

UNIVERSIDADE ANHEMBI MORUMBI
LAUREATE INTERNATIONAL UNIVERSITIES

THÂMILA KAMILA DE SOUZA MEDEIROS

**FREQUÊNCIA CARDÍACA FETAL COMO POSSÍVEL PREDITOR PARA
STATUS ÁCIDO-BASE E APGAR DO NEONATO**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**MESTRADO EM ENGENHARIA BIOMÉDICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU**

São José dos Campos, Fevereiro de 2018.

UNIVERSIDADE ANHEMBI MORUMBI
LAUREATE INTERNATIONAL UNIVERSITIES

THÂMILA KAMILA DE SOUZA MEDEIROS

**FREQUÊNCIA CARDÍACA FETAL COMO POSSÍVEL PREDITOR
PARA STATUS ÁCIDO-BASE E APGAR DO NEONATO**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Orientador: Prof. Dr. Ovidiu Constantin Baltatu, MD PhD

Co-Orientadora: Prof. Dr. Luciana Aparecida Campos Baltatu, PhD

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação
Stricto Sensu em Engenharia Biomédica – Mestrado, da
Universidade Anhembi Morumbi – Laureate International
Universities, como requisito parcial para obtenção do título de
Mestre em Engenharia Biomédica.

São José dos Campos, Fevereiro de 2018.

UNIVERSIDADE ANHEMBI MORUMBI
LAUREATE INTERNATIONAL UNIVERSITIES

THÂMILA KAMILA DE SOUZA MEDEIROS

**FREQUÊNCIA CARDÍACA FETAL COMO POSSÍVEL PREDITOR PARA
STATUS ÁCIDO-BASE E APGAR DO NEONATO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação
Stricto Sensu em Engenharia Biomédica – Mestrado, da
Universidade Anhembi Morumbi, como requisito parcial para
obtenção do título de Mestre em Engenharia Biomédica
aprovada pela seguinte Banca Examinadora:

Prof. Dr. Ovidiu Constantin Baltatu

Orientador Mestrado em Engenharia Biomédica
Universidade Anhembi Morumbi

Prof. Dr. Alessandro dos Santos Pin

Centro Universitario de Goiatuba

Prof. Dr. Adjaci Uchoa Fernandes

Universidade Anhembi Morumbi

Prof. Dr. Renato Zangaro (coordenação)

Universidade Anhembi Morumbi

Prof. Dr. Leandro Procópio Alves (Suplentes)

Universidade Anhembi Morumbi

São José dos Campos, Fevereiro de 2018.

Todos os direitos reservados. É proibida a reprodução total ou parcial do trabalho sem autorização da Universidade, do autor e do orientador.

THÂMILA KAMILA DE SOUZA MEDEIROS

Graduada em Fisioterapia pela Universidade Federal do Amazonas em 2013. Experiência na área de Reabilitação Intensiva de portadores de Paralisia Cerebral. Especializada no Método TheraSuit (2014). Pesquisadora do Grupo de Pesquisa P&D em Medicina Translacional com o Prof. Dr. Ovidiu Constantin Baltatu, MD PhD. Atualmente Mestranda em Engenharia Biomédica na Universidade Anhembi Morumbi Laureate International Universiteis.

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca UAM
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Med448ffDe Souza Medeiros, Thamila Kamila

Frequência cardíaca fetal como possível preditor para status acido-base e apgar do neonato / Thamila Kamila De Souza Medeiros, Ovidiu Constantin Baltatu, Luciana Aparecida Campos Baltatu. - 2018. 49f.

**Orientador: Ovidiu Constantin baltatu .
Dissertação (Mestrado em Engenharia Biomédica);
co-orientadora Luciana Aparecida Campos baltatu -
Universidade Anhembi Morumbi, S Ao José Dos
Campos , 2018.**

Bibliografia: f.

1. Frequência cardíaca fetal. 2. Cardiotocografia . 3. Hipoxia fetal . 4. Monitoramento da frequência cardíaca fetal . 5. Engenharia biomédica .

CDD

Dedico esta dissertação, com muito amor:

A minha avó Maria das Neves e minha mãe Altemiza de Souza, meus exemplos de vida e que nunca mediram esforços que Eu tivesse acesso à educação. Ao meu esposo Luiz Medeiros, que sempre esteve ao meu lado.

DEDICATÓRIA ESPECIAL

Àquele que em vida foi meu primo, irmão e amigo Diogo Ferreira de Souza, te agradeço pelos momentos alegres que vivemos juntos. Sei que você queria tanto quanto eu essa conquista.

AGRADECIMENTOS

Agradeço sempre à Deus por me conceder sabedoria nas escolhas dos melhores caminhos, coragem para acreditar, força para não desistir e proteção para me amparar.

Agradeço à Prof.a Dra. Luciana A. Campos Baltatu, minha co-orientadora, pelos conselhos que a mim foram dados, pelo apoio e por compartilhar toda sua sabedoria todos esses anos.

O Prof. Dr. Václav Chudáček e colegas por disponibilizar a base de dados do ECG para a PhysioNet, proporcionando novas abordagens de pesquisa.

Agradeço a minha colaboradora Daniela Monteiro Baptista da Silva por me apoiar e dedicar seu tempo em ajudar na elaboração do trabalho.

Agradeço ao Prof. Dr. Andrei Brateanu, MD, Medicine Institute, Cleveland Clinic, Cleveland, Ohio, pela colaboração.

Agradeço à Prof.a Dra. Mirela Dobre, MD MPH, Division of Nephrology and Hypertension, University Hospitals, Cleveland, Ohio, pela colaboração.

Ao Prof. Dr. Ovidiu Constantin Baltatu, MD, PhD, meu orientador, pelos conhecimentos a mim transmitidos com ética, bondade, paciência e dedicação. Muito Obrigada.

FREQUÊNCIA CARDÍACA FETAL COMO POSSÍVEL PREDITOR PARA STATUS ÁCIDO-BASE E APGAR DO NEONATO

RESUMO

Introdução As alterações na frequência cardíaca intraparto são consideradas possíveis marcadores de hipóxia fetal intraparto e preditores precoce de paralisia cerebral pós-natal ou outros desfechos neurológicos. Foi avaliado a variabilidade da frequência cardíaca fetal na cardiotocografia intraparto como possível preditor para o estado ácido-base neonatal e para os escores de Apgar. **Métodos:** Este foi um estudo transversal de 552 partos. Modelos de regressão linear multivariada foram utilizados para avaliar a associação entre a variabilidade de FCF e cada um dos seguintes resultados: pH do sangue do cordão arterial, déficit de base e pontuação de Apgar 1 e 5. As variáveis utilizadas para o ajuste foram: idade materna, comorbidades (diabetes gestacional, pré-eclâmpsia, febre materna, hipertensão), paridade, gravidade, contrações uterinas, idade gestacional e peso neonatal ao nascimento. **Resultados:** Os seguintes fatores foram associados a maiores riscos de acidose metabólica e de baixos escores de Apgar ao nascimento: aumento da média e do coeficiente de variação da FCF, tipo de parto e paridade diminuída. Cada aumento de 10 batimentos / min na FCF foi associado a um aumento de 0,43 mEq / L no déficit de base e a uma diminuição de 0,01 no pH, de 0,2 no Apgar 1 e de 0,14 no Apgar 5. Cada aumento de 10% no coeficiente de variação da FCF foi associado a um aumento de 4,05 mEq / L no déficit de base e a uma diminuição de 0,13 no pH, de 1,31 no Apgar 1 e de 0,86 no Apgar 5. **Conclusões:** Estes dados sugerem a cardiotocografia intraparto FCF como uma medida fisiologicamente relevante e prática para prever a acidemia e os escores de APGAR ao nascimento.

Palavras-chave: Engenharia Biomédica. Cardiotocografia. Frequência Cardíaca Fetal. Monitoramento da Frequência Cardíaca Fetal. Hipóxia Fetal.

CARDIOTOCOGRAPHY FETAL HEART RATE AS POSSIBLE PREDICTOR FOR THE NEONATAL ACID-BASE STATUS AND APGAR SCORES

ABSTRACT

Background: The improvement of the accuracy of fetal heart rate (FHR) pattern interpretation to improve perinatal outcomes remains an actual challenge. The aim of this study was to evaluate intrapartum cardiocotography FHR variability as possible predictor for the neonatal acid-base status and Apgar scores. **Methods:** This was a cross-sectional study of 541 parturitions. Multivariable linear regression models were used to assess the association between FHR variability and each of the following outcomes: arterial cord blood pH and base deficit, Apgar 1 and 5 scores. Variables used for adjustment were mother age, comorbidities (gestational diabetes, preeclampsia, maternal fever, hypertension), parity, gravidity, uterine contractions, and newborn gestational age and weight at birth. **Results:** The following factors were associated with an increased risk of metabolic acidosis and increased risk of low Apgar scores at birth: increased mean and coefficient of variation of the FHR, type of delivery and decreased parity. Each 10-beat/min increase in the FHR was associated with an increase of 0.43 mEq/L in the base deficit and decreases of 0.01 in the pH, 0.2 in the Apgar 1 and 0.14 in the Apgar 5. Each 10 % increase in the coefficient of variation of the FHR was associated with an increase of 4.05 mEq/L in the base deficit and decreases of 0.13 in the pH, 1.31 in the Apgar 1 and 0.86 in the Apgar 5. **Conclusions:** These data suggest the intrapartum cardiocotography FHR as a physiologically relevant and practical measure for predicting the acidemia and APGAR scores at birth.

Keywords: Biomedical Engineering. Cardiocotography. Fetal Heart Rate. Fetal Heart Rate Monitoring. Fetal Hypoxia.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
1.1 Cardiotocografia	14
1.1.1. Monitoramento Externo da frequência cardíaca fetal e contração uterina	15
1.1.2. Monitoramento Interno da frequência cardíaca fetal e contração uterina	16
1.1.3. Interpretação dos traçados cardiotocográficos	17
1.1.4. Frequência cardíaca fetal basal	17
1.1.5. Variabilidade da frequência cardíaca fetal	18
1.1.6. Acelerações	20
1.1.7. Desacelerações	20
1.1.8. Contração uterina	21
1.2. Parâmetros Clínicos	21
1.3. Escore de APGAR 1 e 5 minuto	22
1.4. Objetivos Gerais	23
1.4.1. Objetivos específicos	23
2. MATERIAIS E MÉTODOS	255
2.1. Coleta de Dados	255
2.2. Materiais	25
2.3. Métodos	26
2.4. Critérios de Inclusão e exclusão	27
2.5. Parâmetros Monitorados	299
2.6. Análise estatística	299
3. RESULTADOS	31
3.1. Características dos Participantes	31
3.2. Associação entre frequência cardíaca fetal e acidose metabólica	31
3.3. Associação entre frequência cardíaca fetal e Apgar escores	31
4. DISCUSSÃO	3737
5. CONCLUSÃO	4242
6. REFERÊNCIAS	433

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Cardiotocografia: monitoramento externo.....	16
Figura 2 – Cardiotocografia: monitoramento interno.....	17
Figura 3 – Aparelhos de monitoramento: Cardiotocógrafos.....	26
Figura 4 – Seleção de gravações para a base de dados final.....	28

LISTA DE QUADROS E TABELAS

Quadro 1. Taxa de classificação da linha de base da frequência cardíaca fetal.....	18
Quadro 2. Sinais avaliados através do score de Apgar.....	23
Tabela 1. Característica dos participantes do estudo por quartil da frequência cardíaca fetal média.....	32
Tabela 2 - Associação entre parâmetros materno e neonatal e pH do cordão umbilical.....	33
Tabela 3 - Associação entre parâmetros materno e neonatal e déficit de base.....	34
Tabela 4 - Associação entre parâmetros de materno e recém-nascido e Apgar 1 pontuação (1 minuto após o nascimento).....	35
Tabela 5 - Associação entre parâmetros de materno e recém-nascido e Apgar 5 pontuação (5 minuto após o nascimento).....	36

LISTA DE ABREVEATURAS E SIGLAS

ACOG	American College of Obstetrics and Gynecology
ANOVA	teste de Análise de variância
BPM	Batimentos por minuto
CTG	Cardiotocografia
CTU	Czech Technical University
CU	Contração Uterina
FCF	Frequência Cardíaca Fetal
FIGO	International Federation of Gynecology and Obstetrics
mEq/L	miliequivalente por litro
NICE	National Institute for Health and Care Excellence
NICHD	National Institute of Child Health&Human Development
pH	potencial hidrogeniônico
UHB	Hospital Universitário de Brno
(χ^2)	Teste Qui-quadrado

1. INTRODUÇÃO

A presente pesquisa visa identificar marcadores confiáveis e iniciais para a acidemia neonatal e para a condição física do recém-nascido.(RACINET et al., 2016; RACINET; OUELLET; DABOVAL, 2017). Decidir quando é o momento ideal para a realização do parto ainda é um desafio para os obstetras. O diagnóstico para identificar possíveis riscos ao feto deve ser cada vez mais específico e preciso, para que haja uma redução dos índices de mortalidade intrauterina. Os dados mais recentes sugerem a ocorrência de cerca de 3,2 milhões de casos de morte fetal intrauterina, em todo o mundo, a cada ano (BHARTIYA et al., 2016).

A cardiocotografia intraparto monitora a frequência cardíaca fetal e as contrações uterinas, e é comumente usada para a detecção precoce de sofrimento fetal (STOUT; CAHILL, 2011). As alterações na frequência cardíaca intraparto são consideradas possíveis marcadores de hipóxia fetal e preditores precoces de paralisia cerebral pós-natal ou de outros desfechos neurológicos. Isso é baseado na teoria de que a hipóxia intraparto leva a mudanças no sistema nervoso central fetal que afetam diretamente a atividade elétrica do coração fetal além de poder induzir a paralisia cerebral neonatal (GARABEDIAN et al., 2017).

A oxigenação fetal, no momento do parto, é exposta a uma potente ameaça: a diminuição da perfusão placentária – tanto devido à compressão do cordão umbilical como durante as contrações uterinas. Isso contribui muito para uma hipoxemia intermitente e, por conseguinte, expõe o feto ao risco de hipóxia fetal (BHARTIYA et al., 2016 ; SCHNETTLER et al., 2016).

A falta de oxigenação gera sofrimento fetal, o que é um fator de risco, dado que se perdurar por tempo o suficiente, pode levar o feto a nascer com uma deficiência física, ou mental ou até mesmo vir a óbito durante o parto. Alterações da frequência cardíaca fetal (FCF) durante o período intraparto podem indicar a presença de sofrimento fetal causado por falha na oxigenação. (ALFIREVIC; DEVANE; GYTE, 2013). Por essa razão, monitorar a frequência cardíaca fetal é importante para identificar o bem-estar do feto durante o parto.(CHUDÁČEK et al., 2014).

O monitoramento da frequência cardíaca fetal é usualmente realizado por um monitor de registro gráfico chamado cardiotocógrafo. A cardiotocografia (CTG) permite ao obstetra monitorar a frequência cardíaca fetal (FCF) e as contrações uterinas (CU) para a identificação de hipóxia fetal e para a redução de mortalidade e de morbidade perinatal. Em resumo, cardiotocografia é um método importante na vigilância do bem-estar fetal, tanto no período anteparto, quanto no intraparto (FUCHS et al., 2016; VISSER; AYRES-DE-CAMPOS, 2015; WRETLER et al., 2016). A melhora da assertividade na hora de interpretar o padrão de frequência cardíaca fetal para melhorar os resultados perinatais continua a ser um desafio real (MICHIKATA et al., 2016). Há uma falta de evidências sobre o seu benefício que apoiem o uso da cardiotocografia de admissão em gravidez de baixo risco (DEVANE et al., 2012).

1.1 Cardiotocografia

A cardiotocografia é um método não invasivo que avalia o bem-estar fetal por meio do cardiotocógrafo – aparelho que realiza um registro eletrônico ininterrupto e simultâneo da frequência cardíaca fetal e das contrações uterinas (MĚCHUROVÁ et al., 2016). Os registros podem ser obtidos contínuo ou intermitentemente e interna ou externamente. É um exame de baixo custo e seguro tanto para mãe quanto para o feto (BOEHM, 1999; MĚCHUROVÁ et al., 2016).

O monitoramento da frequência cardíaca fetal pode ser realizado anteparto ou intraparto através de dois transdutores. A escolha da monitorização interna ou externa dependerá do estado clínico da gestante (BULLENS et al., 2016; VEJUX et al., 2017; VISSER; AYRES-DE-CAMPOS, 2015).

Os sinais advindos destes registros são interpretados para avaliar os padrões de frequência cardíaca fetal pelas características de linha de base, variabilidade, acelerações e desacelerações. A frequência cardíaca fetal de linha de base é determinada pela aproximação da frequência cardíaca fetal média (MĚCHUROVÁ et al., 2016).

A principal vantagem da cardiotocografia é justamente o registro simultâneo da frequência cardíaca fetal e da contração uterina que, uma vez gravados, podem ser avaliados no momento do trabalho de parto ou posteriormente, se necessário. A maior desvantagem, por outro lado, é a presença de muitos parâmetros a serem mensurados sob uma interpretação visual e subjetiva do traçado – o que torna o exame pouco reprodutivo (AYRES-DE-CAMPOS, 2016; AYRES-DE-CAMPOS; SPONG; CHANDRAHARAN, 2015).

Vários sistemas de classificação das interpretações para determinar os traçados normais e anormais foram desenvolvidos ao longo dos anos. A diretriz mais aceita é da *International Federation of Obstetrics and Gynaecology (FIGO)* de 1987. Contudo, apesar de se seguir um sistema de classificação predefinido, o consenso inter e intraobservador pode variar durante a interpretação dos traçados (TOIVONEN et al., 2016).

1.1.1. Monitoramento Externo da frequência cardíaca fetal e contração uterina

Para monitorização externa da frequência cardíaca fetal é utilizado um transdutor de ultra-som Doppler, que detecta o movimento de estruturas cardíacas fetais. O resultado do sinal obtido requer modulação e autocorrelação do próprio sinal para fornecer gravações de qualidade adequadas.

Além da possibilidade de não gravar arritmias cardíacas fetais com precisão, a monitorização externa da frequência cardíaca fetal é mais suscetível à perda de sinal e à sinalização de artefatos – como a dupla contagem ou a meia contagem, principalmente durante a segunda fase do trabalho de parto.

Para o monitoramento contínuo ou intermitente da frequência cardíaca fetal e da atividade do músculo uterino, são posicionados dois transdutores no abdômen da gestante, um na região superior e outro na região inferior, como ilustrado na Figura 1. O aparelho de ultra-som Doppler, então, capta as informações, que são expressas na forma de traçados impressos em papel

(ALFIREVIC; DEVANE; GYTE, 2013; AYRES-DE-CAMPOS; SPONG; CHANDRAHARAN, 2015; VISSER; AYRES-DE-CAMPOS, 2015).

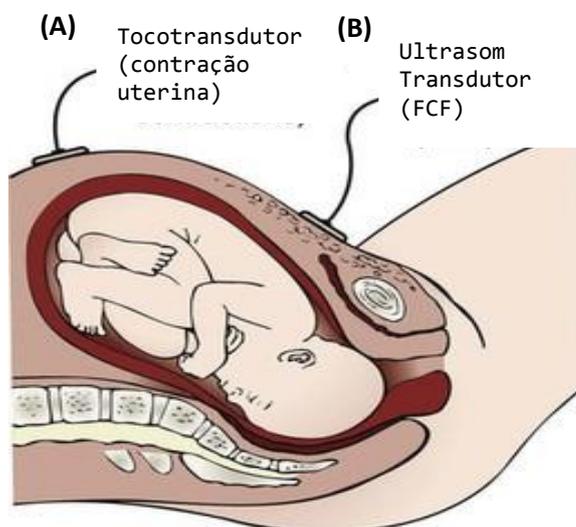
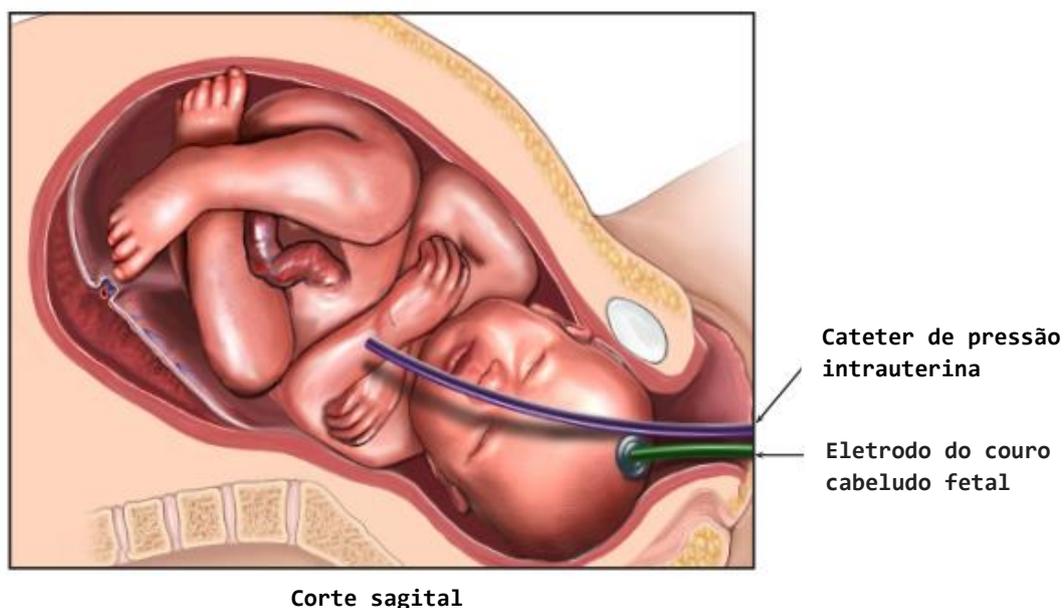


Figura 1. Cardiotocografia: monitoramento externo. (A) tocotransdutor, eletrodo que registra contrações uterinas; (B) Transdutor ultrassom registra a frequência cardíaca fetal (FCF).

Fonte: modificado de <https://nursekey.com/fetal-assessment-during-labor-2/>

1.1.2. Monitoramento Interno da frequência cardíaca fetal e contração uterina

Este método é somente utilizado quando a membrana interna foi rompida, espontânea ou artificialmente. A análise mais precisa do ritmo cardíaco fetal nesse método de monitoramento resulta do uso de um eletrodo, colocado no couro cabeludo do feto, para a frequência cardíaca fetal e de um cateter intrauterino de pressão para as contrações uterinas. Os intervalos de tempo entre batimentos cardíacos sucessivos são, então, avaliados através da identificação das ondas R no complexo QRS do eletrocardiograma fetal, e os ciclos de despolarização ventricular são medidos (AMORIM-COSTA et al., 2017; AYRES-DE-CAMPOS; ARULKUMARAN, 2015).



Reiter & Walsh, P.C. | Purchased from: ©2016. Nucleus Medical Media. All rights reserved. www.nucleusinc.com

Figura 2. Cardiotocografia: monitoramento interno. Representação do monitoramento interno com cateter de pressão intrauterino para registro da contração uterina e um eletrodo fixado no couro cabeludo do feto para registro da frequência cardíaca fetal. Corte sagital do útero materno

Fonte: modificado de ABC Law Centers. <https://www.abclawcenters.com/practice-areas/prenatal-birth-injuries/fetus-or-newborn-medical-problems/hypoxic-ischemic-encephalopathy/hypoxic-ischemic-encephalopathy-caused-by-fetal-monitoring-errors/>

1.1.3. Interpretação dos traçados cardiotocográficos

Para interpretação do traçado cardiotocográfico é necessário obter os registros quantitativo e qualitativo da frequência cardíaca fetal, das contrações uterinas, da variabilidade da linha de base da frequência cardíaca fetal, bem como da presença de acelerações e desacelerações (ROSS, 2009).

1.1.4. Frequência cardíaca fetal basal

A linha de base da frequência cardíaca fetal média é determinada pela aproximação da frequência cardíaca fetal, arredondada para incrementos de cinco batimentos por minuto durante um segmento de dez minutos, excluindo acelerações e desacelerações, bem como períodos de variabilidade acentuada ou linha de base superior a vinte e cinco batimentos por minuto. A duração mínima da linha de base deve ser de dois minutos, sendo que, se for menor, então é tida como indeterminada. A taxa de classificação de linha de base fetal está demonstrada no quadro 1 (ROSS, 2009).

Quadro 1. Taxa de Classificação da linha de base da frequência cardíaca fetal.

Normal	120-160 bpm
Bradycardia	<120 bpm
Taquicardia	>160 bpm

Fonte: (ROSS, 2009).

1.1.5. Variabilidade da frequência cardíaca fetal

Os padrões da frequência cardíaca fetal e os movimentos fetais refletem o funcionamento do sistema nervoso autônomo do feto. No caso da frequência cardíaca fetal, a sua variabilidade representa o efeito batimento-a-batimento do sistema nervoso simpático e parassimpático – mas também pode ser resultado de um ciclo vigília-sono fetal, do uso de medicamentos ou de situações anormais, como compressão do cordão umbilical e hipóxia e acidemia fetais (di Renzo et al., 1996; ROMANO et al., 2016). Por definição, a variabilidade da frequência cardíaca fetal basal são flutuações irregulares em amplitude e em frequência. Para se determinar a variabilidade da frequência cardíaca fetal basal, considera-se um segmento de 10 minutos, excluindo-se acelerações e desacelerações. Em seguida, classifica-se em: normal (de 5-15 batimentos por minuto), aumentada (> 15 batimentos por minuto), diminuída (< 5 batimentos por minuto) ou ausente (< 2 batimentos por minuto) (MACONES et al., 2008).

À medida que o feto se desenvolve, circuitos reguladores complexos preparam a base das funções integrantes do sistema nervoso autônomo e ajustam as funções vegetativas ao comportamento fetal, provocando uma sincronização crescente dos movimentos do corpo e da aceleração cardíaca. No termo, um feto saudável gasta aproximadamente 85-90% do dia em dois estados de sono: (i) sono tranquilo e (ii) sono ativo, cujos padrões de frequência cardíaca fetal diferem tanto na largura da banda de oscilação, quanto na frequência das acelerações (NIJHUIS; TEN HOF, 1999; WALLWITZ et al., 2012).

A variabilidade demonstra as oscilações dos intervalos entre dois batimentos cardíacos consecutivos (intervalos R-R ou intervalos entre as ondas R) (CAMPOS et al., 2013). Os índices da variabilidade da frequência cardíaca são obtidos pela análise desses intervalos através de dois métodos: lineares, no domínio do tempo e da frequência, e não-lineares.

Os métodos lineares no domínio do tempo são análises que medem cada intervalo R-R normal durante um período; e então, com base em métodos estatísticos ou geométricos, são calculados os índices que traduzem flutuações na duração dos ciclos cardíacos (BOUDREAU et al., 2011; CAMPOS et al., 2013).

O método geométrico é uma outra forma de examinar os intervalos RR, no qual o índice triangular e o Plot de Poincaré são os mais conhecidos. A análise quantitativa é feita por meio de três índices: SD1, SD2 e a razão SD1/SD2. O primeiro índice, SD1 (análise do sistema parassimpático), descreve a VFC a curto prazo; o segundo, SD2 (análise do sistema simpático) descreve a VFC a longo prazo; e SD1/SD2 (a relação entre ambos) mostra a razão entre as variações curta e longa dos intervalos RR (PINHEIRO et al., 2015).

A análise linear da variabilidade da frequência cardíaca, no domínio da frequência, emprega algoritmos matemáticos para a atribuição das frequências. Os registros no domínio de tempo podem ser considerados como uma soma de oscilações sinusoidais com diferentes frequências. Para a conversão da análise do domínio do tempo em domínio da frequência, usa-se a Transformada Rápida de Fourier (1768-1830). Esse processo permite a decomposição de um sinal originado no domínio do tempo (taquigrama) em componentes no domínio da frequência, chamados componentes de frequência de diferença ou bandas de frequência (DA SILVA et al., 2015).

Outros pesquisadores estamos investigando algoritmos da variabilidade da frequência cardíaca (VFC) como marcadores do desequilíbrio autonômico cardíaco em várias condições fisiopatológicas (CAMPOS et al., 2013; GÜNTHER; WITTE; HOYER, 2010), uma vez que marcadores de

variabilidade da frequência cardíaca estão associados a risco cardiovascular, morbidade e mortalidade (CAETANO; DELGADO ALVES, 2015).

1.1.6. Acelerações

Acelerações são aumentos abruptos na frequência cardíaca fetal. Estão associados ao movimento fetal ou à estimulação mecânica fetal, e são indicativos de bem-estar. Uma aceleração é definida por aumentos transitórios nos quais o pico deve ser ≥ 15 batimentos por minuto. Além disso, ela deve durar ≥ 15 segundos e em seguida retornar à linha de base (AYRES-DE-CAMPOS et al., 2015; BAILEY, 2009).

1.1.7. Desacelerações

As desacelerações são geralmente associadas às contrações uterinas. São definidas como diminuições transitórias da frequência cardíaca fetal abaixo da linha de base, com mais de 15 batimentos por minuto de amplitude e com duração superior a 15 segundos. Ao descrever a desaceleração da frequência cardíaca fetal, devem ser identificadas a profundidade e a duração das desacelerações individuais, seu tempo em relação aos picos de contração, o retorno da frequência cardíaca fetal à linha de base, quanto tempo esteve presente e se ocorrem em mais de 50% das contrações (MCLACHLAN; CARTMILL; BARCLAY, 2013). São classificadas em subtipos principais em relação às contrações uterinas:

Desaceleração precoce – ocorre no início de cada contração uterina, durante o trabalho de parto – no qual há uma diminuição do suporte de oxigênio, geralmente decorrente da compressão da cabeça do feto. A linha de base da frequência cardíaca fetal é recuperada até o final da contração. Não está associada a sofrimento fetal (MACONES et al., 2008);

Desaceleração tardia – ocorre após o pico de contração uterina e muitas vezes tem um retorno lento à linha de base. Geralmente, o início gradual e o regresso ocorrem quando mais de 30 segundos decorreram dentre o início ou fim de uma desaceleração e seu ponto mais baixo (AYRES-DE-CAMPOS; ARULKUMARAN; 2015);

Desaceleração variável – constitui a maioria das desacelerações durante o trabalho de parto. Não tem relação com as contrações uterinas e podem variar no decorrer do trabalho de parto. Está associada a um maior risco de hipóxia fetal;

Desaceleração prolongada – apresenta-se quando há uma diminuição aparente na frequência cardíaca fetal, a partir da linha de base – que é ≥ 15 batimento por minuto –, durando ≥ 2 minutos e < 10 minutos. Uma desaceleração que dure > 10 minutos é uma mudança de linha de base (MACONES et al., 2008).

1.1.8. Contração uterina

As contrações uterinas são aumentos graduais em forma de sino no gráfico de atividade uterina seguidos por reduções mais ou menos simétricas, com 45-120 segundos de duração total. Embora sejam essenciais para a progressão do trabalho de parto, as contrações uterinas comprimem os vasos que correm dentro do miométrio e podem diminuir temporariamente a perfusão placentária e/ou causar compressão do cordão umbilical.

Dentre os vários fatores avaliados durante a contração uterina, encontram-se: a frequência, a intensidade, a duração, o relaxamento do tônus e o intervalo entre as contrações. Segundo o *National Institute of Child Health&Human Development* (NICHD), a interpretação das contrações uterina é dada pela quantificação do número de contrações em um segmento de 10 minutos, com média num período de 30 min. Dessa forma, a contração uterina é classificada como normal quando o número de contrações é ≤ 5 , e como taquissístolia quando > 5 (AYRES-DE-CAMPOS; ARULKUMARAN; FIGO, 2015; HANKINS; MILLER, 2011; ROSS, 2009).

1.2. Parâmetros Clínicos

O bem estar fetal está intimamente ligado à troca de oxigênio e dióxido de carbono entre a mãe e o bebê. No útero, a oxigenação fetal ocorre através da placenta, a qual é um órgão que liga o feto em desenvolvimento à parede uterina pelo cordão umbilical. Essa conexão entre a gestante e o feto permite a

absorção de nutrientes, a eliminação de resíduos e as trocas gasosas (BLICKSTEIN; GREEN, 2007).

Ao longo do trabalho de parto, há uma redução do fluxo sanguíneo uteroplacentário durante as contrações uterinas, podendo levar a insuficiência placentária. No entanto, alguns fatores de risco durante a gestação como anemia, hipóxia, hipertensão, hipotensão, ruptura uterina, descolamento prematuro da placenta ou tamanho inadequado da placenta podem potencializar o estado de hipóxia fetal, implicando em sequelas neurológicas irreversíveis (MARTÍ GAMBOA et al., 2017; YEH; EMARY; IMPEY, 2012).

Para identificar se o feto sofre privação de oxigênio, estado este conhecido como anóxia ou estado hipóxico-isquêmico, um dos métodos utilizado é a análise do pH (potencial hidrogeniônico) do sangue arterial do cordão umbilical. Yeh et al 2012 demonstrou, em um estudo com recém-nascidos a termo, que um pH do cordão umbilical ideal seria entre 7,26 – 7,30, sendo que, quando o pH é abaixo de 7,10, há um alto risco de desfechos neurológicos adversos – e esse risco é aumentado quando o pH é abaixo de 7,0 (YEH; EMARY; IMPEY, 2012).

Mesmo que o pH seja a medida mais comumente usada, outras medidas adicionais são utilizadas para fornecer informações da saúde fetal, como o excesso de base, o déficit de base no fluido extracelular, a descrição fetal (peso, comprimento, semana de gestação), o aspecto materno e os aspectos neonatais (internação no Centro de Terapia Intensiva, convulsões, intubação, encefalopatia hipóxia isquêmica, hemorragia intracraniana, etc).

1.3. Escore de APGAR 1 e 5 minuto

Após o trabalho de parto, uma avaliação clínica do neonato é feita com objetivo de identificar imediatamente a sua saúde. O escore de APGAR, desenvolvido por Virginia Apgar, em 1952, avalia, de forma subjetiva, cinco sinais clínicos do recém-nascido. Os sinais avaliados são: 1) cor, 2) frequência cardíaca, 3) reflexos, 4) tônus muscular e 5) respiração, como está ilustrado na figura 3. Cada um deles é pontuado em 0, 1 e 2 pontos. Os critérios de ressuscitação neonatal indicam que o resultado Apgar é útil para transmitir

informações sobre o estado geral do recém-nascido e a resposta à ressuscitação (PEDIATRIC, 2015).

Os sinais clínicos de depressão neonatal, cuja quantificação se dá pelo escore de APGAR, podem ser cianose ou palidez, bradicardia, resposta reflexa deprimida à estimulação, hipotonia e apnéia ou respiração ofegante (AMERICAN COLLEGE OF OBSTETRICIANS AND GYNECOLOGISTS, 2011; PEDIATRIC, 2015).

O relatório *Neonatal Encephalopathy and Neurologic Outcome* define uma pontuação para o Apgar de 5 minutos de 7 a 10, como tranquilizadora, uma pontuação de 4 a 6, como moderadamente anormal, e uma pontuação de 0 a 3, como baixa tanto em recém-nascidos a termo como a pré-termo (PEDIATRICS, 2014).

CATEGORIA	PONTOS		
	0	1	2
COR DA PELE	Cianose central/ palidez	Cianose de extremidades	Rosado
RESPIRAÇÃO	Ausente	Regular/ bradipneia	Forte/ presença de choro
FREQUENCIA CARDIACA	Ausente	<100 bpm	>100 bpm
TONUS MUSCULAR	Flácido	Flexão de pernas e braços	Movimento ativo/ boa flexão
IRRITABILIDADE AO CATETER NASAL	Ausente	Algum movimento /careta	Espirros/ choro

Quadro 2. Sinais avaliados através do escore de Apgar.

Fonte: Modificado de <https://www.emsworld.com/article/10615556/ems-recap-apgar-scoring>

1.4. Objetivos Gerais

✓ Avaliar a variabilidade da frequência cardíaca fetal na cardiocardiografia intraparto como possível preditor para acidemia neonatal e para a condição física de um recém-nascido.

1.4.1. Objetivos específicos

✓ Analisar a relação entre a frequência cardíaca fetal intraparto e o pH arterial umbilical pós-parto;

- ✓ Analisar a relação entre a frequência cardíaca fetal intraparto e o déficit de base arterial umbilical pós-parto;
- ✓ Analisar a relação entre a frequência cardíaca fetal intraparto e os escores APGAR 1 e 5 do recém-nascido.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Coleta de Dados

Os dados foram coletados no Hospital Universitário de Brno (UHB) pela Czech Technical University (CTU) em Praga, os quais foram disponibilizados no banco de dados online *PhysioNet*.

O *PhysioNet* não é somente um recurso online para a divulgação e o compartilhamento de sinais biomédicos registrados, mas também um software de código aberto para que esses sinais sejam analisados. Além disso, oferece facilidades para a análise cooperativa de dados, e foi previamente aprovado pelo comitê de ética em pesquisa local. Considerando que pesquisas que compreendem dados de domínio público e que não identifiquem os participantes da pesquisa, sem envolvimento de seres humanos, não necessitam aprovação por parte do Sistema CEP/CONEP.

Os dados obtidos foram de dois tipos: cardiográfico e bioquímico.

A amostra analisada no presente estudo conta com 552 registros cardiográficos selecionadas a partir de 9164 registros recolhidos no período de abril de 2010 a agosto de 2012 no Hospital Universitário de Brno pela *Czech Technical University* (CTU) em Praga.

2.2. Materiais

O estudo possui dois componentes principais, sendo o primeiro o registro da cardiografia, e o segundo, os dados clínicos. Para os registros cardiográficos foram utilizados os monitores fetais STAN S21 e S31 (*Neovanta Medical, Mölndal, Suécia*) e Avalon FM40 e FM50 (*Philips Healthcare, Andover, MA*) Figura 3.

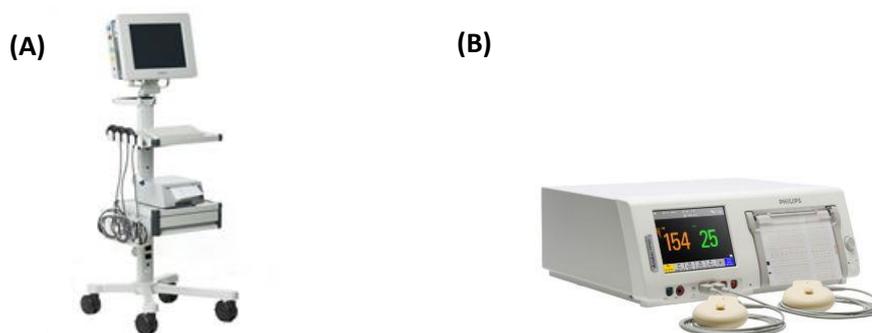


Figura 3. Os cardiocógrafos utilizados para o registro dos sinais de frequência cardíaca fetal e contração uterina sendo: (A) monitor STAN S31; (B) monitor Avalon FM40 e FM50.

Fonte: (A) www.neoventa.com/products/stan/; (B) www.philips.ie/healthcare

Todos os registros foram armazenados em um formato eletrônico no OB TraceVue®system (Philips). A cada cardiocografia foi gerado uma série de registros de frequência cardíaca fetal e contração uterina, a uma frequência de 4 Hz.

2.3. Métodos

Os registros começavam 90 minutos antes do momento do parto e continuavam por mais 90 minutos após o momento do parto. A seleção das amostras foi baseada nos parâmetros cardiocográficos e nos parâmetros clínicos para esse estudo, que estão demonstrados na Figura 5.

O comprimento do sinal incluiu 90 minutos antes do momento do parto – no qual também foi adquirida avaliação objetiva (pH, etc.).

Quando os dados foram filtrados de acordo com as informações clínicas, aplicou-se os seguintes critérios nos registros cardiocográficos:

- Estagio I – compreendeu um período de no máximo 60 e no mínimo 30 minutos de registro no momento pré parto. O limite máximo de 60 minutos foi estabelecido a fim de manter as gravações facilmente comparáveis. O comprimento mínimo dependia do pH dos registros em questão – para incluir o máximo de registros anormais possível. Assim, o período mínimo de 30 minutos foi necessário para o registo com $\text{pH} \leq 7,15$ e de 40

minutos para outros. Não se permitiu que o intervalo entre o final dessa fase 1 e o nascimento fosse maior do que 30 minutos.

- Estágio II – delimitou-se o estágio II a um tempo máximo de 30 minutos de registro no momento do parto, baseado na nossa experiência anterior com a análise do 2º estágio de trabalho (fase de empurrão ativa). Isto também limita a possibilidade de acontecimentos adversos ocorrerem no estágio II, durante o trabalho de parto.

Ruído e artefatos – estes são um problema, especialmente para as gravações adquiridas pela sonda de ultra-som. Não é errôneo afirmar que em algumas gravações a frequência cardíaca materna está intermitentemente presente. Mas ao mesmo tempo que isto possa representar um desafio para o usuário do banco de dados, também reflete a realidade clínica.

Tipo de dispositivo de medição – a base de dados é composta por uma mistura de gravações adquiridas por sonda doppler ultra-sônica, por medição direta do couro cabeludo ou pela combinação de ambas – novamente refletindo a realidade clínica na sala de obstetrícia do UHB.

2.4. Critérios de Inclusão e exclusão

Critérios de inclusão:

- Gestação única;
- Idade gestacional > 37 semanas;
- Sem comprometimento no desenvolvimento fetal a priori conhecidos;
- Partos normais;
- Duração do estágio 2 de trabalho \leq 30 minutos;
- Qualidade do sinal da frequência cardíaca fetal (isto é, percentagem da gravação durante a qual os dados estavam disponíveis; frequência cardíaca fetal > 50% em cada janela de 30 minutos).

Critérios de exclusão:

- Prematuridade;

- Idade materna <18 anos;
- Valores de pH ausentes;
- Doenças fetais conhecidas – com defeitos congênitos conhecidos ou restrição de crescimento intra-uterino.

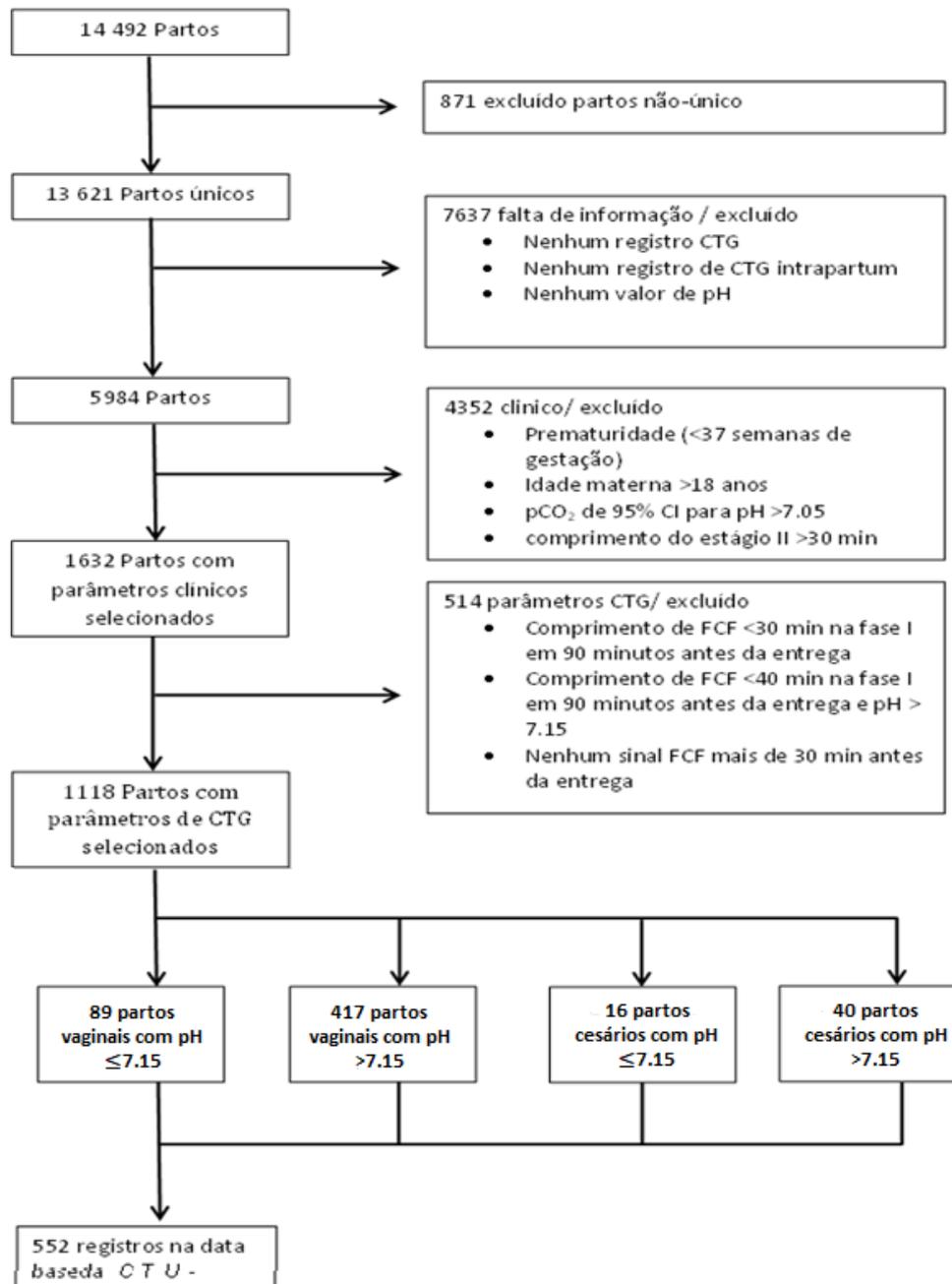


Figura 4. Seleção de gravações para a base de dados final.

Fonte: modificado de Chudáček *et al. BMC Pregnancy and Childbirth* 2014.

2.5. Parâmetros Monitorados

Parâmetros cardiotocográficos monitorados:

- Frequência cardíaca fetal;
- Contração uterina.

Parâmetros perinatais monitorados:

- Idade materna: mulheres com idade entre 20-29, 30-34, 35-39 e ≥ 40 anos;

- Paridade: apenas uníparas foram incluídas no estudo;
- Complicações maternas durante a gravidez como: eclampsia, diabetes, insuficiência renal;

- Doenças fetais conhecidas – com defeitos congênitos conhecidos ou restrição de crescimento intra-uterino;

- Tipo de parto: natural (vaginal) ou cesárea;
- Duração do estágio II do trabalho de parto ≤ 30 minutos;
- Presença de líquido meconial.

Parâmetros pós-parto monitorados:

- Prematuridade: foram incluídos apenas nascidos a termo (> 37 semanas);

- Peso do recém-nascido – baixo peso de nascimento ($< 2500\text{g}$) ou normal ($> 2500\text{g}$);

- Escore APGAR;
- Parâmetros bioquímicos de sangue da artéria umbilical: pH, pCO₂, excesso de base e cálculo do BDecf;

- Presença de convulsões;
- Cuidados intensivos na unidade neonatal.

2.6. Análise estatística

As características dos participantes do estudo foram retratadas usando estatísticas descritivas padronizadas, em geral e estratificadas por quartis da frequência cardíaca fetal. O teste do Qui-quadrado (χ^2) da independência para as variáveis categóricas (nominais) e o teste de Análise de variância (ANOVA)

para variáveis contínuas foram utilizados para analisar as covariáveis de interesse.

Os modelos de regressão linear multivariada foram utilizados para avaliar a associação entre a variabilidade da frequência cardíaca fetal e cada um dos seguintes fatores: pH, déficit de base, pontuação de Apgar 1 e 5. As variáveis utilizadas para o ajuste foram: idade materna, comorbidades, paridade, número de gestações prévias, contrações uterinas, idade gestacional do recém-nascido e seu peso ao nascer.

Todos os testes estatísticos foram bilaterais e $p < 0,05$ foi considerado significativo. IBM Corp (2016) SPSS Statistics para MAC, Versão 24.0, foi utilizado para as análises.

3. RESULTADOS

3.1. Características dos Participantes

O estudo foi composto por um total de 552 participantes. A média da idade materna foi de 29.60 ± 4.72 (SD) anos e da idade gestacional foi de 29.60 ± 4.72 (SD) semanas. As características dos participantes do estudo distribuídas de acordo com quartis da frequência cardíaca fetal estão resumidas na Tabela 1.

Pacientes do quartil de frequência cardíaca fetal mais baixo em comparação aos do mais alto apresentaram maior coeficiente de variação da frequência cardíaca fetal ($14,73 \pm 3,56$ versus $11,24 \pm 3,85$).

3.2. Associação entre frequência cardíaca fetal e acidose metabólica

Em modelos multivariáveis ajustados, os seguintes fatores foram associados ao aumento do risco de acidose metabólica ao nascimento: aumento da média e do coeficiente de variação da frequência cardíaca fetal, tipo de parto e paridade reduzida (Tabela 2, 3).

Cada aumento de 10 batimentos / minutos na frequência cardíaca fetal está associado a uma diminuição de 0,01 no pH e a um aumento de 0,43 mEq / L no déficit de base.

Cada aumento de 10% no coeficiente de variação da frequência cardíaca fetal está associado a uma diminuição de 0,13 no pH e a um aumento de 4,05 mEq / L no déficit de base.

3.3. Associação entre frequência cardíaca fetal e Apgar escores

Em modelos multivariáveis ajustados, os seguintes fatores foram associados a um maior risco de baixos escores de Apgar ao nascimento: aumento da média e do coeficiente de variação da frequência cardíaca fetal, história de pré-eclâmpsia, tipo de parto e paridade reduzida (Tabela 4, 5).

Cada aumento de 10 batimentos / minutos na frequência cardíaca fetal está associado a uma diminuição de 0,2 e de 0,14 nos escores de Apgar aos 1 e 5 minutos após o nascimento, respectivamente.

Cada aumento de 10% no coeficiente de variação da frequência cardíaca fetal está associado a uma diminuição de 1,31 e de 0,86 nos escores de Apgar aos 1 e 5 minutos após o nascimento, respectivamente.

Tabela 1. Característica dos participantes do estudo por quartil da frequência cardíaca fetal média.

Características		Todos participantes N = 552 N (%) or Mean \pm SD	Quartis da frequência cardíaca fetal média (FCF)				Valor - <i>p</i>
			N = 138 N (%) or Mean \pm SD	N= 138 N (%) or Mean \pm SD	N= 138 N (%) or Mean \pm SD	N= 138 N (%) or Mean \pm SD	
Materno							
Idade (anos)		29.60 \pm 4.72	30.22 \pm 4.63	29.48 \pm 4.47	29.15 \pm 5.11	29.54 \pm 4.64	0.29
História da diabetes Mellitus	Não	515 (93.3)	126 (91.3)	131 (94.9)	128 (92.8)	130 (94.2)	0.63
	Sim	37 (6.7)	12 (8.7)	7 (5.1)	10 (7.2)	8 (5.8)	
História de hipertensão	Não	508 (92)	125 (90.6)	127 (92)	127 (92)	129 (93.5)	0.85
	Sim	44 (8)	13 (9.4)	11 (8)	11 (8)	9 (6.5)	
História de pré-eclampsia	Não	535 (96.9)	131 (94.9)	134 (97.1)	134 (97.1)	136 (98.6)	0.38
	Sim	17 (3.1)	7 (5.1)	4 (2.9)	4 (2.9)	2 (1.4)	
Tipo de parto	1	506 (91.7)	127 (92)	132 (95.7)	127 (92)	120 (87)	0.07
	2	46 (8.3)	11 (8)	6 (4.3)	11 (8)	18 (13)	
Gravidade		1.41 \pm 1.03	1.47 \pm 1.08	1.36 \pm 0.79	1.24 \pm 0.79	1.55 \pm 1.35	0.07
Paridade		0.41 \pm 0.72	0.38 \pm 0.74	0.44 \pm 0.65	0.38 \pm 0.84	0.43 \pm 0.66	0.83
Semana gestacional		39.94 \pm 1.71	40.04 \pm 1.11	39.81 \pm 2.78	40.02 \pm 1.20	39.88 \pm 1.13	0.63
CU-média (contração/min)		24.82 \pm 10.54	24.45 \pm 11.48	24.16 \pm 10.46	25.54 \pm 10.12	25.14 \pm 10.08	0.69
UC - CV		75.48 \pm 25.70	74.90 \pm 28.15	73.76 \pm 27.29	80.70 \pm 25.06	72.61 \pm 21.29	0.04
Recém-nascido							
FCF - média (batimento/minuto)		134,90 \pm 11.73	120.85 \pm 4.87	130.40 \pm 2.33	138.02 \pm 2.23	150.31 \pm 7.19	<0.001
FCF - CV		12.86 \pm 3.91	14.73 \pm 3.56	12.88 \pm 3.66	12.55 \pm 3.77	11.24 \pm 3.85	<0.001
Sexo	Feminino	286 (51.8)	76 (55.1)	70 (50.7)	63 (45.7)	77 (55.8)	0.30
	Masculino	266 (48.2)	62 (44.9)	68 (49.3)	75 (54.3)	61 (44.2)	
Peso do recém-nascido (g)		3397.52 \pm 459.58	3321.12 \pm 442.09	3401.28 \pm 472.53	3431.88 \pm 447.37	3435.80 \pm 471.34	0.13

Características maternas e neonatais coletados nos arquivos do hospital Universitário de Brno; CU, contração uterina; FCF, frequência cardíaca fetal; CV, coeficiente de variação.

Tabela 2. Associação entre parâmetros materno e neonatal e pH do cordão umbilical.

pH				
Parâmetros	Coeficientes B não padronizados	95% Intervalo de confiança		Valor - p
		Limite inferior	Limite superior	
Idade materna	.000	-.003	.002	.70
História da diabetes Mellitus	-.009	-.049	.030	.64
História de hipertensão	-.033	-.069	.004	.08
História de pré-eclampsia	-.005	-.059	.049	.85
Tipo de parto	-.042	-.072	-.013	.005
Gravidade	-.003	-.015	.010	.67
Paridade	.036	.019	.053	<0.001
Semana gestacional	.006	-.004	.015	.25
CU - média (contração/min)	-5.328E-5	-.001	.001	.91
CU - CV	.000	-.001	.000	.32
FCF - média (batimento/min)	-.001	-.002	-.001	.001
FCF - CV	-.013	-.015	-.010	<0.001
Sexo do recém-nascido	-.013	-.033	.007	.19
Peso do recém-nascido (g)	-1.108E-5	.000	.000	.34

Tabela 3. Associação entre parâmetros materno e neonatal e déficit de base.

Deficit base (mEq/L)				
Parâmetros	Coeficientes B não padronizados	95% Intervalo de confiança		Valor - p
		Limite inferior	Limite superior	
Idade materna	.052	-.010	.115	.10
História da diabetes Mellitus	.709	-.338	1.756	.18
História de hipertensão	.185	-.763	1.132	.70
História de pré-eclampsia	-.244	-1.743	1.254	.75
Tipo de parto	1.970	1.001	2.939	<0.001
Gravidade	.090	-.210	.391	.55
Paridade	-1.188	-1.635	-.740	<0.001
Semana gestacional	.016	-.139	.171	.84
CU - média (contração/min)	-.001	-.026	.025	.96
CU – CV	-.001	-.011	.010	.90
FCF – média (batimento/min)	.043	.019	.067	<0.001
FCF – CV	.405	.334	.476	<0.001
Sexo do recém-nascido	.089	-.439	.617	.74
Peso do recém-nascido (g)	.000	.000	.001	.54

Tabela 4. Associação entre parâmetros de materno e recém-nascido e Apgar 1 pontuação (1 minuto após o nascimento).

Apgar 1 score Parâmetros	Coeficientes B não padronizados	95% Intervalo de confiança		Valor - p
		Limite inferior	Limite superior	
Idade materna	-.001	-.031	.029	.94
História da diabetes Mellitus	.279	-.247	.805	.30
História de hipertensão	-.279	-.755	.198	.25
História de pré-eclampsia	-.767	-1.521	-.014	.05
Tipo de parto	-.207	-.678	.264	.39
Gravidade	-.031	-.181	.120	.69
Paridade	.367	.144	.589	.001
Semana gestacional	.165	.087	.242	<0.001
CU - média (contração/min)	.000	-.013	.012	.95
CU – CV	-.002	-.007	.003	.44
FCF – média (betimento/min)	-.020	-.031	-.008	.001
FCF – CV	-.131	-.166	-.095	<0.001
Sexo do recém-nascido	.208	-.056	.471	.12
Peso do recém-nascido (g)	-.001	-.001	.000	<0.001

Fonte:

Tabela 5. Associação entre parâmetros de materno e recém-nascido e Apgar 5 pontuação (5 minuto após o nascimento).

Apgar 5 score Parameters	Coeficientes B não padronizados	95% Intervalo de confiança		Valor - p
		Limite inferior	Limite superior	
Idade materna	-.007	-.028	.015	.54
História da diabetes Mellitus	.001	-.374	.376	.99
História de hipertensão	-.126	-.465	.214	.47
História de pré-eclampsia	-.938	-1.475	-.400	.001
Tipo de parto	-.083	-.419	.253	.63
Gravidade	-.070	-.177	.038	.20
Paridade	.234	.076	.393	.004
Semana gestacional	.053	-.002	.109	.06
CU - média (contração/min)	.002	-.007	.011	.63
CU – CV	.000	-.004	.003	.89
FCF – média (betimento/min)	-.014	-.023	-.006	.001
FCF – CV	-.086	-.111	-.061	<0.001
Sexo do recém-nascido	.060	-.128	.248	.53
Peso do recém-nascido (g)	.000	-.001	.000	.003

4. DISCUSSÃO

Os resultados apresentados oferecem uma evidência consistente de que a frequência cardíaca fetal registrada pela cardiotocografia intraparto é um possível preditor para a acidemia neonatal e para a condição física do recém-nascido, como determinado pelo pH e pelo déficit de base do sangue arterial umbilical e escores de Apgar 1 e 5.

A hipóxia fetal intraparto representa uma importante causa de paralisia cerebral pós-natal ou de outras más consequências neurológicas, e numa proporção significativa dos casos há evidência de cuidados insuficientes relacionados com a vigilância fetal. A verificação de acidose metabólica no sangue arterial umbilical é comumente utilizada para detectar injúria neurológica (ROSS; GALA, 2002). A variabilidade da frequência cardíaca fetal cardiotocográfica parece ter um importante papel como preditor de acidemia neonatal (LOW; VICTORY; DERRICK, 1999).

O objetivo do monitoramento contínuo da frequência cardíaca fetal anteparto e intraparto é reduzir as taxas de mortalidade perinatal ao detectar sinais de comprometimento fetal. Em teoria, a frequência cardíaca fetal cardiotocográfica poderia detectar estados de hipóxia fetal e/ou acidose, permitindo uma intervenção a tempo de reduzir as consequências adversas neonatais. O uso da frequência cardíaca fetal cardiotocográfica foi associado a uma redução significativa da mortalidade e da morbidade neonatais prematuras (CHEN et al., 2011). Os estudos sobre a relevâncias da frequência cardíaca fetal cardiotocográfica na prevenção das consequências adversas neonatais, por outro lado, mostram diversos resultados (RAGHURAMAN; CAHILL, 2017).

Uma explicação seria o fato já documentado de que a interpretação dos dados cardiotocográficos pelos profissionais da saúde tem baixa reprodutibilidade (HRUBAN et al., 2015; RAGHURAMAN; CAHILL, 2017). Não há, atualmente, nenhum consenso no que diz respeito a sensibilidade e a especificidade das classificações cardiotocográficas em prever uma acidemia – o que é notável dado as três diretrizes para interpretação cardiotocográfica fornecidos pela *International Federation of Gynecology and Obstetrics* (FIGO), pelo *American College of Obstetrics and Gynecology* (ACOG) e pelo *National*

Institute for Health and Care Excellence (NICE) (BHATIA et al., 2017; SANTO et al., 2017). Por outro lado, há poucas evidências de que as técnicas de ressuscitação intrauterinas, recomendadas pelo *American College of Obstetricians and Gynecologists* resulte em melhores consequências neonatais (AMERICAN COLLEGE OF OBSTETRICIANS AND GYNECOLOGISTS, 2009; RAGHURAMAN; CAHILL, 2017). Estudos intervencionais randomizados que investiguem conjuntamente a FCF cardiotocográfica intraparto e outras medidas neonatais com técnicas de ressuscitação intrauterinas devem oferecer respostas mais conclusivas acerca do benefício desses preditores e dos procedimentos intervencionais.

Um sistema triplo de interpretação do traçado da frequência cardíaca fetal cardiotocográfica foi proposto (AMERICAN COLLEGE OF OBSTETRICIANS AND GYNECOLOGISTS, 2009; MACONES et al., 2008). Como o presente estudo não incluiu nenhuma gestação complicada, é suportado a frequência cardíaca fetal cardiotocográfica normal como categoria I, a qual tem um valor preditivo de 99.7% de escore de Apgar maior do que 7. A variabilidade da frequência cardíaca fetal aparece como um elemento chave na categoria II para prever resultados neonatais adversos (CROVETTO et al., 2017; MACONES et al., 2008; RAGHURAMAN; CAHILL, 2017). A variabilidade d frequência cardíaca fetal aparece como um componente chave da categoria II para prever resultados neonatais adversos (RAGHURAMAN; CAHILL, 2017). A ausência de variabilidade da frequência cardíaca fetal e desacelerações tardias recorrentes ou desacelerações variáveis recorrentes ou bradicardia é marcante para a categoria III, exigindo uma avaliação rápida, ressuscitação intrauterina e, caso não haja melhoria com essa última, o parto deverá ser acelerado (RAGHURAMAN; CAHILL, 2017).

A variabilidade da frequência cardíaca fetal é usualmente avaliada de forma visual, com altas discrepâncias inter ou intra-observador (BHATIA et al., 2017; SANTO et al., 2017). Para evita-las, avaliações da frequência cardíaca fetal feitas por computador em tempo real com novos algoritmos para valores preditivos em resultados neonatais são continuamente investigadas. Segundo o grupo INFANT, até o momento o mais amplo teste de interpretação

computadorizada da frequência cardíaca fetal cardiotocográfica, concluiu rapidamente que essa não melhora as consequências neonatais (INFANT COLLABORATIVE GROUP et al., 2017). Não apenas as baixíssimas incidências dos mais pobres resultados perinatais deixaram o estudo impotente, mas também falhas no design do estudo e o efeito Hawthorne provavelmente tiveram um papel nos achados negativos do estudo INFANT (FRASCH et al., 2017; INFANT COLLABORATIVE GROUP et al., 2017; KEITH, 2017). Os pesquisadores do presente trabalho concordam com Frasch et al. ao pronunciar que esforços devem continuar para que marcadores da variabilidade da frequência cardíaca fetal desenvolvidos sejam investigados em conjunto com medidas que marcam diversas consequências intraparto e neonatais (CAMPOS et al., 2013; FRASCH et al., 2017).

Com o uso de modelos multivariáveis para controlar fatores inautênticos, a frequência cardíaca fetal cardiotocográfica se mostrou um preditor independente de acidose fetal (SILBERSTEIN et al., 2017), de morbidade respiratória em neonatos a termo (LIU et al., 2015) e indicador de parto cesariano a pré-termo em casos de risco aumentado de morbidade neonatal e infantil (MENDEZ-FIGUEROA et al., 2015). No modelo de análise multivariável do presente estudo, estados de acidose metabólica ao nascimento tiveram uma relação independente com a média e a variabilidade da frequência cardíaca fetal cardiotocográfica e também com o tipo de parto e com a paridade. Os resultados achados estão em concordância com os do estudo de Heinonen et al., o qual também encontrou que a paridade, mas não a idade materna, era um fator de risco independente para acidose neonatal (HEINONEN; SAARIKOSKI, 2001). A corroboração dos nossos resultados com os de outro estudo sobre mulheres com gestação unifetal a termo, no qual parto cesariano prévio e nuliparidade foram encontrados como fatores de risco para acidose metabólica fetal (WESTERHUIS et al., 2012), pode indicar que não apenas o parto cesariano prévio, mas também o atual, podem representar um desafio real para o feto. Em dois estudos sobre baixa adaptação neonatal ao nascimento com severa acidose neonatal (pH arterial umbilical menor do que 7.10), fatores de risco independentes incluíram frequência cardíaca fetal

cardiotocográfica anormal, idade materna de 35 anos ou mais, paridade, morte neonatal anterior ou parto cesariano (CROVETTO et al., 2017; MAISONNEUVE et al., 2011). Nossos dados oferecem um papel valioso para a frequência cardíaca fetal cardiotocográfica na predição neonatal de acidose em partos com Apgar 5 variando de consideravelmente baixo a geralmente normal sem complicações neurológicas.

A análise da variabilidade da frequência cardíaca com a busca de novos algoritmos é comumente empregada para medir alterações no tonus autônomo com valores preditivos em doenças (CAMPOS et al., 2013). Foi identificado o coeficiente de variação da frequência cardíaca como uma medida sensível de disfunção autonômica (MIYABARA et al., 2017) e independentemente associada à aterosclerose vascular (PEREIRA et al., 2017). Nesse estudo, nós encontramos que o coeficiente de variação da frequência cardíaca fetal intraparto cardiotocográfica é um preditor independente de acidemia neonatal e de escore Apgar.

Embora vários algoritmos de variabilidade da frequência cardíaca desenvolvidos possuam um fundamento teórico muito sólido, suas relevâncias clínicas ainda são debatidas (ERNST, 2017). No que diz respeito a frequência cardíaca fetal, sua variabilidade representa um novo alvo de investigação e assunto de debate. Por exemplo, enquanto Soncini et al. 2014, demonstrou que a interpretação dos traçados da frequência cardíaca fetal baseada em um sistema rigorosamente padronizado predizia uma acidose metabólica fetal durante o parto (SONCINI et al., 2014), Clark et al. defendeu que a interpretação da FCF cardiotocográfica com a ajuda de algoritmos identificava apenas metade dos bebês com acidemia metabólica (CLARK et al., 2017). Em avanço, Georgoulas et al. usou a classificação por *Least Squares Support Vector Machine (LS-SVM)* para a avaliação, com base no pH, da frequência cardíaca fetal cardiotocográfica para alcançar valores de sensibilidade e de especificidade que eram próximos ou acima de 70% (GEORGOULAS et al., 2017).

O uso de programas de computador para a análise cardiotocográfica online (STAN), incorporando alertas em tempo real para os profissionais da

saúde, não foi capaz de reduzir a taxa de acidose metabólica ou de intervenções obstétricas, devido a uma taxa mais baixa do que a esperada de acidose metabólica neonatal, observada em ambos os braços do estudo (NUNES et al., 2017). Numa recente meta-análise, STAN não melhorou os resultados perinatais (SACCONE et al., 2016). O grupo de Berghella, por outro lado, apresentou razões para se acreditar que “o STAN pode não estar morto” e que ainda possui um papel em pesquisas futuras e na prática clínica (XODO et al., 2017).

5. CONCLUSÃO

Acreditamos que a análise computacional da frequência cardíaca fetal cardiotocográfica, com algoritmos testados em estudos observacionais e em ensaios randomizados controlados, com alertas em tempo real vão melhorar seu valor preditivo e aperfeiçoar sua análise visual subjetiva pelos profissionais de saúde (AYRES-DE-CAMPOS et al., 2017). O contínuo aprimoramento dos algoritmos de interpretação em amplos bancos de dados deve fazer progredir nossas habilidades para identificar, compreender e aplicar marcadores preditivos de doenças (KUROKI; KIM; OHNO-MACHADO, 2017).

6. REFERÊNCIAS

ALFIREVIC, Z.; DEVANE, D.; GYTE, G. M. Continuous cardiotocography (CTG) as a form of electronic fetal monitoring (EFM) for fetal assessment during labour. In: ALFIREVIC, Z. (Ed.). . **Cochrane Database of Systematic Reviews**. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd, 2013. p. CD006066.

AMERICAN COLLEGE OF OBSTETRICIANS AND GYNECOLOGISTS. ACOG Practice Bulletin No. 106: Intrapartum Fetal Heart Rate Monitoring: Nomenclature, Interpretation, and General Management Principles. **Obstetrics & Gynecology**, v. 114, n. 1, p. 192–202, jul. 2009.

AMERICAN COLLEGE OF OBSTETRICIANS AND GYNECOLOGISTS. **ACOG committee opinion**. [s.l.] American College of Obstetricians and Gynecologists, 2011.

AMORIM-COSTA, C. et al. Longitudinal changes of cardiotocographic parameters throughout pregnancy: a prospective cohort study comparing small-for-gestational-age and normal fetuses from 24 to 40 weeks. **Journal of Perinatal Medicine**, v. 45, n. 4, p. 493–501, 24 jan. 2017.

AYRES-DE-CAMPOS, D. et al. FIGO consensus guidelines on intrapartum fetal monitoring: Cardiotocography. **International Journal of Gynecology & Obstetrics**, v. 131, n. 1, p. 13–24, out. 2015.

AYRES-DE-CAMPOS, D. Introduction: Why is intrapartum foetal monitoring necessary – Impact on outcomes and interventions. **Best Practice & Research Clinical Obstetrics & Gynaecology**, v. 30, p. 3–8, jan. 2016.

AYRES-DE-CAMPOS, D. et al. SisPorto 4.0 – computer analysis following the 2015 FIGO Guidelines for intrapartum fetal monitoring. **The Journal of Maternal-Fetal & Neonatal Medicine**, v. 30, n. 1, p. 62–67, 2 jan. 2017.

AYRES-DE-CAMPOS, D.; ARULKUMARAN, S. FIGO consensus guidelines on intrapartum fetal monitoring: Physiology of fetal oxygenation and the main goals of intrapartum fetal monitoring. **International Journal of Gynecology & Obstetrics**, v. 131, n. 1, p. 5–8, 1 out. 2015.

AYRES-DE-CAMPOS, D.; ARULKUMARAN, S.; FIGO INTRAPARTUM FETAL MONITORING EXPERT CONSENSUS PANEL. FIGO consensus guidelines on intrapartum fetal monitoring: Introduction. **International Journal of**

Gynecology & Obstetrics, v. 131, n. 1, p. 3–4, out. 2015.

AYRES-DE-CAMPOS, D.; SPONG, C. Y.; CHANDRAHARAN, E. International Journal of Gynecology and Obstetrics FIGO GUIDELINES FIGO consensus guidelines on intrapartum fetal monitoring: Cardiotocography. **International Journal of Gynecology and Obstetrics**, v. 131, n. 1, p. 13–24, 2015.

BAILEY, R. E. Intrapartum fetal monitoring. **American family physician**, v. 80, n. 12, p. 1388–96, 15 dez. 2009.

BHARTIYA, V. et al. Admission Cardiotocography: A Predictor of Neonatal Outcome. **The Journal of Obstetrics and Gynecology of India**, v. 66, n. S1, p. 321–329, 14 out. 2016.

BHATIA, M. et al. A cross-sectional comparison of three guidelines for intrapartum cardiotocography. **International Journal of Gynecology & Obstetrics**, v. 138, n. 1, p. 89–93, jul. 2017.

BLICKSTEIN, I.; GREEN, T. Umbilical Cord Blood Gases. **Clinics in Perinatology**, v. 34, n. 3, p. 451–459, set. 2007.

BOEHM, F. H. Intrapartum fetal heart rate monitoring. **Obstetrics and gynecology clinics of North America**, v. 26, n. 4, p. 623–39, vi–vii, 1 dez. 1999.

BOUDREAU, P. et al. **Correlation of heart rate variability and circadian markers in humans**. 2011 Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. **Anais...IEEE**, ago. 2011Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22254401>>. Acesso em: 6 dez. 2017

BULLENS, L. M. et al. Practice variation in the management of intrapartum fetal distress in The Netherlands and the Western world. **European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology**, v. 205, p. 48–53, out. 2016.

CAETANO, J.; DELGADO ALVES, J. Heart rate and cardiovascular protection. **European Journal of Internal Medicine**, v. 26, n. 4, p. 217–222, maio 2015.

CAMPOS, L. A. et al. Mathematical biomarkers for the autonomic regulation of cardiovascular system. **Frontiers in Physiology**, v. 4, p. 279, 7 out. 2013.

CHEN, H.-Y. et al. Electronic fetal heart rate monitoring and its relationship to

neonatal and infant mortality in the United States. **American Journal of Obstetrics and Gynecology**, v. 204, n. 6, p. 491.e1-491.e10, 1 jun. 2011.

CHUDÁČEK, V. et al. Open access intrapartum CTG database. **BMC pregnancy and childbirth**, v. 14, p. 16, 13 jan. 2014.

CLARK, S. L. et al. The limits of electronic fetal heart rate monitoring in the prevention of neonatal metabolic acidemia. **American Journal of Obstetrics and Gynecology**, v. 216, n. 2, p. 163.e1-163.e6, fev. 2017.

CROVETTO, F. et al. Obstetric risk factors for poor neonatal adaptation at birth. **The Journal of Maternal-Fetal & Neonatal Medicine**, p. 1–7, 11 jul. 2017.

DA SILVA, E. L. P. et al. Heart Rate Detrended Fluctuation Indexes as Estimate of Obstructive Sleep Apnea Severity. **Medicine**, v. 94, n. 4, p. e516, jan. 2015.

DEVANE, D. et al. Cardiotocography versus intermittent auscultation of fetal heart on admission to labour ward for assessment of fetal wellbeing. In: DEVANE, D. (Ed.). . **Cochrane Database of Systematic Reviews**. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd, 2012. p. CD005122.

DEVANE, D. et al. Cardiotocography versus intermittent auscultation of fetal heart on admission to labour ward for assessment of fetal wellbeing. In: DEVANE, D. (Ed.). . **Cochrane Database of Systematic Reviews**. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd, 2017. v. 1p. CD005122.

ERNST, G. Hidden Signals—The History and Methods of Heart Rate Variability. **Frontiers in Public Health**, v. 5, p. 265, 16 out. 2017.

FRASCH, M. G. et al. Commentary: Computerised interpretation of fetal heart rate during labour (INFANT): a randomised controlled trial. **Frontiers in physiology**, v. 8, p. 721, 2017.

GARABEDIAN, C. et al. Understanding fetal physiology and second line monitoring during labor. **Journal of Gynecology Obstetrics and Human Reproduction**, v. 46, n. 2, p. 113–117, 1 fev. 2017.

GC, DI R. **Fractal analysis: a new method for evaluating fetal heart rate variability.** - **PubMed** - **NCBI**. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/m/pubmed/8827575/>>. Acesso em: 6 dez. 2017.

GEORGOULAS, G. et al. Investigating pH based evaluation of fetal heart rate (FHR) recordings. **Health and technology**, v. 7, n. 2, p. 241–254, 2017.

GÜNTHER, A.; WITTE, O. W.; HOYER, D. Autonomic Dysfunction and Risk Stratification Assessed from Heart Rate Pattern. **The Open Neurology Journal**, v. 4, n. 1, p. 39–49, 31 ago. 2010.

HANKINS, G. D. V.; MILLER, D. A. A Review of the 2008 NICHD Research Planning Workshop. **Clinical Obstetrics and Gynecology**, v. 54, n. 1, p. 3–7, mar. 2011.

HEINONEN, S.; SAARIKOSKI, S. Reproductive risk factors of fetal asphyxia at delivery: a population based analysis. **Journal of clinical epidemiology**, v. 54, n. 4, p. 407–10, abr. 2001.

HRUBAN, L. et al. Agreement on intrapartum cardiotocogram recordings between expert obstetricians. **Journal of Evaluation in Clinical Practice**, v. 21, n. 4, p. 694–702, ago. 2015.

INFANT COLLABORATIVE GROUP, P. et al. Computerised interpretation of fetal heart rate during labour (INFANT): a randomised controlled trial. **Lancet (London, England)**, v. 389, n. 10080, p. 1719–1729, 29 abr. 2017.

KEITH, R. The INFANT study—a flawed design foreseen. **The Lancet**, v. 389, n. 10080, p. 1697–1698, 29 abr. 2017.

KUO, T.-T.; KIM, H.-E.; OHNO-MACHADO, L. Blockchain distributed ledger technologies for biomedical and health care applications. **Journal of the American Medical Informatics Association**, v. 24, n. 6, p. 1211–1220, 1 nov. 2017.

LEWIS, D.; DOWNE, S. FIGO consensus guidelines on intrapartum fetal monitoring: Intermittent auscultation. **International Journal of Gynecology & Obstetrics**, v. 131, n. 1, p. 9–12, 1 out. 2015.

LIU, L. et al. Electronic fetal monitoring patterns associated with respiratory morbidity in term neonates. **American Journal of Obstetrics and Gynecology**, v. 213, n. 5, p. 681.e1-681.e6, 1 nov. 2015.

LOW, J. A.; VICTORY, R.; DERRICK, E. J. Predictive value of electronic fetal monitoring for intrapartum fetal asphyxia with metabolic acidosis. **Obstetrics and gynecology**, v. 93, n. 2, p. 285–91, fev. 1999.

MACONES, G. A. et al. The 2008 National Institute of Child Health and Human Development Workshop Report on Electronic Fetal Monitoring. **Obstetrics &**

Gynecology, v. 112, n. 3, p. 661–666, set. 2008.

MAISONNEUVE, E. et al. Risk Factors for Severe Neonatal Acidosis.

Obstetrics & Gynecology, v. 118, n. 4, p. 818–823, out. 2011.

MARTÍ GAMBOA, S. et al. pH, base deficit or lactate. Which is better for predicting neonatal morbidity? **The Journal of Maternal-Fetal & Neonatal Medicine**, v. 30, n. 19, p. 2367–2371, 2 out. 2017.

MCLACHLAN, G.; CARTMILL, J.; BARCLAY, R. PL.90 Documentation and Assessment of Continuous Intrapartum Electronic Fetal Heart Monitoring. **Archives of Disease in Childhood - Fetal and Neonatal Edition**, v. 98, n. Suppl 1, p. A79.3-A79, 26 abr. 2013.

MĚCHUROVÁ, A. et al. [Current status and recommendations for intrapartum monitoring of fetal heart rate]. **Ceska gynekologie**, v. 81, n. 2, p. 112–24, abr. 2016.

MENDEZ-FIGUEROA, H. et al. Preterm Cesarean Delivery for Nonreassuring Fetal Heart Rate. **Obstetrics & Gynecology**, v. 125, n. 3, p. 636–642, mar. 2015.

MICHIKATA, K. et al. The Regional Centralization of Electronic Fetal Heart Rate Monitoring and Its Impact on Neonatal Acidemia and the Cesarean Birth Rate. **Journal of Pregnancy**, v. 2016, p. 1–7, 9 jun. 2016.

MIYABARA, R. et al. Quantifying Effects of Pharmacological Blockers of Cardiac Autonomous Control Using Variability Parameters. **Frontiers in physiology**, v. 8, p. 10, 2017.

NIJHUIS, I. J.; TEN HOF, J. Development of fetal heart rate and behavior: indirect measures to assess the fetal nervous system. **European journal of obstetrics, gynecology, and reproductive biology**, v. 87, n. 1, p. 1–2, nov. 1999.

NUNES, I. et al. Central Fetal Monitoring With and Without Computer Analysis. **Obstetrics & Gynecology**, v. 129, n. 1, p. 83–90, jan. 2017.

PEDIATRIC, A. A. OF. POLICY STATEMENT Organizational Principles to Guide and Define the Child Health. 2015.

PEDIATRICS. Neonatal Encephalopathy and Neurologic Outcome, Second Edition. **PEDIATRICS**, v. 133, n. 5, p. e1482–e1488, 1 maio 2014.

PEREIRA, V. L. et al. Association between Carotid Intima Media Thickness and Heart Rate Variability in Adults at Increased Cardiovascular Risk. **Frontiers in Physiology**, v. 8, p. 248, 26 abr. 2017.

PINHEIRO, A. DE O. et al. Cardiac autonomic dysfunction in elderly women with myocardial infarction. **Current Medical Research and Opinion**, v. 31, n. 10, p. 1849–1854, 3 out. 2015.

RACINET, C. et al. Neonatal metabolic acidosis at birth: In search of a reliable marker. **Gynécologie Obstétrique & Fertilité**, v. 44, n. 6, p. 357–362, jun. 2016.

RACINET, C.; OUELLET, P.; DABOVAL, T. Current base deficit is not a relevant marker of neonatal metabolic acidosis. **American journal of obstetrics and gynecology**, v. 216, n. 5, p. 535–536, 1 maio 2017.

RAGHURAMAN, N.; CAHILL, A. G. Update on Fetal Monitoring. **Obstetrics and Gynecology Clinics of North America**, v. 44, n. 4, p. 615–624, dez. 2017.

ROMANO, M. et al. Software for computerised analysis of cardiotocographic traces. **Computer Methods and Programs in Biomedicine**, v. 124, p. 121–137, fev. 2016.

ROSS, M. G. The 2008 National Institute of Child Health and Human Development Workshop Report on Electronic Fetal Monitoring: Update on Definitions, Interpretation, and Research Guidelines. **Obstetrics & Gynecology**, v. 113, n. 1, p. 230, jan. 2009.

ROSS, M. G.; GALA, R. Use of umbilical artery base excess: algorithm for the timing of hypoxic injury. **American journal of obstetrics and gynecology**, v. 187, n. 1, p. 1–9, jul. 2002.

SACCONE, G. et al. Electrocardiogram ST Analysis During Labor. **Obstetrics & Gynecology**, v. 127, n. 1, p. 127–135, jan. 2016.

SANTO, S. et al. Agreement and accuracy using the FIGO, ACOG and NICE cardiotocography interpretation guidelines. **Acta Obstetrica et Gynecologica Scandinavica**, v. 96, n. 2, p. 166–175, fev. 2017.

SCHNETTLER, W. T. et al. Complexity analysis of fetal heart rate preceding intrauterine demise. **European Journal of Obstetrics & Gynecology and**

Reproductive Biology, v. 203, p. 286–290, ago. 2016.

SILBERSTEIN, T. et al. Fetal heart rate monitoring category 3 during the 2nd stage of labor is an independent predictor of fetal acidosis. **The Journal of Maternal-Fetal & Neonatal Medicine**, v. 30, n. 3, p. 257–260, 13 fev. 2017.

SONCINI, E. et al. Intrapartum fetal heart rate monitoring: evaluation of a standardized system of interpretation for prediction of metabolic acidosis at delivery and neonatal neurological morbidity. **The Journal of Maternal-Fetal & Neonatal Medicine**, v. 27, n. 14, p. 1465–1469, 9 set. 2014.

STOUT, M. J.; CAHILL, A. G. Electronic Fetal Monitoring: Past, Present, and Future. **Clinics in Perinatology**, v. 38, n. 1, p. 127–142, mar. 2011.

TOIVONEN, E. et al. Cardiotocography in breech versus vertex delivery: an examiner-blinded, cross-sectional nested case-control study. **BMC Pregnancy and Childbirth**, v. 16, n. 1, p. 319, 21 dez. 2016.

VEJUX, N. et al. Guideline choice for CTG analysis influences first caesarean decision. **The Journal of Maternal-Fetal & Neonatal Medicine**, v. 30, n. 15, p. 1816–1819, 3 ago. 2017.

VISSER, G. H.; AYRES-DE-CAMPOS, D. FIGO consensus guidelines on intrapartum fetal monitoring: Adjunctive technologies ☆ , ★ ; for the FIGO Intrapartum Fetal Monitoring Expert Consensus Panel 1. 2015.

WALLWITZ, U. et al. Development of integrative autonomic nervous system function: an investigation based on time correlation in fetal heart rate patterns. **Journal of Perinatal Medicine**, v. 40, n. 6, p. 659–67, 1 jan. 2012.

WESTERHUIS, M. et al. Prediction of Neonatal Metabolic Acidosis in Women with a Singleton Term Pregnancy in Cephalic Presentation. **American Journal of Perinatology**, v. 29, n. 3, p. 167–174, 3 mar. 2012.

XODO, S. et al. Why STAN might not be dead. **The Journal of Maternal-Fetal & Neonatal Medicine**, v. 30, n. 19, p. 2306–2308, 2 out. 2017.

YEH, P.; EMARY, K.; IMPEY, L. The relationship between umbilical cord arterial pH and serious adverse neonatal outcome: analysis of 51 519 consecutive validated samples. **BJOG: An International Journal of Obstetrics & Gynaecology**, v. 119, n. 7, p. 824–831, jun. 2012.