm</b>	15,6	14,6	14	13	30	25,1	25,9	18,6	22,2	31,4	25,9	18,2	27,4	25,3	31	27,8
<b>VIIa</b>	24,1	21,1	19,5	18,2	30	27,2	26,5	21,7	26,2	26,6	19,5	20,2	24,4	23,8	22,6	23,9
<b>VIIp</b>	21,7	19,3	19,4	16,6	20,3	20,7	22,9	16,1	17,8	19,2	14,7	16,1	23,8	20,7	20,6	21,2
<b>VmS</b>	-	-	-	-	0,57	0,71	0,64	0,28	0,68	0,56	0,61	0,56	0,61	0,74	0,63	0,75
<b>VmD</b>	-	-	-	-	0,34	0,44	0,31	0,52	0,48	0,45	0,44	0,50	0,47	0,58	0,48	0,63
<b>VSVE</b>	19	19	19	19	23	23	23	21	24	24	24	24	22	22	22	22
<b>Onda E</b>	0,99	0,70	0,60	0,63	0,95	0,90	0,74	0,72	0,78	0,93	0,65	0,55	1,07	1,01	0,92	0,93
<b>Onda A</b>	0,45	0,42	0,34	0,33	0,54	0,55	0,35	0,36	0,45	0,66	0,56	0,36	0,68	0,59	0,64	0,4
<b>VCI</b>	14	17	21	22	16	16	12	18	15	15	14	14	12	13	12	10
<b>VAE</b>	47	46	42	39	25	32	44	42	56	33	40	46	44	37	31	28
<b>VAD</b>	13,6	11	10,7	11	14,7	14,6	11,3	12,3	12,1	22	29	29	17	18	22	26
<b>FC</b>	66	60	68	64	64	53	51	64	70	64	72	79	70	65	67	70
<b>DC</b>	4,494	3,578	3,651	3,291	7,958	5,975	9,681	5,788	10,661	7,697	6,350	7,215	6,489	5,877	5,752	6,356
<b>VS</b>	68,10	59,63	53,70	51,43	124,34	192,17	109,83	101,55	118,46	141,15	88,17	91,33	92,70	107,61	85,86	90,80
<b>PAS</b>	120	107	119	112	110	104	123	112	123	112	123	130	126	115	116	121
<b>PAD</b>	58	57	72	63	70	50	77	63	75	77	77	86	62	60	77	60
<b>PAM</b>	80	77	88	86	87	74	99	86	91	94	99	104	89	84	94	90

	Basal	10/5cmH <sub>2</sub> O	15/10cmH <sub>2</sub> O	20/15cmH <sub>2</sub> O	Basal	10/5cmH <sub>2</sub> O	15/10cmH <sub>2</sub> O	20/15cmH <sub>2</sub> O	Basal	10/5cmH <sub>2</sub> O	15/10cmH <sub>2</sub> O	20/15cmH <sub>2</sub> O	Basal	10/5cmH <sub>2</sub> O	15/10cmH <sub>2</sub> O	20/15cmH <sub>2</sub> O
<b>Voluntário</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>
<b>VTIm</b>	30,7	29,1	28,4	27,4	18,3	24,4	24,9	23,3	15,1	14,8	14	14,3	17,1	16,8	17,1	18,7
<b>VTIa</b>	29,9	26,5	25,2	25,9	22,9	22,2	21,3	22,1	19,5	17	16,9	16,4	19	17,7	18	16,4
<b>VTIp</b>	22,7	19,6	17,6	17,6	16,6	14,2	16,3	16,1	16,5	13	13,8	12,4	16,6	16,4	17	12,4
<b>VmS</b>	0,47	0,39	0,38	0,4	0,38	0,41	0,39	0,36	-	-	-	-	0,62	0,86	0,55	-
<b>VmD</b>	0,67	0,62	0,67	0,76	0,52	0,54	0,52	0,43	-	-	-	-	0,33	0,42	0,31	-
<b>VSVE</b>	23	23	23	23	24	24	24	24	24	24	24	24	23	23	23	24
<b>Onda E</b>	1,09	1,07	0,9	1,04	0,82	0,67	0,8	0,74	0,59	0,52	0,51	0,51	0,79	0,66	0,71	0,51
<b>Onda A</b>	0,65	0,54	0,52	0,44	0,57	0,44	0,68	0,5	0,5	0,47	0,47	0,45	0,56	0,48	0,55	0,45
<b>VCI</b>	15	15	15	17	17	19	17	17	14	17	22	20	17	17	16	20
<b>VAE</b>	52	44	48	32	29	27	31	25	64	62	60	58	33	35	32	58
<b>VAD</b>	35	31	33	29	26	22	20	14	20,5	19,4	20,1	17,6	29	29	28	17,6
<b>FC</b>	70	66	64	70	89	69	70	66	79	59	62	62	79	77	77	62
<b>DC</b>	8,907	7,249	6,685	7,514	9,215	6,926	6,741	6,595	6,965	4,534	4,737	4,597	6,233	5,879	5,744	4,907
<b>VS</b>	127,24	187,22	104,45	107,35	103,54	76,68	96,31	99,93	88,17	76,86	76,41	74,15	78,90	45,02	74,60	66,31
<b>PAS</b>	121	117	118	142	94	101	93	90	105	127	127	107	103	93	103	108
<b>PAD</b>	74	69	66	73	58	62	53	52	61	70	70	70	62	50	56	55
<b>PAM</b>	94	94	95	101	71	80	69	68	64	93	95	86	77	68	75	80



	Basal		10/5cmH <sub>2</sub> O		15/10cmH <sub>2</sub> O		20/15cmH <sub>2</sub> O		Basal		10/5cmH <sub>2</sub> O		15/10cmH <sub>2</sub> O		20/15cmH <sub>2</sub> O	
<b>Voluntário</b>	17	17	17	17	18	18	18	18	19	19	19	19	19	19	19	
<b>VTIm</b>	31	27,9	31,3	30,5	20,3	24	22,4	22,1	20,2	22,5	24,9	24,3				
<b>VTIa</b>	29,4	27,1	27,9	26,9	17	18,2	18	16,7	21,6	20,5	20,8	23,1				
<b>VTIp</b>	24,1	23,8	21,7	22	14,7	15,7	13	17	15	17,5	17,8	17,2				
<b>VmS</b>	0,67	0,74	0,68	0,50	0,59	0,52	0,43	0,53	0,57	0,55	0,41	0,50				
<b>VmD</b>	0,46	0,52	0,47	0,65	0,55	0,45	0,37	0,40	0,40	0,41	0,46	0,36				
<b>VSVE</b>	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23				
<b>Onda E</b>	0,95	0,79	0,77	0,65	0,65	0,77	0,69	0,69	0,81	0,86	0,75	0,86				
<b>Onda A</b>	0,56	0,37	0,40	0,41	0,34	0,50	0,5	0,42	0,54	0,57	0,50	0,54				
<b>VCI</b>	20	20	20	20	17	17	19	17	17	18	17	17				
<b>VAE</b>	45	47	43	41	24	31	23	30	38	36	35	37				
<b>VAD</b>	29	33	31	21	22	27	29	25	24	27	28	26				
<b>FC</b>	65	61	57	56	78	67	70	71	77	71	64	62				
<b>DC</b>	7,920	6,851	6,591	6,243	5,496	5,054	5,222	4,914	6,893	6,581	5,058	5,936				
<b>VS</b>	121,85	291,02	115,64	111,49	70,46	146,30	74,60	69,22	89,53	92,70	79,03	95,74				
<b>PAS</b>	97	94	96	90	82	82	85	96	98	107	103	100				
<b>PAD</b>	60	60	61	52	50	58	59	65	61	69	68	67				
<b>PAM</b>	77	74	78	63	61	62	63	73	78	81	79	76				

VTIm: velocidade integral-tempo em válvula mitral; VTIa:velocidade integral-tempo em válvula aórtica; VTIp:velocidade integral-tempo em válvula pulmonar; VmS e VmD:velocidade média em vasos pulmonares; VSVE: velocidade sistólica de ventrículo esquerdo; OndaE e A: velocidade máxima de fluxo transmitral; VCI: volume de veia cava inferior; VAE e VAD: volumes de átrio esquerdo e direito; PAS:pressão arterial sistólica; PAD:pressão arterial diastólica e PAM: pressão arterial média.

**APÊNDICE E – Variáveis ventilatórias em momento basal e aplicações pressóricas**

	Basal			10/5cmH <sub>2</sub> O			15/10cmH <sub>2</sub> O			20/15cmH <sub>2</sub> O		
	VC	FR	SpO <sub>2</sub>	VC	FR	SpO <sub>2</sub>	VC	FR	SpO <sub>2</sub>	VC	FR	SpO <sub>2</sub>
<b>Voluntário1</b>	-	12	97	380	23	97	700	20	98	900	16	98
<b>Voluntário2</b>	-	12	98	500	21	98	800	20	99	900	20	99
<b>Voluntário3</b>	-	14	97	594	18	98	500	21	98	800	16	98
<b>Voluntário4</b>	-	15	98	-	19	98	-	20	98	-	19	98
<b>Voluntário5</b>	-	12	98	-	15	98	-	18	98	-	20	98
<b>Voluntário6</b>	-	18	98	520	20	99	830	19	100	822	20	99
<b>Voluntário7</b>	-	15	96	394	15	99	565	10	99	516	15	99
<b>Voluntário8</b>	-	22	98	396	30	98	322	30	99	373	26	98
<b>Voluntário9</b>	-	24	97	539	22	99	518	20	99	596	18	100
<b>Voluntário10</b>	-	22	99	721	15	99	911	17	99	981	20	99
<b>Voluntário11</b>	-	12	97	876	12	97	736	10	97	654	12	97
<b>Voluntário12</b>	-	14	99	870	15	99	884	19	98	958	18	99
<b>Voluntário13</b>	-	16	96	554	12	98	593	10	98	628	13	98
<b>Voluntário14</b>	-	21	95	544	19	97	466	20	97	544	19	97
<b>Voluntário15</b>	-	22	98	504	19	98	450	28	98	651	27	99
<b>Voluntário16</b>	-	15	98	825	16	100	897	20	99	935	25	99
<b>Voluntário17</b>	-	20	98	830	14	99	699	19	99	722	27	98
<b>Voluntário18</b>	-	20	98	554	16	98	518	19	99	916	27	100
<b>Voluntário19</b>	-	18	97	620	16	98	873	15	100	821	20	100

VC: Volume corrente, f: frequência respiratória, SpO<sub>2</sub>: Saturação periférica de oxigênios

## ANEXO A – Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa

UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
UBERLÂNDIA/MG



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** Avaliação das repercussões hemodinâmicas com o uso de ventilação mecânica não invasiva por meio do ecodopplercardiograma

**Pesquisador:** Célia Regina Lopes

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 11504013.5.0000.5152

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

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

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

Trata-se de estudo com potencial razoável para gerar benefícios, sem riscos maiores aos sujeitos voluntários, formalmente adequado ao exigido pela resolução CNS/CONEP 196/1996.

As pendências apontadas no Parecer 209.579 foram atendidas.

De acordo com as atribuições definidas na Resolução CNS 196/96, o CEP manifesta-se pela aprovação do protocolo de pesquisa proposto.

O protocolo 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

UBERLÂNDIA, 03 de Abril de 2013

---

Assinador por:

Sandra Terezinha de Farias Furtado  
(Coordenador)