



Ministério da Saúde
FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz



ICICT
Instituto de Comunicação e Informação
Científica e Tecnológica em Saúde



MINISTÉRIO DA SAÚDE
GRUPO HOSPITALAR CONCEIÇÃO
CENTRO DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA E PESQUISA EM SAÚDE – ESCOLA GHC
FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ – FIOCRUZ
INSTITUTO DE COMUNICAÇÃO E INFORMAÇÃO CIENTÍFICA E
TECNOLÓGICA EM SAÚDE - ICICT

ESTUDO COMPARATIVO DA PRESSÃO DE DIÓXIDO DE CARBONO
ARTERIAL E DO EXPIRADO EM NEONATOS SOB VENTILAÇÃO
MECÂNICA INVASIVA EM UMA UTI NEONATAL.

MARCIANE PESAMOSCA FIATT

ORIENTADORA: NUT. MS. BIANCA DA SILVA ALVES

PORTO ALEGRE

2012



Ministério da
Saúde



MARCIANE PESAMOSCA FIATT

**ESTUDO COMPARATIVO DA PRESSÃO DE DIÓXIDO DE
CARBONO ARTERIAL E DO EXPIRADO EM NEONATOS SOB VENTILAÇÃO
MECÂNICA INVASIVA EM UMA UTI NEONATAL.**

Projeto de Pesquisa apresentado
como requisito parcial para a obtenção
do título de especialista em Informação
Científica e Tecnológica em Saúde
pela Fundação Oswaldo Cruz –
FIOCRUZ

Orientadora: Nut. Ms. Bianca da Silva
Alves

Porto alegre

2012

RESUMO

O objetivo principal deste estudo é avaliar e analisar a correlação entre a pressão final do dióxido de carbono exalado (PetCO₂) e a pressão parcial de dióxido de carbono arterial (PaCO₂) em pacientes neonatos pré-termos (aqueles nascidos antes de completar 37 semanas de idade gestacional). Estudo quantitativo, observacional, comparativo com recém-nascidos internados em uma Unidade de terapia Intensiva Neonatal que necessitem de ventilação mecânica invasiva por mais de 24 horas e coleta de gasometria arterial. Serão excluídos os RN ventilados com ventilação de alta frequência, os portadores de malformações congênitas e aqueles com instabilidade térmica. Será registrado a média de 3 valores da PetCO₂ durante a coleta de gasometria (01 minuto antes, durante e 01 minuto após), numa ficha de avaliação, onde também serão anotados dados do paciente, como idade gestacional e peso de nascimento, dias de ventilação mecânica e parâmetros utilizados, doença de base e severidade da doença pulmonar(avaliada pelo índice de oxigenação, pressão média das vias aéreas, fração inspirada de oxigênio e relação pressão parcial arterial do oxigênio/pressão parcial alveolar de oxigênio) para posterior análise estatística. Será necessário avaliar 137 pares de medidas de PaCO₂ e do PetCO₂, para que seja possível estimar uma diferença mínima de 2,5 mmHg entre as medidas da PaCO₂ e do PetCO₂, considerando que o desvio padrão esperado seria de 12mmHg, de acordo com estudo de Trevisanuto et al, 2012, com poder de 90% e nível de significância de 0,05. Será utilizado o teste t para amostras pareadas ou teste de Wilcoxon caso a distribuição dos dados não seja normal. Variáveis categóricas serão analisadas com o teste Qui quadrado (χ^2). A correlação das variáveis quantitativas será determinada pelo coeficiente de correlação de Pearson ou Spearman. Os resultados serão expressos como média \pm DP, mediana ou percentual (%). O estudo será realizado após aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Grupo Hospitalar Conceição, conforme exigências do Ministério da Saúde -resolução 196/96.

Palavras chaves: Dióxido de carbono; Capnografia; Ventilação mecânica invasiva; Unidade de terapia intensiva neonatal.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AVC Acidente vascular cerebral

EtCO₂ Concentração máxima de dióxido de carbono no final de uma respiração

FC Frequência cardíaca

FSC Fluxo sanguíneo cerebral

FR Frequência respiratória

HCO₃⁻ Bicarbonato

HIPV Hemorragia Peri-intraventricular

IMV Intermittent mandatory ventilation (Ventilação Mandatória Intermitente)

MAP Mean airway pressure (pressão média das vias aéreas)

LPV Leucomalácia intraventricular

O₂ Oxigênio

P(a-et)CO₂ Diferença entre a pressão parcial de dióxido de carbono arterial e a pressão final de dióxido de carbono exalado

PACO₂ Pressão Alveolar de dióxido de carbono

PaCO₂ Pressão parcial de dióxido de carbono arterial.

PCO₂ Pressão de dióxido de carbono

PEEP Pressão Positiva Expiratória Final

PetCO₂ Pressão final de dióxido de carbono exalado.

PIP Pico Inspiratório de Pressão

PO₂ Pressão parcial de oxigênio

SaO₂ Saturação Arterial de Oxigênio

SIMV Spontaneous Intermittent mandatory ventilation (ventilação mandatória intermitente)

TCE traumatismo crânio encefálico

Te tempo expiratório

Ti tempo inspiratório

UTIN Unidade de Terapia Intensiva Neonatal

VC Volume corrente

VMC Ventilação mecânica convencional

VMI Ventilação mecânica invasiva

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	6
2. JUSTIFICATIVA	8
3. OBJETIVOS	9
3.1 OBJETIVO GERAL.....	9
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	9
4. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	10
5. MÉTODO	20
5.1 TIPO DE ESTUDO.....	20
5.2 POPULAÇÃO.....	20
5.2.1 Amostra.....	20
5.3 CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO.....	20
5.4 COLETA DE DADOS.....	20
5.4.1 Gasometria.....	20
5.4.2 Capnometria.....	21
5.5. INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO.....	22
5.6 ASPECTOS ÉTICOS.....	22
5.7 ANÁLISE DOS DADOS.....	23
6. DIVULGAÇÃO	24
7. ORÇAMENTO	25
8. CRONOGRAMA	26
REFERÊNCIAS	27
APÊNDICES	28
APÊNDICE A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE.....	32
APÊNDICE B – Ficha de Avaliação.....	33

1. INTRODUÇÃO

O controle da função ventilatória obtido por meio da ventilação mecânica invasiva constitui-se em um dos pilares do tratamento intensivo em pediatria e neonatologia. A ventilação mecânica é uma intervenção comum dentro das UTIN, onde aproximadamente 62% dos recém-nascidos de muito baixo peso fazem uso de alguma forma de ventilação pulmonar mecânica durante o período de hospitalização (FIATT et al., 2010).

A ventilação mecânica invasiva é um procedimento terapêutico que ajuda a diminuir a taxa de mortalidade auxiliando o paciente a realizar as suas funções de ventilação e respiração, sendo este considerado um importante sistema de suporte à vida (AZEREDO, MOURA e GURGEL, 2002). Possui, no entanto, características invasivas causando alteração na fisiologia cardiopulmonar do paciente, afetando não apenas a excreção pulmonar de dióxido de carbono, mas também a oxigenação do sangue, a hemodinâmica central e o fluxo periférico do sangue. Para auxiliar na avaliação dos efeitos favoráveis e adversos da VMI, deve-se fazer monitoração adequada da ventilação, da oxigenação e da circulação sempre que se emprega ventilação mecânica como suporte ventilatório (RASANEN, 1994).

Embora a análise do gás sanguíneo arterial por gasometria seja considerado padrão ouro de monitoração da PaO_2 e da $PaCO_2$ (BHAT e ABHISHEK, 2008; DURAN e MICKAS, 2008), é um procedimento invasivo e caro, representa a maior perda sanguínea iatrogênica e necessidade de transfusão em RN (STRAUSS, 1991). Além disso, a coleta de gasometria causa desconforto e dor processual além de ser somente uma amostra pontual desses valores (ADANS et al., 2012). Acredita-se que RN que se encontram internados em UTIN sejam submetidos a, em média, cerca de 50 a 150 procedimentos potencialmente dolorosos e que, em RN com menos de 1.000 gramas esse número chega a 500 ao longo de sua internação (GUINSBURG, 1999). Dessa forma métodos alternativos para medidas do CO_2 não invasivas são desejáveis em UTIN.

A capnometria é a mensuração do CO_2 nos gases da respiração através da medida da $PetCO_2$ ou da $EtCO_2$. Sua principal utilidade é reduzir o número de coletas de gasometria e/ou cateteres invasivos além, de traduzir o perfil

cardiocirculatório, de grande utilidade para os pacientes que estão adaptados à prótese ventilatória (INFANTÍNIO, 2006).

O acompanhamento da PetCO₂ tem provado ser eficaz em diversas áreas clínicas como em unidades de anestesia (BELPOMME et al., 2005), em serviços de emergência (LANGHAN e CHEN, 2008) e em unidades de cuidados críticos, confirmando o correto posicionamento do tubo endotraqueal (VARGESE, 2007). Recentemente esta tecnologia está sendo introduzida nos cuidados das UTIN. Seu uso ainda é limitado devido à vários fatores. A ventilação neonatal ocorre com FR mais elevada comparada com o adulto. Nas doenças do parênquima pulmonar que levam a alterações na relação ventilação/perfusão (V/Q) os valores da capnometria podem subestimar os valores da PaCO₂ dificultando a leitura correta do CO₂ exalado (MCSWAIN et al., 2010).

Assim o objetivo deste estudo é analisar a correlação entre a medida da PaCO₂ pela técnica de Gasometria Arterial e a medida da PetCO₂ através da Capnometria em neonatos prematuros sob VMI.

2. JUSTIFICATIVA

Pacientes graves sob ventilação mecânica invasiva, internados em Unidades de tratamento intensivo, necessitam de monitoração contínua de parâmetros respiratórios à beira do leito. A determinação da PCO_2 tem grande importância clínica durante a ventilação mecânica e pode ser monitorada de maneira invasiva através da gasometria arterial ou não invasiva através do método da capnometria.

A capnometria permite a monitoração constante do CO_2 exalado e tem se tornado padrão para confirmação da intubação endotraqueal nos ambientes hospitalares e para monitorar pacientes nas unidades cirúrgicas. Há, no entanto, controvérsias quando seu uso se faz em pacientes neonatos com doença pulmonar, ventilados mecanicamente (CHEIFETZ e MYERS, 2007). Usualmente os níveis arteriais de CO_2 são cerca de 5 mmHg superior que o $EtCO_2$. Essa diferença pode variar em crianças com doença pulmonar aguda com alterações na relação V/Q , e/ou instabilidade do débito cardíaco (BHANANI-SHANKAR, 2011).

Assim o uso da Capnografia ainda é visto com ceticismo devido a variações dos valores da $PetCO_2$ em relação às medidas do CO_2 arterial. As evidências disponíveis na literatura sobre o $PetCO_2$ ser um substituto da $PaCO_2$ em pacientes neonatos são escassas e controversas e, assim, a capnografia tem sido subutilizada. Neste contexto, são necessários estudos que descrevam a real aplicabilidade da capnometria e suas limitações na tomada de decisões no manejo da VMI em RN prematuros.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo deste estudo é analisar a correlação entre a medida da PetCO₂ através da capnometria e a medida da PaCO₂ pela GA em pacientes prematuros sob VMI em uma UTIN.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos são:

- Avaliar os possíveis fatores que podem afetar a relação PaCO₂ - PetCO₂.
- Determinar se a PaCO₂ mensurada a 37°C de temperatura corporal apresenta correlação com a PetCO₂.
- Avaliar a relação PaCO₂ - PetCO₂ para cada subgrupo conforme peso de nascimento e a doença de base.
- Correlacionar os valores da PetCO₂ com a PaCO₂ em relação ao VC e FR.
- Avaliar se a severidade da doença respiratória pode afetar a relação PaCO₂ - PetCO₂ em RN prematuros, através da medida do índice IO, da necessidade de FiO₂, do valor da MAP e pelo nível de alteração na relação V/Q avaliada pela razão PaO₂/PAO₂ em RN sob VMI.
- Correlacionar a PetCO₂ com a PaCO₂ com o tempo de uso da VMI, em RN prematuros.

4. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nas últimas décadas, houve uma revolução no tratamento da insuficiência respiratória, com avanço no conhecimento fisiopatológico das doenças pulmonares e progresso tecnológico, permitindo melhor monitoração do paciente, e novos modos de suporte ventilatório, possibilitando maior interação paciente respirador. Evidências têm favorecido estratégias mais protetoras, baseadas na ventilação com pulmão aberto e uso de baixos volumes correntes, associados à hipercapnia permissiva, resultando em redução da morbi-mortalidade dos pacientes submetidos à ventilação mecânica (ROSSI, 2008).

A insuficiência respiratória é a principal causa de admissão em UTIN, sendo definida como a incapacidade em se realizar a oxigenação e/ou eliminação do CO₂ adequadamente. Utiliza-se ventilação mecânica para doenças respiratórias primárias ou em situações onde há necessidade deste suporte, como sepse, pós-operatório, hipertensão intracraniana entre outras (ROSSI, 2008). A síndrome do desconforto respiratório (SDR) ou doença das membranas hialinas (DMH) é a afecção respiratória primária mais frequente no RN pré-termo (criança nascida antes da 37^o semana de gestação) sendo mais comum naqueles nascidos com menos de 28 semanas de idade gestacional. A deficiência quantitativa e qualitativa do surfactante alveolar é a principal causa da SDR (MIYOSHI e KOPELMAN, 2004).

A observação clínica do aumento da FC, do trabalho respiratório às custas do uso da musculatura acessória e dispneia, são parâmetros importantes para a instalação de suporte respiratório, muitas vezes precedendo os achados gasométricos citados como PaO₂ < 50 mmHg sob FIO₂ > 0,4 e/ou PaCO₂ > 50 mmHg com pH < 7,25 (ROSSI, 2008). Os principais objetivos clínicos a serem alcançados com o emprego da ventilação mecânica em RN são: conservar a função respiratória, evitar ou corrigir a retenção de CO₂, corrigir a hipoxemia e reduzir o trabalho respiratório com utilização de mínima FIO₂, pressões e VC. As estratégias empregadas para atingir estes objetivos dependem do processo de doença de base do RN (DURAN e MICKAS, 2008).

Os pacientes que recebem suporte ventilatório em UTIN geralmente são ventilados com modos convencionais de ventilação mecânicos conhecidos como:

controlado, assisto-controlado e ventilação mandatória intermitente sincronizada (RIELLA, 2007). No **modo ventilatório controlado**, respirações mecânicas são disparadas pela máquina, cicladas à tempo e controladas à pressão: **IMV (Intermittent Mandatory Ventilation)**, esse modo apesar de ter se tornado modo primário de ventilação em neonatologia, apresenta problema de assincronia entre ventilador e o paciente, existem grandes chances da respiração mecânica ser entregue fora da fase do esforço inspiratório do paciente (BROWN E DIBLASI, 2011). O ventilador funciona independente do paciente, podendo levar à inadequada exalação do ar, escape aéreo, aprisionamento aéreo e necessidade de aumento do suporte ventilatório (DONN e SINHA, 2003). Para melhorar o conforto e a sincronia paciente ventilador e prevenir algumas destas complicações durante o IMV, é necessário que neonatos sejam profundamente sedados e/ou paralisados durante esta ventilação (COOLS e OFFRINGA, 2005).

Os **modos A/C (assisto controlado) e SIMV (Spontaneous Intermittent Mandatory Ventilation)** são as formas de ventilação mecânica cicladas pelo paciente e controladas à pressão, mais utilizadas em pediatria. Significa um modo em que a pressão inspiratória é pré-determinada e cada respiração mandatória é disparada ou ciclada pelo paciente (BROWN e DIBLASI, 2011). A respiração mecânica é sincronizada para ser liberada imediatamente após o início do esforço inspiratório espontâneo do paciente, que é detectado como uma pequena flutuação de pressão negativa dentro do circuito do aparelho. Se o esforço inspiratório do paciente não for detectado dentro de um tempo pré-determinado, a respiração mandatória é liberada pelo respirador (CARVALHO, 1998). São modos ventilatórios importantes para ventilar neonatos prematuros que apresentam frequentemente padrão respiratório irregular ou apneias, por funcionarem como backup respiratório de suporte (RAMANATHAN, 2005).

O modo de ventilação com **Pressão de Suporte (PSV)** é fornecido para superar a resistência imposta pelo tubo endotraqueal durante as respirações espontâneas do paciente. É um modo de ventilação assistido, isto é, em resposta à solicitação do paciente. É limitado à pressão, ciclado a fluxo (RAMANATHAN, 2005). É usado em UTIN para desmame do ventilador ou como auxiliar respiratório em conjunto com SIMV (BROWN e DIBLASI, 2011). No PSV a criança determina sua FR e a interação como o aparelho determina o tempo inspiratório e o VC e variáveis

entre os ciclos respiratórios (ROSSI, 2008). O paciente tem controle completo da respiração, que aumenta o conforto e sincronia paciente ventilador (SARKAR e DONN, 2007), além de manter o uso da musculatura respiratória ativa, prevenindo atrofia e fadiga (ROSSI, 2008). Uma PSV entre 5 a 10 cmH₂O pode ser comparável ao sistema de fluxo contínuo quanto ao trabalho respiratório imposto durante a ventilação espontânea (cerca de 5 cmH₂O na PS permite que o dispositivo de fluxo funcione sem aumentar o trabalho respiratório do paciente) (ROSSI, 2008). Neonatos pré-termos usam frequentemente suspiros para recrutar e manter pressão expiratória e o volume pulmonar e manter oxigenação (POETS et al., 1997). O PSV pode melhor estabilizar o padrão de respiração do neonato por incluir suspiros durante a ventilação (SCHULZKE et al., 2010). Pode ser obstáculos ao seu uso utilização de cânulas muito pequenas (pois a maior resistência à inspiração pode fazer com que o pico de pressão seja atingido muito rapidamente resultando em baixo VC) (ROSSI, 2008). A presença de vazamento de ar ao redor do TET sem balonete, pode levar ao auto-disparo do respirador, ou o respirador não reconhecer o esforço do paciente (BROWN E DIBLASI, 2011). Alguns ventiladores possuem sofisticados algoritmos de compensação dos vazamentos mantendo a Pressão Positiva Expiratória Final constante que diminui a probabilidade de inapropriado disparo do respirador (BROWN e DIBLASI, 2011).

As técnicas híbridas de ventilação mecânica em neonatologia são: o **Volume Garantido (VG)** que é um modo limitado à pressão e com fluxo fixo, no qual o clínico escolhe um volume corrente alvo e, de acordo com o volume atingido nas respirações anteriores (pela medida do volume expiratório dos últimos 8 ciclos), o ventilador acerta sua pressão para que se obtenha o volume desejado assim quando ocorrer melhora da complacência do sistema respiratório o aparelho fornecerá menores picos de pressão, mantendo o volume constante, diminuindo o risco de hiperdistensão (ROSSI, 2008). **Volume assegurado com pressão suporte (VAPS)** está presente nos ventiladores Interplus e Vip Bird Gold. Define-se um VC alvo, o suporte ventilatório inicia-se com um modo de pressão limitada, ciclado a fluxo, espontâneo ou mandatório. Quando o fluxo inspiratório atinge o valor mínimo pré-determinado, ocorre a medida do volume oferecido. Caso o volume alvo tenha sido atingido, ocorre a pausa expiratória (comporta-se como um modo ciclado a fluxo) (ROSSI, 2008).

A **ventilação oscilatória de alta frequência (VOAF)** é um modo ventilatório não convencional que utiliza VC menor do que o volume do espaço morto anatômico (1–3 ml/Kg) com frequência bem acima da fisiológica (5–10 Hertz, ou seja, 300–600 ciclos/minuto). Esta forma de ventilação vem sendo utilizada para o tratamento de pacientes com insuficiência respiratória grave quando a VMC falha (CHAN e STEWART, 2005).

A adequação inicial da ventilação mecânica deve ser composta de parâmetros mínimos e a sua manutenção deve ser de acordo com as características da doença e a clínica do paciente. Os parâmetros ventilatórios iniciais utilizados em neonatologia são: **pressão inspiratória**: necessária para garantir a expansão visual do tórax, com controle de acordo com o VC gerado (ideal 5 a 7 ml/kg), numa ventilação protetora; **pressão expiratória**: mínima a ser utilizada entre 3 a 4 cmH₂O. Quando houver diminuição da complacência, deve ser elevada em 2 cmH₂O por etapa, buscando garantir estabilidade alveolar; **FR**: deve ser inicialmente próxima ou levemente superior à fisiológica, de acordo com a idade do paciente; **FIO₂**: necessidade maior quanto maior for o *shunt* intrapulmonar; **ti** e **te**: deve se evitar que sejam semelhantes ou $te < ti$ o que gera auto-PEEP. Em patologias de diminuição da complacência, tempos curtos entre 0,3 e 0,45 são suficientes (ROSSI, 2008).

A análise dos gases do sangue arterial (gasometria arterial) é um exame considerado fundamental e rotineiro em UTIN para RN que apresentam desordens respiratórias, uma vez que a principal função do sistema respiratório é realizar as trocas gasosas na respiração. É um exame invasivo que mede as concentrações de oxigênio, a ventilação e o estado acidobásico do paciente. Normalmente, a amostra sanguínea é coletada na artéria radial, perto do punho, mas também poderá ser coletada pela artéria braquial ou femoral (DURAN e MICKAS, 2008). Todos os métodos não invasivos devem se correlacionar com ele (ADANS et al., 2012). Os parâmetros avaliados numa GA são: **pH** : mede o estado acidobásico, um pH normal não indica necessariamente a ausência de um distúrbio acidobásico, dependendo do grau de compensação. O desequilíbrio acidobásico é atribuído a distúrbios ou do sistema respiratório (PaCO₂) ou metabólico. **PaO₂**: Pressão parcial de oxigênio no sangue; exprime a eficácia das trocas de oxigênio entre os alvéolos e os capilares pulmonares. **PaCO₂**: A pressão parcial de CO₂ do sangue arterial exprime a eficácia da ventilação alveolar. **HCO₃⁻**: Quantidade de bicarbonato encontrado no sangue

arterial. As alterações na concentração de bicarbonato no plasma podem desencadear desequilíbrios acidobásicos por distúrbios metabólicos. **BE (Base excess)**: Sinaliza o excesso ou déficit de bases dissolvidas no plasma sanguíneo. **SaO₂ (%)**: Conteúdo de oxigênio / Capacidade de oxigênio; corresponde à relação entre o conteúdo de oxigênio e a capacidade de oxigênio, expressa em percentual (ÉVORA e GARCIA, 2008).

A correta manipulação da amostra sanguínea arterial é tão importante quanto adequada manutenção técnica dos aparelhos de medição, mesmo que se utilizem aparelhos automatizados (VIEGAS, 2002). Fatores que podem levar a erros na medida e, em consequência, a uma interpretação incorreta dos valores gasométricos são: Punção arterial dolorosa, punção venosa, exposição da amostra ao calor e desconhecimento da FiO₂ respirada pelo paciente (ADANS et al, 2012; BISSON e YOUNKER, 2006). Entre a coleta da amostra e sua análise não ultrapassar 10-15 minutos em condições normais. Se não for possível realizar a análise neste tempo, a amostra arterial deve ser guardada em gelo moído até a leitura, objetivando diminuir o metabolismo eritrocitário, evitando assim a diminuição da PO₂ e aumento da P CO₂. A presença de bolhas de ar na amostra sanguínea também influencia a leitura dos gases (VIEGAS, 2002; PRASAD *et al.*, 2007). Como anticoagulante para a amostra é utilizada a heparina que, ao mesmo tempo em que previne a coagulação durante o transporte e análise, forma uma barreira líquida entre o êmbolo e a seringa, impedindo trocas gasosas entre o ar ambiente e a amostra (contaminação da amostra por ar), além de preencher o espaço morto entre a agulha e a seringa. Entretanto, um volume excessivo de heparina pode diminuir os valores da PaCO₂ (BRAZ, 1996; VIEGAS, 2002).

Valores de normalidade de GA em neonatos são controversos e podem variar conforme a fase da doença, sendo considerados conforme a estratégia ventilatória proposta. BHANDARI e BHANDARI, 2007 citam como valores para RN prematuros de pH= 7,25-7,35, e para a PaO₂= 40-60 mmHg e PaCO₂= 45-55 mmHg na fase aguda, na fase crônica, valores de PaO₂= 50-70 mmHg e PaCO₂= 50-65 mmHg. Em Normas e Manuais Técnicos do Ministério da Saúde, BRASIL, 2011 recomenda-se manter os valores de pH > 7,20 nas primeiras seis horas de vida e, a seguir, acima de 7,25. Manter a PaCO₂ entre 40 e 60mmHg e a PaO₂ entre 50 e 70mmHg ou SatO₂ entre 86 e 93%. Valores mais elevados de PaCO₂ são considerados, chamada

hipercapnia permissiva, em que geralmente se tolera valores de PaCO₂ na faixa de 50 a 65 mmHg utilizando mínima ventilação a fim de reduzir danos pulmonares (ADANS et al, 2012).

A regulação anormal do fluxo sanguíneo cerebral predispõe RN prematuros para desenvolver hemorragia Peri-intraventricular (PERMLMAN e VOLPE, 1990). Estudos têm demonstrado a PaCO₂ como um dos principais reguladores do FSC (AMBALAVANAN e CARLO, 2001). Níveis extremos na PaCO₂ como a hipercapnia e hipocapnia estão implicados como causas da LPV e da HIPV e na ocorrência de displasia bronco pulmonar em RN de extremo baixo peso (GIANNAKOPOULOU et al., 2004; ERICKON et al., 2002; FABRES et al., 2008), havendo uma forte associação entre valores da PaCO₂ menores que 25 a 30 mmHg com a incidência da LPV (GIANNAKOPOULOU et al., 2004) e valores de PaCO₂ maiores que 60 mmHg estão associados com severa HIPV (FABRES et al., 2008), resultando em aumento na frequência de morbidades neurológicas e alterações no resultado do neurodesenvolvimento (COLLINS et al., 2001), por essa razão é essencial à prevenção de extremos de hipocapnia e/ou hipercapnia em RN pré-terminos (AMBALAVANAN e CARLO, 2001).

Manter a PaCO₂ dentro do intervalo desejável através do monitoramento por frequentes amostras sanguíneas para realização da gasometria arterial pode aumentar a necessidade de múltiplas transfusões nesses bebês (STRAUSS, 1991). Métodos não invasivos podem reduzir a perda de sangue e, adicionalmente, a dor associada a coletas de sangue arterial (AMOUCHE e SINGHAL, 2005).

A função respiratória do paciente pode ser avaliada por meio da monitoração não invasiva da ventilação e da oxigenação, através de capnógrafos e/ou oxímetros. Oxímetros de pulso são utilizados em UTIN há quase 30 anos (ADANS et. al., 2012). Embora capnógrafos sejam menos usados rotineiramente que os oxímetros, com os avanços da tecnologia, a monitoração respiratória do EtCO₂ tem grande utilidade no manejo pacientes que estão adaptados à prótese ventilatória. (CARDOSO, 2007)

O valor da capnografia é muito bem utilizado nas salas de operação e anestesiológicas têm sido bem treinados para contar com esta valiosa fonte de informação na tomada de decisões. No entanto, nas unidades de cuidados intensivos, os pacientes geralmente não dispõem dos benefícios deste monitor. Isso é mais provável que ocorra devido à escassez de capnógrafos nas unidades de

tratamento intensivo e a falta de pessoal com experiência prática em interpretação dos valores da capnografia entre os intensivistas e demais profissionais. Também existe a falta de manutenção adequada, resultando em mau funcionamento e ao não uso posterior dos equipamentos, bem como a de protocolos profundamente enraizados em UTIS com tradição histórica de depender fortemente do uso excessivo de gases no sangue arterial (BHANANI-SHANKAR, 2011). A capnografia pode ser instalada em qualquer paciente que esteja sob ventilação mecânica, mas principalmente naqueles que necessitam de um controle mais rigoroso da medida do CO₂, como nos pacientes com enfermidades neurológicas (TCE, AVC e pós-operatório de cirurgia neurológica) e enfermidades respiratórias (CARDOSO, 2007).

A capnometria fornece dados digitais e a capnografia é a exibição gráfica dos níveis do CO₂ a medida que eles alteram durante a respiração, através de uma forma de onda (capnogramas). Pode ser a tempo ou a volume (capnografia volumétrica) (CHEIFETZ e MYERS, 2007). A capnografia volumétrica é mais benéfica no ambiente de UTI (BHANANI-SHANKAR, 2011). É usado, para a leitura dos gases, um sensor de CO₂ expirado e um pneumotacômetro em combinação, e é expresso como volume do gás, geralmente em ml/min (CHEIFETZ e MYERS, 2007). Capnografia baseada a tempo é mais conhecida como monitorização do CO₂ no final da expiração (PetCO₂). Quando usado sem identificação, o termo capnografia refere-se à tempo.

As alterações das curvas dos capnogramas dão margem à interpretação das alterações ocorridas no sistema respiratório, fornecem pistas imediatas do diagnóstico e da eficácia terapêutica de terapias no manejo clínico de pacientes críticos (CHEIFETZ e MYERS, 2007). A interpretação do capnograma pode ser útil para a avaliação de tendências da ventilação e para a detecção de qualquer desequilíbrio da relação V/Q causado por doenças pulmonares ou distúrbios cardiovasculares, para avaliar o espaço morto fisiológico, detectar intubação esofágica, avaliar o fluxo sanguíneo durante parada cardíaca e determinar os níveis de PEEP (SCANLAN, 2000). A forma de onda do CO₂ é idêntica em todos os indivíduos com pulmões saudáveis. Qualquer desvio do normal deve ser investigado por uma causa patológica ou fisiológica. Além de falhas no circuito de desligamentos e falhas ventilatórias, resultando em capnogramas de apneia, capnografia de ondas

fornece informações dinâmicas sobre calibre das vias aéreas (CHEIFETZ e MYERS, 2007).

A medida contínua da $P_{et}CO_2$ pode ser utilizada para otimizar a ventilação para um nível desejado de $P_{a}CO_2$, melhorar a ventilação alveolar e controlar o comportamento do espaço morto. Normalmente, os níveis arteriais da PCO_2 são mais elevados em cerca de 4 - 5 mmHg, que representa a ventilação normal do espaço morto. Esta diferença pode variar com fatores tais como: posição do paciente, mudanças no calibre da via aérea e no espaço morto alveolar e anatômico e alterações do débito cardíaco, devem ser esperados afetar a $P_{et}CO_2$ e a relação com a $P_{a}CO_2$: $P(a-et)CO_2$ (CHEIFETZ e MYERS, 2007).

A relação $P(a-et)CO_2$ é um indicador da relação V/Q dos pulmões, da ventilação alveolar, da perfusão pulmonar e da produção de CO_2 e é diretamente proporcional ao grau do espaço morto alveolar. Alterações no $EtCO_2$ e na eliminação do CO_2 quase sempre precedem alterações na saturação de Oxigênio, na frequência cardíaca e na pressão sanguínea (CHEIFETZ e MYERS, 2007).

Em pacientes com substancial doença pulmonar, a relação $P(a-et)CO_2$ pode ser excelente indicador da eficiência da ventilação. Um aumento na relação $P(a-et)CO_2$ sugere um aumento da ventilação do espaço morto. Assim, $P(a-et)CO_2$ é uma estimativa indireta das alterações da relação V/Q do pulmão (CHEIFETZ e MYERS, 2007).

Vários índices clínicos têm sido propostos para quantificar a severidade inicial da doença respiratória e auxiliar na medida da resposta terapêutica ou prognóstico de RN, entre eles, um dos mais usados é o índice de oxigenação, que tem como objetivo avaliar através de cálculos a gravidade clínica da insuficiência respiratória e conseqüentemente, orientar na eleição de estratégias adotadas para um tratamento efetivo. O IO demonstra a quantidade de suporte ventilatório necessário para manter uma boa oxigenação (ORTIZ, CILLEY e BARTLET, 1987), assim como, para avaliar uma determinada intervenção terapêutica (FOERSTER, 2009). Conforme a literatura, um IO de 2,5 a 4,0 em 3 de 5 gasometrias teria um valor preditivo de mortalidade entre 50% a 80%, podendo ainda ser utilizado para classificar a gravidade da síndrome do desconforto respiratório (SDR) (GREENSPAN et al, 1997): SDR leve: $IO \leq 10$ SDR moderada: $IO \geq 10 \geq 25$, e SDR grave: $IO \geq 25$.

Em RN com doença pulmonar é mais difícil de obter uma amostra do gás alveolar que não seja misturado com o gás das vias aéreas. RN são usualmente taquipnêicos ($FR > 60$ RPM) e têm VC pequenos para se obter uma amostra adequada do gás alveolar. Estudos demonstraram que a capnografia é um método acurado de estimativa da $PaCO_2$ em bebês com pulmões saudáveis, mas somente provê uma estimativa da $PaCO_2$ em bebês com significativa doença pulmonar (HAGERTY et al., 2002; MCSWAIN et al.; 2010). A $PetCO_2$ varia sensivelmente de respiração à respiração, sendo sua confiabilidade com VC heterogêneos (como nas respirações espontâneas de RN ventilados mecanicamente), questionada, com necessidade de altos VC para medir com precisão a $PetCO_2$ (KUGELMAM, 2008). TAKAHASHI, HIROMA e NAKAMURA, 2011 encontraram boa correlação e concordância nos níveis máximos de $PetCO_2$ e $PaCO_2$ durante cada período de amostragem de CO_2 , em RN ventilados mecanicamente no modo IMV com respirações espontâneas.

A leitura do CO_2 pode ser feita por meio da técnica de espectrometria de massa ou absorção de luz infravermelha, geralmente mais usada devido a seu baixo custo (CARDOSO, 2007). Esta resulta da capacidade de absorção de luz do CO_2 , na região infravermelha de um espectro electromagnético. A quantificação desta absorção leva à geração de uma curva – a curva de capnografia, que traduz a atividade respiratória do doente em tempo real, permite uma apreciação qualitativa da ventilação (KONIARIS et al., 2003).

Alguns fatores técnicos como gases e posicionamento de tubos interferem na leitura do CO_2 : a presença do gás hélio (BALL e GROUNTS, 2003) e do N_2O (óxido nitroso) interferem na leitura. O N_2O absorve luz infravermelha interferindo na leitura do CO_2 (BHANANI-SHANKAR, 2011). Vazamentos de ar ao redor do TET sem balonete, maiores que 30% (calculado pelo sensor de fluxo baseado nas diferenças entre o volume exalado e o inspirado) alteram a precisão do valor do $EtCO_2$ (LOPEZ et. al., 2009). Presença de secreção e condensação de vapor d'água no circuito pode alterar a leitura dos sensores, sendo necessário ser substituídos, pois eles são descartáveis. Posicionamento dos tubos de amostragem para cima pode minimizar este problema (BHANANI-SHANKAR, 2011; HARGETY et al., 2002).

Existem dois tipos de capnógrafos, a diferença está na localização do sensor. O **sidestream (aspirativos)** fica localizado na unidade principal do equipamento de

monitoração; uma amostra do gás é aspirada continuamente desviada das vias aéreas do paciente para ser analisada no interior do equipamento. Este sistema pode ser aplicado tanto na presença de intubação traqueal como em pacientes sem prótese respiratória com o tubo coletor conectado nas cânulas nasais modificadas (BRAZ, 1996). Enquanto que o **mainstream (não-aspirativos)** fica junto ao paciente; é inserido entre o tubo endotraqueal e o “circuito de respiração”, não há necessidade de se mover gás das vias aéreas, pois o CO₂ será medido durante a passagem pelo sensor. Esta técnica de amostragem produz formas de onda que refletem medições em tempo real de CO₂, durante o ciclo respiratório, com resposta rápida, pois a câmara de medição faz parte do circuito de respiração existindo um fio que leva o sinal elétrico do sensor até o equipamento de monitoração, sendo os novos sensores leves e minimizam a tração do tubo endotraqueal (PAZ, 1996; BHANANI-SHANKAR, 2011).

Capnografia Microestream emprega uma amostra de taxa de fluxo pequena, de 50 ml/min, eliminando a competição com o VC e diminuindo a condensação dentro do sistema. Devido alta especificidade da fonte de infravermelho pelo CO₂ (emissão que corresponde exatamente à absorção do espectro da molécula do CO₂) a amostra utiliza um volume muito pequeno (15ul) que permite uma baixa taxa de fluxo sem comprometer resposta de precisão. Estas características preservam a mistura dos pequenos volumes inspiratório e expiratórios observados em RN, enquanto resposta rápida de tempo é mantida pelo fluxo laminar através do circuito respiratório (COLMAN e KRAUSS, 1999).

5. MÉTODO

5.1 TIPO DE ESTUDO

Estudo quantitativo, observacional, descritivo comparativo.

5.2 POPULAÇÃO

O presente estudo será realizado com RN prematuros internados na UTIN do Hospital da Criança Conceição do Grupo Hospitalar Conceição, de ambos os sexos que necessitaram de VMI por mais de 24 horas e coleta de gasometria arterial.

5.2.1 Amostra

Para que seja possível estimar uma diferença mínima de 2,5 mmHg entre as medidas da PaCO₂ e do PetCO₂ considerando que o desvio padrão esperado seria de 12mmHg, de acordo com estudo realizado por Trevisanuto et al, 2012, com poder de 90% e nível de significância de 0,05, serão necessário 137 pares de medidas que serão obtidas de RN prematuros.

5.3. CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO

RN ventilados com ventilação de alta frequência, os portadores de grandes malformações congênitas e aqueles com instabilidade térmica.

5.4 COLETA DE DADOS

5.4.1 Gasometria

A amostra de sangue arterial será colhida por uma enfermeira da UTIN através de solicitação médica conforme rotina da unidade. Será feita por punção arterial, na artéria radial, ou por aspiração de um cateter colocado na artéria umbilical, em seringa contendo heparina seca balanceada, de uso exclusivo para coleta de sangue arterial ou venoso tipo BD, com agulha eclipse, de 3 ml 0,64 x 25 mm (23G1). Deverá ser coletada uma alíquota de no mínimo 0,5ml (ideal é 01 ml) de sangue e imediatamente após a coleta será feita a retirada de bolhas de ar e a

homogeneização da amostra para evitar a formação de coágulos. Será registrado a FIO_2 que o paciente está utilizando no momento da coleta da gasometria arterial. O transporte para o laboratório será em até 15 minutos, se ultrapassar este tempo em até no máximo 30 minutos, será resfriado para 2-8°C. As pressões parciais dos gases sanguíneos incluindo o CO_2 serão medidas a 37°C, utilizando equipamento ABL 800-Radiometer, no perfil gasométrico NEO, devidamente calibrado conforme especificações do fabricante.

A coleta de sangue será realizada em condições de normalidade térmica de temperatura corporal: entre 36,3 a 37,3°C (BISSON e YOUNKER, 2006). A temperatura corporal será mensurada por um termômetro infravermelho digital (Incoterm, Termo Med, com uma precisão de $\pm 0,01$ °C na faixa de 32-42,2 °C) na região axilar.

5.4.2 Capnometria:

Os valores da $PetCO_2$ serão obtidos através de um monitor de parâmetros fisiológicos que são utilizados nesta UTIN: oxímetro\capnômetro spectrum\datascope, com módulo capnografia oridion MiniMedi CO_2 microestream USA. A leitura do CO_2 será feita através de um conjunto adaptador microestream de lúmens pequenos Filterline H configurado para utilização no circuito respiratório, encaixado entre o TET e o circuito do ventilador. Conforme especificações de precisão deste equipamento, a pressão parcial do CO_2 está em conformidade, no intervalo de: 0 a 38 mmHg a acurácia das medidas do CO_2 é ± 2 mmHg; de 39 a 99 mmHg a acurácia é de $\pm 5\%$ da leitura + 0,08% para cada 01(mm) mmHg, em condições padrão (intervalo de temperatura -20 á -70, umidade de 10-95%; pressão atmosférica 70-120 kPa). Esta precisão aplica-se a taxas de respirações de até 80 RPM. Para taxas de respirações acima deste valor a precisão é de 4 mmHg ou de $\pm 12\%$ da leitura, o que for maior, para valores de $PetCO_2$ acima de 18 mmHg. Para atingir as precisões especificadas para taxas de respirações acima de 60 RPM o conjunto microestream Fiterline H para bebês/neonatais deverá ser usado.

O monitoramento de CO_2 será analisado após a devida calibração de acordo com as recomendações do fabricante.

Os valores da $PetCO_2$ serão coletados, concomitante à coleta de GA, sendo anotados do visor do capnógrafo e registrado em três momentos: 01 minuto antes,

durante e 01 minuto após a coleta da GA, a média entre os três valores será calculada e utilizada para os cálculos estatísticos.

Os dados de ambos os métodos serão coletados uma vez por dia conforme rotina de coleta gasométrica da UTIN até o desmame dos pacientes da prótese ventilatória. A monitoração será feita com os pacientes posicionados em decúbito dorsal com inclinação da cabeça entre 0 a 15°C.

A gravidade da doença pulmonar será definida pelo **índice de oxigenação**, pela necessidade de **FIO₂** e valores da **MAP**. O nível de alteração na relação ventilação/perfusão será avaliado pela relação PaO₂/PAO₂ (KUGELMAN et al., 2008), onde: **Severa doença pulmonar** será definida por uma relação de **PaO₂/PAO₂ < 0,3** (TINGAY e STEWART E MORELY, 2005) ou **IO >10**; **leve á moderada doença pulmonar** será definida pela relação **PaO₂/PAO₂ > 0,3** e **IO <10** (KUGELMAN et al, 2008). PAO₂ será calculada pela FIO₂ x [pressão barométrica – 47] – PACO₂/0,8. O cálculo do IO será definido pela seguinte fórmula (ORTIZ, CILLEY e BARTLET, 1987; SANTOS, 2001): **IO = FiO₂ x MAP x 100/PaO₂**, onde MAP= (ti x PIP/ ti + te) + (te x PEEP/ ti + te).

5.5 INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO

Os dados serão anotados numa ficha de avaliação estruturada pela pesquisadora (apêndice B) contendo além dos valores da PaCO₂ e PetCO₂ dados adicionais do paciente, como dados demográficos de nascimento, parâmetros da VMI, tempo de uso de VMI, tipo de doença pulmonar e severidade da doença para posterior análise.

5.6 ASPECTOS ÉTICOS

O estudo será encaminhado para aprovação no Comitê de Ética em Pesquisa do Grupo Hospitalar Conceição.

Os responsáveis pelos recém-nascidos serão esclarecidos em relação aos objetivos, benefícios e riscos do estudo por meio do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE (apêndice A), e os RN serão incluídos no estudo somente após assinatura do TCLE pelos responsáveis, conforme exigências do Ministério da Saúde, de acordo com a resolução 196/96.

O material coletado e os resultados da análise serão mantidos sob a responsabilidade das pesquisadoras, por um período de 5 anos, sendo garantida a privacidade e o livre acesso, em qualquer momento do estudo, aos responsáveis pelos sujeitos participantes.

5.7 ANÁLISE DOS DADOS

Os dados serão estruturados e analisados utilizando o pacote estatístico PASW (Predictive Analytics Software) versão 18.0 para Windows. Variáveis com distribuição não Gaussiana serão transformadas em logaritmo para realização das análises, ou serão utilizados testes não paramétricos. Quando as variáveis tiverem distribuição normal, será utilizado o teste t para amostras pareadas ou teste de Wilcoxon, caso a distribuição dos dados não seja normal. Variáveis categóricas serão analisadas com o teste Qui quadrado (χ^2). A avaliação da correlação das variáveis quantitativas será através da determinação do coeficiente de correlação de Pearson ou Spearman (conforme indicado). Os resultados serão expressos como média \pm DP, mediana (variação) ou como número ou percentual (%) de pacientes com a característica analisada. O nível de significância adotado será de 5%.

6. DIVULGAÇÃO

Os dados encontrados no estudo serão apresentados na forma de artigo científico que será enviado à revista adequada para a divulgação do tema e apresentação em eventos e congressos de pediatria e neonatologia. Será realizada também apresentação oral para os funcionários da unidade hospitalar estudada (UTI neonatal). Será entregue um exemplar da pesquisa concluída ao Centro de Documentação do GHC para consulta de interessados.

7. ORÇAMENTO

7.1 MATERIAIS DE CONSUMO

Os gastos com o projeto serão custeados pela pesquisadora através de recursos próprios.

Materiais	Quantidade	Valor da unidade	Valor total
Folhas de ofício A4	500 unidades	0,06	30,00 reais
Transporte para a pesquisadora	100 unidades	2,85	285,00 reais
Cartucho de tinta para impressora	2 unidades	20,00	40,00 reais
Pendrive	01 unidade – 2 GB	30,00	30,00 reais
Canetas	4 unidades	2,00	8,00 reais
TOTAL	-		393,00 reais

REFERÊNCIAS

1. ADANS, James M. et al. Blood gas and pulmonary function monitoring. In: CLOHERTY, John P. et al. **Manual of Neonatal Care**. 6nd. Philadelphia: Wolters-Klewerer, 2012. p. 393-396.
2. AMBALAVANAN, N; CARLO WA. Hypocapnia and hypercapnia in respiratory management of newborn infants. **Clin Perinatol**, v. n , p. 517–531, jan. 2001.
3. AMOUCH Singh Soraisham; SINGHAL, Nalini. Does End-tidal Carbon Dioxide Measurement Correlate with Arterial Carbon Dioxide in Extremely Low Birth Weight Infants in the First Week of Life? **Pediatrics**, aug. 2005.
4. AZEREDO, Carlos A. C.; MOURA, Oseas F. de; GURGEL, Francisco O. Uma abordagem multidisciplinar essencial na assistência ventilatória atual. In: AZEREDO, Carlos A. C. **Técnicas para o desmame do ventilador mecânico**. Barueri: Manole, 2002. p. 1-11.
5. BALL, J. A.; GROUNDS, R. M. Calibration of three capnographs for use with helium and oxygen gas mixtures. **Anaesthesia**, v.58, n.2, p.156-160, feb. 2003.
6. BELPOMME, Vanessa *et al.* Correlation of arterial PCO₂ and PetCO₂ in pre-hospital controlled ventilation. **American Journal of Emergency Medicine**, v. 23, p. 852-859, jun. 2005.
7. BHANANI-SHANKAR, Kodali. **Learning Capnography**. Boston, MA, USA: 2011. Disponível em: <www.capnography.com>. Acesso em: 3 junho 2012
8. BHANDARI, A.; BHANDARI, V. Bronchopulmonary Dysplasia: An update. **Indian J Pediatr**, v. 74, n.1, p.73-77, jan. 2007.
9. BHAT, Ramesh Y.; ABHISHEK, N. Mainstream end-tidal carbon dioxide monitoring in ventilated neonates. **Singapore Med. J.**, v. 49, n. 3, p. 199-203, 2008.
10. BISSON, Jamie; YOUNKER, Jackie. Correcting arterial blood gases for temperature: (when) is it clinically significant? **Nursing in Critical Care**, v.11, n. 5, p. 232-238, sep./out. 2006.
11. BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Ações Programáticas e Estratégicas. **Atenção à saúde do recém-nascido: guia para os profissionais de saúde**. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2011.
12. BRAZ, José R. C. Monitorização da oxigenação. **Revista Brasileira de Anestesiologia**, v. 46, n. 3, p. 223-249, maio 1996.

13. BROWN, Melissa K.; DIBLASI, Robert M. Mechanical ventilation of the premature neonate. **Respiratory Care**, v. 56, n. 9, p.1298-1311, sept. 2011.
14. CARDOSO, Aline Amorin. Monitoração respiratória e hemodinâmica em pediatria e neonatologia, In: SARMENTO George jerre Vieira. **Fisioterapia em pediatria e neonatologia**. Barueri, São Paulo: Manole, 2007, p. 385-387.
15. CARVALHO, Wether B. Ventilação pulmonar mecânica em pediatria. **J Pediatr**, RJ v. 74, n. 1, p.113-124, 1998.
16. CHAN, K. P.; STEWART, T.E. Clinical use of high-frequency oscillatory ventilation in adult patients with acute respiratory distress syndrome. **Crit Care Med**, v. 33, n.3, p.170-174, mar 2005.
17. CHEIFETZ, Ira M; MYERS, Timothy R. should every mechanically ventilated patient be monitored with capnography from intubation to extubation? **Respiratory Care**, v. 52, n. 4, p. 423-438, apr. 2007.
18. COLLINS, M. P. et al. Hypocapnia and other ventilation-related risk factors for cerebral palsy in low birth weight infants. **Pediatrics Res**, v. 50, n. 6, p. 712–719, dec. 2001.
19. COLMAN, Y.; KRAUSS, B. Microstream capnography technology: a new approach to an old problem. **J Clin Monit comput**, v. 15, n. 6, p. 403–409, aug. 1999.
20. COOLS, F.; OFFRINGA, M. Neuromuscular paralysis for newborn infants receiving mechanical ventilation. **Cochrane Database Syst Rev**, v. 2, 2005.
21. DONN, S. M.; SINHA, S. K. Can mechanical ventilation strategies reduce chronic lung disease? **Semin neonatal**, v. 8, n. 6, p. 441-448, dec. 2003.
22. DURAND, Davis Z; MICKAS, Nick A. Blood Gases: Technical Aspects and interpretation. In: GOLDSMITH, James P.; KAROTKIN, Eduard H. **Assisted Ventilation of the Neonate**. 6nd. Missouri: Elsevier, 2008. p. 292-303.
23. ERICKSON, S. J. et al. Hypocarbica in the ventilated preterm infant and its effect on intraventricular haemorrhage and bronchopulmonary dysplasia. **Journal of Paediatrics and Child Health**, v. 38, n.6, p. 560-562, dec. 2002.
24. ÉVORA, P. R. B.; GARCIA, L. V. Equilíbrio acidobásico. **Medicina**, (Ribeirão Preto). **simpósio: fundamentos em clínica cirúrgica - 1ª parte**, v. 41, n.3, p.301-311, 2008.
25. FABRES, Jorge et al. Both Extremes of Arterial Carbon Dioxide Pressure and the Magnitude of Fluctuations in Arterial Carbon Dioxide Pressure Are Associated With Severe Intraventricular Hemorrhage in Preterm Infants. **Pediatrics**, v. 119, n. 2, p. 299-305, feb. 2007.
26. FIATT, Marciane P. et al. Perfil de neonatos de muito baixo peso internados em uma UTI Neonatal. POA, 2010. **No prelo**.

27. FOERSTER, Leila Lopes. **Função pulmonar e índice de oxigenação de recém-nascido pré-termo submetido à inalação endotraqueal de beclometasona e furosemida**. Campo Grande, 2009, p. 68 (Dissertação – Programa e Pós-Graduação em Saúde e Desenvolvimento na Região Centro Oeste). Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, 2009.
28. GIANNAKOPOULOU, C. *et al.* Significance of hypocarbia in the development of periventricular leukomalacia in preterm infants. **Pediatrics**, v. 46, n. 3, p. 268-273, jun. 2004.
29. GREENSPAN, J. S. *et al.* Pulmonary sequelae in infants treated with extracorporeal membrane oxygenation. **Pediatr Pulmonol**, v. 23, n. 1, p. 31-38, jan. 1997.
30. GUINSBURG, R. Avaliação e tratamento da dor no recém-nascido. **J Pediatr**, v. 75, n. 3, p.149-60, 1999.
31. HAGERTY, J. J. *et al.* Accuracy of a new low-flow sidestream capnography technology in newborns: a pilot study. **JPerinatol**, v. 22, n. 3, p. 219–225, apr./may 2002.
32. INFANTÍNIO, Beatriz N. B. Monitorização respiratória e ventilatória na SDRA. In: GAMBAROTO, Gilberto. **Fisioterapia Respiratória em unidade de terapia intensiva**. São Paulo: Atheneu, 2006. P. 235-238.
33. KONIARIS, L. G. *et al.* Capnographic monitoring of ventilatory status during moderate (conscious) sedation. **Surg Endosc**, V. 17, n.8, p. 1261-5, aug. 2003.
34. KUGELMAN, Amir *et al.* A Novel Method of Distal End-Tidal CO₂ Capnography in Intubated Infants: Comparison With Arterial CO₂ and With Proximal Mainstream End-Tidal CO₂. **Pediatrics**, v. 122, n. 6, p. 1219-1224, nov. 2008.
35. LANGHAN, Melissa L.; CHEN, Lei. Current utilization of continuous end-tidal carbon dioxide monitoring in pediatric emergency departments. **Pediatric Emergency Care**, v. 24, n. 4 p. 211-213, apr. 2008.
36. LOPEZ, Emmanuel *et al.* Detection of carbon dioxide thresholds using low-flow sidestream capnography in ventilated preterm infants. **Pediatrics Original**, v. 35, n. 11, p. 1942-1949, nov. 2009.
37. RASANEN, Jukka. Monitoração durante suporte ventilatório. In: Stock, Christiane M. **Manual de Mecanismo do Suporte Ventilatório**. Rio de Janeiro: Medsi, 1994. p. 37-49.
38. MCSWAIN, Steven D. *et al.* End-Tidal and Arterial Carbon Dioxide Measurements Correlate Across All Levels of Physiologic Dead Space. **Respir Care**, v. 55, n. 3, p. 288–293, mar. 2010.
39. MIYOSHI, M. H.; KOPELMAN, B. I. Síndrome do Desconforto Respiratório Neonatal. In: KOPELMAN, B. I. *et al.* **Diagnóstico e Tratamento em Neonatologia**. São Paulo: Atheneu, 2004. p. 67–84.

40. ORTIZ, R. M., CILLEY, R. E., BARTLETT R. H. Extracorporeal membrane oxygenation in pediatric respiratory failure. **Pediatr Clin North Am**, v. 34, n. 1, p. 39-46, feb 1987.
41. PAZ, Mário Augusto Silva **Segurança em equipamentos de monitorização em sala de cirúrgica e UTI oxímetro de pulso, capnógrafo, monitor cardíaco, e monitor de pressão não invasivo**. 1996. 62 f. Monografia (Pós Graduação em Engenharia Elétrica) –Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1996.
42. PERLMAN, J. M.; VOLPE, J. J. Fluctuating blood pressure and intraventricular hemorrhage. **Pediatrics**, v. 85, n. 4, p. 620–622, apr. 1990.
43. POETS, C. F. et al. Determinants of lung volume in spontaneously breathing preterm infants. **Am J Respir Crit Care Med**, v. 155, n. 2, p. 649-653, feb. 1997.
44. PRASAD, Rajnish *et al.* Arterial Blood Gas: Basics and Interpretation. **Pulmon.**, v. 9, n. 3, p. 82-87, 2007.
45. RAMANATHAN, Rangasamy. Synchronized Intermittent Mandatory Ventilation and Pressure Support: To Sync or Not to Sync? Pressure Support or No Pressure Support? **Journal of Perinatology**, v. 25, p. 23–25, 2005.
46. RIELLA, Caroline L. **Sistema de apoio à decisão na monitoração do paciente em assistência ventilatória invasiva**. 2007. 101 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia em Saúde) - Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2007.
47. ROSSI, Felipe de Souza. Ventilação Mecânica no período neonatal. In: RODRIGUES, Francico P. Martins; MAGALHÃES, Maurício. **Normas e condutas em neonatologia** : Serviço de neonatologia do departamento de Pediatria da Santa Casa de São Paulo. SP: Atheneu, 2008, p.107-117.
48. SARKAR, S.; DONN, S. M. In support of pressure support. **Clin Perinatol**, v. 34, n. 1, p.117-128, mar. 2007.
49. SCALAN, Craig L. Análise e Monitorização do Intercâmbio gasoso. In: SCALAN, Craig L; WILKIN Robert L.; STOLER James K. **Fundamentos da Terapia Respiratória de EGAN**– 7ª edição, São Paulo;Barueri, 2000.p. 352-383.
50. SCHULZKE, S. M. et al. Flow-cycled versus time-cycled synchronized ventilation for neonates. **Cochrane Data-base Syst Rev**, v. 7, n.7, jul. 2010.
51. SANTOS ML. **Efeitos de técnicas fisioterapêuticas desobstrutivas na mecânica respiratória e oxigenação de neonatos pré-termo em ventilação mecânica**. [Dissertação]. Campo Grande, MS: Universidade Federal de Mato Grosso do Sul; 2001.
52. SHANKAR, K. B. *et al.* Arterial to end tidal carbon dioxide tension difference during caesarean section anaesthesia. **Anaesthesia**, v. 41, n.7, p.698-702, jul. 1986.

53. STRAUSS, R. G. Transfusion therapy in neonates. **Am J Dis Child**, v.145, n. 8, p. 904–911, aug. 1991.
54. TAKAHASHI, D.; HIROMA, T.; NAKAMURA, T. PETCO₂ measured by a new lightweight mainstream cap-nometer with very low dead space volume offers accurate and reliable noninvasive estimation of PaCO₂. **Research and Reports in Neonatology**, v. 1, p. 61-66, 2011.
55. TINGAY, D. G.; STEWART, M. J; MORELY, C. J. Monitoring of end tidal carbon dioxide and transcutaneous carbon dioxide during neonatal transport. **Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed**, v. 90, n. 6, p.523-526, nov 2005.
56. VARGESE, Jain H. Use of disposable end tidal carbon dioxide detector device for checking endotracheal tube placement. **Journal of Clinical and Diagnostic Research**, v. 1, n. 1, p. 10-16, jun. 2007.
57. VIEGAS, Carlos A. Gasometria Arterial. **J. Pneumol.**, v. 28, n. 3, p. 233-238, out. 2002.

APÊNDICE A -Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE

Você está sendo convidado a participar de uma pesquisa para obtenção do título de especialista em informação científica e tecnológica em saúde-escola GHC e do Centro de Educação Tecnológica e Pesquisa em Saúde/Fiocruz intitulada: **Estudo comparativo da pressão de dióxido de carbono arterial e do expirado em neonatos sob ventilação mecânica invasiva em uma UTI neonatal.** Será avaliado o ar expirado pelo bebê por um aparelho que está conectado no tubo do respirador (aparelho que o ajuda a respirar) durante a coleta de sangue (chamada de gasometria arterial), que é coletada no braço com uma agulha, que serve para avaliar os valores dos gases do sangue. Esse exame é necessário nas UTIN e é feito de rotina, conforme o médico achar necessário. O aparelho que vamos avaliar mede o gás chamado dióxido de carbono (CO₂) e não precisa de coleta com agulha.

O trabalho será realizado pela fisioterapeuta da UTI NEO do HCC Marciane Pesamosca Fiatt e orientado pela nutricionista Bianca Alves. Poderás manter contato pelo telefone: (51)3357-2230, endereço: Rua Francisco Trein, n.º 596 - Hospital da Criança Conceição, Porto Alegre. Para alcançar os objetivos do estudo serão realizadas anotações do valor do CO₂ que aparecerá no visor do aparelho durante a coleta da gasometria conforme a rotina diária da UTINI, bem como anotação numa ficha de dados do nascimento, dados da aparelho que estará ventilando e dados da doença do seu bebê. Os dados de identificação serão confidenciais e os nomes reservados.

Os dados obtidos serão utilizados somente para este estudo, sendo os mesmos armazenados pela pesquisadora durante 5 (cinco) anos e após totalmente destruídos (conforme preconiza a Resolução 196/96).

Eu,(nome do responsável), autorizo.....(nome da criança) a participar do estudo, recebi as informações sobre os objetivos e a importância desta pesquisa de forma clara e concordo em participar do estudo.

Declaro que também fui informado:• Da garantia de receber resposta a qualquer pergunta ou esclarecimento acerca dos assuntos relacionados a esta pesquisa. • De que minha participação é voluntária e terei a liberdade de retirar o meu consentimento, a qualquer momento e deixar de participar do estudo, sem que isto traga prejuízo para a minha vida pessoal e nem para o atendimento prestado a mim. • Da garantia que não serei identificado quando da divulgação dos resultados e que as informações serão utilizadas somente para fins científicos do presente projeto de pesquisa. • Sobre o projeto de pesquisa e a forma como será conduzido e que em caso de dúvida ou novas perguntas poderei entrar em contato com a pesquisadora. **Também que, se houverem dúvidas quanto a questões éticas, poderei entrar em contato com Daniel Demétrio Faustino da Silva, Coordenador-geral do Comitê de Ética em Pesquisa do GHC pelo telefone 3357-2407, endereço Av. Francisco Trein 596, 3º andar, Bloco H, sala 11.** Declaro que recebi cópia deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, ficando outra via com a pesquisadora.

Assinatura do entrevistado

Assinatura da pesquisadora

Porto Alegre, ____, de _____ de 20__.

Este formulário foi lido para _____.

(nome do paciente) em ____/____/____ (data) pelo _____ (nome do pesquisador) enquanto eu estava presente. (assinatura da testemunha, nome e data.)

Assinatura da Testemunha

APÊNDICE B - Ficha de avaliação

Ficha de avaliação para Estudo comparativo da pressão de dióxido de carbono arterial e do expirado em neonatos sob ventilação mecânica invasiva em uma UTI neonatal.

Paciente número: _____

IG: _____

Peso de nascimento : _____ SEXO: F () M ()

Uso de surfactante: Sim () Não ()

Doença de base primária: SDR () ASPIRAÇÃO MECÔNIO () TAQUIPNÉIA
TRANSITÓRIA DO RN () SEPSIS PRECOCE/PNM: CONGÊNTA
TARDIA/NASOCOMIAL () DOENÇA EXTRA PULMONAR REQUERENDO VMI ()
DBP() outra ()

PARÂMETROS VMI:

Dias de VMI: _____.

Ventilador mecânico: _____.

PIP: _____ PEEP: _____ FIO2: _____ FR: _____

MODO VENT: _____

FR (do paciente): _____ MAP: _____

MONITORAÇÃO :

Temperatura corporal (°C):- _____

GA: Tipo de coleta: _____

pH: _____ PaO2: _____ PaCO2: _____

HCO3: _____ BE: _____ SpO2: _____

Outro: _____

Capnômetro: 1ª medida: _____ 2ª medida: _____ 3ª medida: _____

Média: _____

Rel:PaO2\PAO2: _____

INDICE IO: _____