

Oswaldo Ishizava

**SISTEMA DE MONITORAMENTO E ANÁLISE DA  
VARIABILIDADE DE CURTO PRAZO DA FREQUÊNCIA  
CARDÍACA FETAL**

Ilha Solteira  
2016





UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

Campus de Ilha Solteira

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA**

**Oswaldo Ishizava**

**SISTEMA DE MONITORAMENTO E ANÁLISE DA  
VARIABILIDADE DE CURTO PRAZO DA FREQUÊNCIA  
CARDÍACA FETAL**

Dissertação apresentada à Faculdade  
de Engenharia - UNESP - Campus de  
Ilha Solteira, para obtenção do título  
de Mestre em Engenharia Elétrica.

Área de Conhecimento: Automação.

**Orientador:** Prof. Dr. Alexandre César Rodrigues da Silva

**Co-orientador:** Prof. Dr. Aledir Silveira Pereira

Ilha Solteira

2016

FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

I798s Ishizava, Osvaldo.  
Sistema de monitoramento e análise da variabilidade de curto prazo da frequência cardíaca fetal / Osvaldo Ishizava. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2016  
142 f. : il.

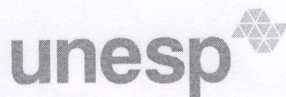
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Área de conhecimento: Automação, 2016

Orientador: Alexandre César Rodrigues da Silva

Co-orientador: Aledir Silveira Pereira

Inclui bibliografia

1. Frequência cardíaca fetal. 2. Variabilidade de curto prazo. 3. Cardiotocografia. 4. Sofrimento fetal.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Ilha Solteira

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

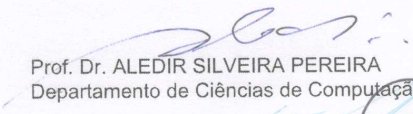
TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: Sistema de monitoramento e análise da variabilidade de curto prazo da frequência cardíaca fetal

AUTOR: OSVALDO ISHIZAVA

ORIENTADOR: ALEXANDRE CESAR RODRIGUES DA SILVA

CO-ORIENTADOR: ALEDIR SILVEIRA PEREIRA

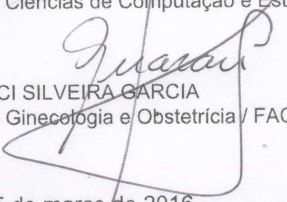
Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em ENGENHARIA ELÉTRICA, área: AUTOMAÇÃO, pela Comissão Examinadora:

  
Prof. Dr. ALEDIR SILVEIRA PEREIRA

Departamento de Ciências de Computação e Estatística / Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas

  
Prof. Dr. RODRIGO CAPOBIANCO GUIDO

Departamento de Ciências de Computação e Estatística / Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas

  
Prof. Dr. GUARACI SILVEIRA GARCIA

Departamento de Ginecologia e Obstetria / FACERES

Ilha Solteira, 15 de março de 2016

# DEDICATÓRIA

*À Deus, especialmente à minha esposa Cristiane, meus filhos e neta por todo amor, apoio, confiança, incentivo e inspiração em todos os momentos.*

## AGRADECIMENTOS

Meus agradecimentos a Deus, todos os familiares, amigos, professores, colaboradores, funcionários da FEIS-UNESP, IBILCE-UNESP e CAMF, que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho. Em especial, dedico meus agradecimentos:

- A Deus, por ter me dado força e saúde para chegar até aqui;
- À minha esposa Cristiane pelo amor, apoio, confiança, inspiração deste trabalho e incentivo em todos os momentos;
- Aos meus filhos Daniel, Alexandre, Amanda, Leonardo, Felipe e Matheus e minha neta Cecília amor, carinho, apoio, inspiração e incentivo que tenho recebido;
- Ao Prof. Dr. Alexandre César R. da Silva, por todo ensinamento, incentivo, confiança e orientação;
- Ao Prof. Dr. Guaraci Silveira Garcia, pelo acompanhamento nas pesquisas, sugestões e incentivo;
- Ao Prof. Dr. Aledir Silveira Pereira por todo ensinamento, orientação, sugestões e incentivo.
- Ao Prof. Dr. Rodrigo Capobianco Guido pela orientação, sugestões e incentivo,
- Aos meus amigos e colegas do laboratório que de forma direta ou indiretamente me ajudaram, em especial ao Prof. Dr. Toni Amorim de Oliveira, pela ajuda e colaboração;
- Às funcionárias do Centro de Avaliação Materno Fetal - CAMF, em especial à Gislaine Fátima Cicone, pela colaboração nas coletas dos sinais cardiotocográficos.

*Na hora exata, quando eu quiser,  
eu me liberto do mais triste destino  
como o peixe que se esgueira pelas fendas.*

*Não sou ferro.*

*Não sou argila.*

*Sou vida.*

*Sou energia viva.*

*Não sou matéria inerte moldado pela situação  
ou pelo destino.*

*Eu sou como o ar:*

*Quanto mais comprimido for, mais força manifesto,  
tal como a bomba explode a rocha.*

*Eu sou VIDA que,*

*no momento certo rompe impetuosamente  
a situação ou destino.*

*(Vida Vivida)*

***Masaharu Taniguchi***

## RESUMO

O objetivo principal da avaliação fetal anteparto por meio da variabilidade de curto prazo (VCP) da frequência cardíaca fetal (FCF) é auxiliar no monitoramento fetal em gestações normais e de risco, evitando maior número de morte-fetal, atuando de forma preventiva evitando que gestantes e fetos sofram durante a gestação. O Sistema de Monitoramento e Análise da Variabilidade a Curto Prazo da Frequência Cardíaca Fetal proposto é um método não invasivo oferecendo recursos acessíveis para que especialistas obtenham mais informações, para que gestantes normais e com gravidez de alto risco tenham maior segurança em suas gestações. Poderá atuar de forma remota, preventiva e acessível a todas gestantes, eliminando as dificuldades oferecidas pelo estresse da vida moderna causados pela locomoção até as clínicas e hospitais, eliminando também o risco para sua saúde com a circulação em ambientes hospitalares para realização de exames cardiotocográficos durante o anteparto. Atualmente vivemos em mundo globalizado onde os recursos de comunicação sem fio são acessíveis, rápidos e seguros. O sistema proposto poderá ser implantado em dispositivos de processamento remoto, disponibilizando para obstetras e ginecologistas a análise de exames da FCF e VCP em tempo real, sem a necessidade da remoção da gestante do estado de repouso no conforto do lar para a clínicas ou hospitais. Ampliando ainda, as possibilidades de gestações de sucesso com a redução dos procedimentos atuais causando deslocamentos e estresse, reduz-se também as possibilidades que estes transtornos causem maior sofrimento fetal.

**Palavras-chave:** Frequência cardíaca fetal. Variabilidade de curto prazo. Cardiotocografia. Sofrimento fetal. Anteparto.

## ABSTRACT

The main objective of fetal assessment antepartum through short-term variability (STV) of the fetal heart rate (FHR) is to assist in fetal monitoring in normal and risk pregnancies, avoiding more fetal deaths, acting preventively in preventing pregnant women and fetuses to suffer during pregnancy. The proposed Fetal Heart Rate Short-term Variability Analysis and Monitoring System is a noninvasive method, which offers accessible resources for specialists to get more information so that healthy pregnant women and high-risk pregnancies have security increased in their pregnancies. It may act in a remote, preventive and accessible way to all pregnant women, by eliminating the difficulties offered by the stress of modern life caused by transporting to clinics and hospitals, also eliminating the risk to their health with the circulation in hospitals for performing cardiotocography tests during the antepartum. As we have currently lived in a globalized world, where wireless communication resources are cheap, fast and safe, the proposed system can be deployed in remote processing devices, providing obstetricians and gynecologists examination analysis of FHR and STV in real time without the need of pregnant women to leave the resting state in the comfort of their home, to go to clinics or hospitals and also expanding the chances of successful pregnancies by reducing current procedures which cause displacement and stress as well as reducing up the possibilities of these disorders to cause increased fetal distress.

**Keywords:** Fetal heart rate. Short-term variability. Cardiotocography. Fetal distress. Antepartum.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Estetoscópio fetal ou fetoscópio . . . . .	24
Figura 2	Cardiotocografo - Fetal Monitor CTG Machine JPD-300P . . . . .	25
Figura 3	Traçado cardiotocográfico . . . . .	26
Figura 4	Transdutores de efeito doppler, pressão e chave de MF . . . . .	27
Figura 5	Transdutor intravaginal . . . . .	27
Figura 6	Registro do traçado cardiotocográfico visualizado pelo <i>Sonicaid Fetal-Care</i> . . . . .	29
Figura 7	Traçado cardiotocográfico sinusoidal visualizado pelo <i>Sonicaid Fetal-Care</i> . . . . .	31
Figura 8	Linha de Base . . . . .	34
Figura 9	Variabilidade ausente . . . . .	35
Figura 10	Variabilidade mínima . . . . .	36
Figura 11	Variabilidade moderada . . . . .	36
Figura 12	Variabilidade acentuada . . . . .	37
Figura 13	Aceleração . . . . .	39
Figura 14	Desaceleração prolongada . . . . .	41
Figura 15	Diagrama do sistema de monitoramento e análise da VCP da FCF . . . . .	51
Figura 16	Equipamento Toitu Fetal Actiotocograph MT-350 utilizado para coleta dos sinais da FCF . . . . .	54
Figura 17	Adaptação da saída de áudio no equipamento Toitu . . . . .	55
Figura 18	Amostra de uma janela de 3,75 segundos do sinal da FCF . . . . .	57
Figura 19	Amostra de 15 segundos do sinal da FCF com janelamentos de período de 3,75 segundos com sobreposição de 50% . . . . .	57
Figura 20	Sinal padrão do batimento cardíaco fetal utilizado para a análise da FCF	57

Figura 21	Sinal da FCF de 1,7 segundos de duração . . . . .	57
Figura 22	Resultado do ZCR do sinal da FCF de 1,7 segundos de duração . . . . .	58
Figura 23	Resultado do ZCR do sinal da FCF de 15 segundos de duração . . . . .	59
Figura 24	Resultado da energia de curto prazo do sinal da FCF de 1,7 segundos de duração . . . . .	60
Figura 25	Resultado da energia da FCF de 15 segundos de duração . . . . .	60
Figura 26	Correlação do sinal padrão do batimento cardíaco fetal com o sinal da FCF gravados . . . . .	62
Figura 27	Resultado da média dos períodos de cada janelamento de um sinal de 15 segundos . . . . .	62
Figura 28	Resultado da VCP do período do sinal da FCF de 15 segundos . . . . .	63
Figura 29	Resultado da VCP médio de 12,02 ms no período de 60 segundos do sinal da FCF . . . . .	64
Figura 30	Resultado do processamento da FCF com média de 136 bpm . . . . .	65
Figura 31	Resultado do processamento da VCP com média de 4,67 ms . . . . .	65
Figura 32	Resultado do processamento da FCF com média de 165 bpm . . . . .	66
Figura 33	Resultado do processamento da VCP com média de 1,10 ms . . . . .	66
Figura 34	Gestante A - Processamento da FCF com média de 133,52 bpm . . . . .	67
Figura 35	Gestante A - Processamento da VCP com média de 48,70 ms . . . . .	68
Figura 36	Exame cardiocardiográfico constatando anormalidades na análise visual	69
Figura 37	Resultado do processamento da FCF com média de 188,19 bpm . . . . .	70
Figura 38	Resultado do processamento da VCP com média de 1,07 ms . . . . .	70
Figura 39	Folha de Rosto - CEP . . . . .	79
Figura 40	Atestado FEIS . . . . .	80
Figura 41	Autorização CAMF . . . . .	81
Figura 42	Autorização Ibilce . . . . .	82
Figura 43	Parecer CEP - 1 . . . . .	83

Figura 44	Parecer CEP - 2 . . . . .	84
Figura 45	Parecer CEP- 3 . . . . .	85
Figura 46	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE - 1 . . . . .	86
Figura 47	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE - 2 . . . . .	87
Figura 48	Resultado do processamento ZCR com 128 amostras com sobreposição de 25, 50 e 75% . . . . .	94
Figura 49	Resultado do processamento ZCR com 256 com sobreposição de 25, 50 e 75% . . . . .	95
Figura 50	Resultado do processamento ZCR com 512 amostras com sobreposição de 25, 50 e 75% . . . . .	96
Figura 51	Resultado do processamento ZCR com 1024 amostras com sobreposição de 25, 50 e 75% . . . . .	97
Figura 52	Resultado do processamento ZCR com 2048 amostras com sobreposição de 25, 50 e 75% . . . . .	98
Figura 53	Resultado do processamento ZCR com 4096 amostras com sobreposição de 25, 50 e 75% . . . . .	99
Figura 54	Resultado do processamento ZCR com 8192 amostras com sobreposição de 25, 50 e 75% . . . . .	100
Figura 55	Resultado do processamento energia de curto prazo com 128 amostras com sobreposição de 25, 50 e 75% . . . . .	101
Figura 56	Resultado do processamento energia de curto prazo com 256 amostras com sobreposição de 25, 50 e 75% . . . . .	102
Figura 57	Resultado do processamento energia de curto prazo com 512 amostras com sobreposição de 25, 50 e 75% . . . . .	103
Figura 58	Resultado do processamento energia de curto prazo com 1024 amostras com sobreposição de 25, 50 e 75% . . . . .	104
Figura 59	Resultado do processamento energia de curto prazo com 2048 amostras com sobreposição de 25, 50 e 75% . . . . .	105
Figura 60	Resultado do processamento energia de curto prazo com 4096 amostras com sobreposição de 25, 50 e 75% . . . . .	106

Figura 61	Resultado do processamento energia de curto prazo com 8192 amostras com sobreposição de 25, 50 e 75% . . . . .	107
Figura 62	Cardiotocograma, gráficos da FCF e VCP da Gestante A . . . . .	109
Figura 63	Laudo da Gestante A . . . . .	110
Figura 64	Cardiotocograma, gráficos da FCF e VCP da Gestante B . . . . .	111
Figura 65	Laudo da Gestante B . . . . .	112
Figura 66	Cardiotocograma, gráficos da FCF e VCP da Gestante C . . . . .	113
Figura 67	Laudo da Gestante C . . . . .	114
Figura 68	Cardiotocograma, gráficos da FCF e VCP da Gestante D . . . . .	115
Figura 69	Laudo da Gestante D . . . . .	116
Figura 70	Cardiotocograma, gráficos da FCF e VCP da Gestante E . . . . .	117
Figura 71	Laudo da Gestante E . . . . .	118
Figura 72	Cardiotocograma, gráficos da FCF e VCP da Gestante F . . . . .	119
Figura 73	Laudo da Gestante F . . . . .	120
Figura 74	Cardiotocograma, gráficos da FCF e VCP da Gestante G . . . . .	121
Figura 75	Laudo da Gestante G . . . . .	122
Figura 76	Cardiotocograma, gráficos da FCF e VCP da Gestante H . . . . .	123
Figura 77	Laudo da Gestante H . . . . .	124
Figura 78	Cardiotocograma, gráficos da FCF e VCP da Gestante I . . . . .	125
Figura 79	Laudo da Gestante I . . . . .	126
Figura 80	Cardiotocograma, gráficos da FCF e VCP da Gestante J . . . . .	127
Figura 81	Laudo da Gestante J . . . . .	128
Figura 82	Cardiotocograma, gráficos da FCF e VCP da Gestante K . . . . .	129
Figura 83	Laudo da Gestante K . . . . .	130
Figura 84	Cardiotocograma, gráficos da FCF e VCP da Gestante L . . . . .	131
Figura 85	Laudo da Gestante L . . . . .	132

Figura 86	Cardiotocograma, gráficos da FCF e VCP da Gestante M . . . . .	133
Figura 87	Laudo da Gestante M . . . . .	134
Figura 88	Cardiotocograma, gráficos da FCF e VCP da Gestante N . . . . .	135
Figura 89	Laudo da Gestante N . . . . .	136
Figura 90	Cardiotocograma, gráficos da FCF e VCP da Gestante O . . . . .	137
Figura 91	Laudo da Gestante O . . . . .	138
Figura 92	Cardiotocograma, gráficos da FCF e VCP da Gestante P . . . . .	139
Figura 93	Laudo da Gestante P . . . . .	140
Figura 94	Cardiotocograma, gráficos da FCF e VCP da Gestante com patologia anormal . . . . .	141

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Resultado da média dos períodos de cada janelamento dos primeiros 15 segundos e respectiva VCP . . . . .	63
Tabela 2	Resultados da FCFB e VCP do processamento dos sinais das gestantes <i>A a P</i> . . . . .	68

# LISTA DE ALGORITMOS

Algoritmo 1	Algoritmo do ZCR - Taxa de cruzamentos do sinal pelo zero para Determinar a média da FCF . . . . .	89
Algoritmo 2	Algoritmo da energia de curto prazo para determinar a média da FCF .	90
Algoritmo 3	Algoritmo da correlação para determinar a média da FCF e VCP – Parte 1 . . . . .	91
Algoritmo 4	Algoritmo da correlação para determinar a média da FCF e VCP – Parte 2 . . . . .	92

## LISTA DE ABREVIACOES E SIGLAS

ACOG	<i>American Congress of Obstetricians and Gynecologists</i>
ADC	Conversor Análogo Digital
AT	Alteraces Transitórias
ATP	Adenosina Tri-Fosfato
AWHONN	<i>Association of Womens Health, Obstetric and Neonatal Nurses</i>
BPM	Batimentos por minuto
CAMF	Centro de Avaliaco Materno Fetal - Prof. Dr. Guaraci Silveira Garcia
CTG	Sinais Cardiotocogrficos
CTGC	Sinais Cardiotocogrficos Computadorizados
ECP	Energia de Curto Prazo
EFM	Monitoramento Eletrônico da Frequência Cardíaca Fetal
FCF	Frequência Cardíaca Fetal
FCFB	Frequência Cardíaca Fetal Basal
fPCG	<i>Phonocardiography Fetal</i>
GPRS	<i>General Packet Radio Service</i>
GSM	<i>Global System for Mobile Communications</i>
IUP	Insuficiência tero Placentária
MF	Movimentaco Fetal
NICHD	<i>National Institute of Child Health and Human Development</i>
NST	<i>Non Stress Test</i>
PBF	Perfil Biofísico Fetal
PC	<i>Personal Computer</i>
UC	Contraes Uterinas
VCP	Variabilidade de Curto Prazo
VLP	Variabilidade de Longo Prazo
ZCR	<i>Zero Crossing Rate</i>

# SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>19</b>
1.1	Objetivo Geral	21
1.2	Objetivos Específicos	21
1.3	Metodologia e Escopo	21
1.4	Estrutura do Trabalho	21
<b>2</b>	<b>A CARDIOTOCOGRAFIA</b>	<b>23</b>
2.1	Histórico da cardiocotografia	23
2.1.1	<i>Frequência Cardíaca Fetal (FCF)</i>	23
2.1.2	<i>Monitoramento Fetal Eletrônico (MFE)</i>	24
2.1.3	<i>A Cardiotocografia</i>	25
2.2	Cardiocotografia Computadorizada - CTGC	27
2.2.1	<i>Sistema de cardiocotografia computadorizado</i>	28
2.3	Base para interpretação dos sinais CTG	31
2.3.1	<i>Circulação Fetal Materna</i>	31
2.3.2	<i>Rompimento de oxigenação fetal</i>	32
2.3.3	<i>Controle Neural da atividade cardíaca fetal</i>	32
2.3.4	<i>Reconhecimento de Padrões Básico</i>	32
2.4	Variabilidade de Curto Prazo - VCP	43
2.5	Interpretação dos padrões da FCF	44
2.5.1	<i>Categoria I</i>	44
2.5.2	<i>Categoria II</i>	44

2.5.3	<i>Categoria III</i>	45
2.6	Aquisição, processamento e análise dos sinais	45
2.6.1	<i>Aquisição dos sinais - Formato WAV</i>	46
2.6.2	<i>Processamento Digital dos Sinais</i>	46
<b>3 EXPERIMENTOS REALIZADOS</b>		<b>51</b>
3.1	Descrição do Sistema	51
3.1.1	<i>Sistema de Monitoramento e Análise da VCP da FCF</i>	51
3.1.1.1	Coleta dos sinais da FCF	52
3.1.1.2	Processamento do sinal da FCF	52
3.2	Experimentos realizados	53
3.2.1	<i>Equipamentos, exames e técnicas</i>	55
3.2.2	<i>Aspectos éticos</i>	56
3.3	Abordagens Experimentais	56
3.3.1	<i>Abordagem 1: Dados Brutos</i>	58
3.3.2	<i>Abordagem 2: Técnica de Zero Crossing Rate - ZCR</i>	58
3.3.3	<i>Abordagem 3: Técnica de Energia de Curto Prazo</i>	59
3.3.4	<i>Abordagem 4: Técnica de Correlação</i>	61
3.4	Análise do algoritmo com sinais gerados para simulação	64
3.4.1	<i>Sinal com ausência de variabilidade</i>	65
3.4.2	<i>Sinal senoidal ou sinusoidal</i>	66
3.5	Resultados de exames clínicos	67
3.5.1	<i>Resultados dos exames com gestações normais</i>	67
3.5.2	<i>Resultado do exame com gestação de alto risco</i>	69
<b>4 CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS</b>		<b>71</b>

<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>73</b>
<b>APÊNDICE A - Projeto e Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa – CEP</b>	<b>79</b>
<b>APÊNDICE B - Algoritmos ZCR, Energia e Correlação</b>	<b>88</b>
<b>APÊNDICE C - Resultados dos processamentos ZCR e energia de curto prazo com sinal da FCF de 1,7 segundos</b>	<b>94</b>
<b>APÊNDICE D - Resultados dos processamentos do algoritmo da correlação e laudos das gestantes</b>	<b>109</b>

# 1 INTRODUÇÃO

A frequência cardíaca fetal (FCF) foi introduzida pela primeira vez no século 17. É um parâmetro importante que pode ser monitorado durante o anteparto e intraparto. Em alguns casos, é a única fonte de informações disponível. Durante a gravidez, a FCF fornece informações significativas na determinação do bem-estar fetal, do desenvolvimento fetal e da presença ou ausência de qualquer doença cardíaca congênita (ABDULHAY et al., 2014).

O monitoramento e análise da variabilidade de curto prazo (VCP) da FCF é uma ferramenta importante para determinar a vitalidade e o bem-estar fetal no anteparto. A VCP é um dos fatores determinantes para a avaliação da oxigenação fetal, predizendo a possibilidade da ocorrência da acidose fetal (NOMURA et al., 2002a). O comprometimento da oxigenação fetal pode deixar sequelas importantes na vida de um indivíduo ou mesmo culminar com o seu óbito ainda na fase intra-uterina. Clinicamente, se traduz no sofrimento fetal (GARCIA, 2006).

Neste trabalho, a intenção é abordar um método de análise da VCP. Para o estudo, foram realizadas coletas da FCF de diversas gestantes no Centro de Avaliação Materno Fetal (CAMF), localizado em São José do Rio Preto/SP, e posteriormente, realizados testes em laboratório utilizando os algoritmos de *Zero Crossing Rate* (ZCR), Energia de Curto Prazo (ECP) e Correlação para o processamento e a validação dos sinais da FCF.

Diversas doenças são capazes de alterar o equilíbrio materno-fetal, dentre elas o ácido-básico em nível celular. O principal mecanismo fisiopatológico alterado é a isquemia tecidual, isto é, a falta de suprimento sanguíneo para o tecido orgânico. A falta de oxigenação (hipóxia) resulta na falta de glicose, causando a isquemia.

A redução da perfusão placentária reduz a chegada de  $O_2$  para as células fetais, assim como a retirada de  $CO_2$  e demais toxinas provenientes do metabolismo. Formado pelo metabolismo anaeróbico, a produção de  $CO_2$  aumenta consideravelmente, enquanto que outras substâncias ácidas contribuem para a redução do pH intracelular, ajudando na perda de reservas de energia celular (adenosina tri-fosfato - ATP), ocorrendo uma disfunção celular que pode conduzir à autólise e morte celular (GARCIA, 2006).

Tal distúrbio metabólico é decorrente da má perfusão uteroplacentária, com redução da oxigenação sanguínea e transferência de glicose. Outra possibilidade para explicar a baixa glicemia fetal é a hipóxia, com a exaltação do metabolismo anaeróbico para obtenção de energia (BERTINI; CAMANO; RAGONESI, 1997).

O aprimoramento da propedêutica clínica da gestação, mesmo realizada por eminentes obs-

tetras, não se mostrou eficaz neste sentido. Portanto, processos modernos que utilizam tecnologia sofisticada têm sido utilizados com o objetivo de sanar essas lacunas (ANTEPARTUM... , 2000).

É possível detectar a falta de oxigenação fetal e consequente redução da taxa de ATP por meio da análise da VCP. Isso pode ser feito por meio de métodos biofísicos. A cardiocardiografia é um dos métodos biofísicos para a análise da FCF, que é realizada por um equipamento denominado cardiotocógrafo. Suas informações são coletadas por meio de:

- Sensor de efeito Doppler para o monitoramento da frequência cardíaca fetal (FCF), medidos em batimentos por minuto;
- Sensor de pressão para o monitoramento das contrações uterinas (UC), medidas em mmHg (pressão);
- Chave para monitoramento da movimentação fetal (FM) - a chave é pressionada a cada UC indicando sua presença ou ausência.

A FCF, UC e FM são sinais importantes que permitem observar a vitalidade e o bem estar do feto e da gestante. A cardiocardiografia é um método para o estudo e análise da FCF, UC e FM onde o traçado dos sinais cardiotocográficos (CTG) são impresso em um formulário ou exibidos em uma tela.

A avaliação do traçado cardiotocográfico, atualmente, é realizada por meio de uma inspeção visual. Nas últimas décadas têm surgido novas propostas para análise clínica computadorizada do traçado cardiotocográfico (FERRARIO; MAGENES; SIGNORINI, 2007), capazes de avaliar o equilíbrio materno-fetal por meio da análise da VCP da FCF.

Os traçados cardiotocográficos podem ser interpretados de forma visual ou computadorizada, sendo que a interpretação visual é efetuada de forma "manual", tratando-se de uma prática que pode apresentar uma grande variabilidade dos critérios de análise e estando limitada na apresentação dos resultados (BORGATTA; DIVON; SHROUT, 1988). Esta análise eleva a taxa de resultados falsos positivos (GILSTRAP; HAUTH; TOUSSAINT, 1984).

A cardiocardiografia computadorizada surgiu para auxiliar e eliminar possíveis erros referentes à variabilidade da análise visual. Em 1978, Dawes iniciou o desenvolvimento da análise da FCF por meio de um processo contínuo e a criação de novos parâmetros para a interpretação dos padrões dos CTG (DAWES; MOULDEN; REDMAN, 1990). Os sinais são captados por um cardiotocógrafo e transferidos para um computador com o programa de análise destes sinais (NOMURA et al., 2002b).

Atualmente, na avaliação da gestação de alto risco, a investigação da vitalidade fetal pode ser empregada com sucesso, via cardiocardiografia, compondo o perfil biofísico fetal (PBF) de

rotina de forma ampliada (NOGUEIRA; REIS; REIS, 2001). A análise da VCP proposta neste estudo pode contribuir para garantir melhores resultados no monitoramento e na avaliação da VCP para o bem-estar materno-fetal .

## **1.1 Objetivo Geral**

Este trabalho tem por objetivo apresentar uma visão geral do monitoramento da FCF no anteparto, objetivando tornar o método de coleta e processamento da VCP portátil e remoto, por meio da especificação e implementação de um algoritmo para funcionamento em tempo real que possibilite o acompanhamento constante e rigoroso em gestações normais e de alto risco, garantindo o bem estar materno-fetal.

Aliado aos recursos atualmente existentes de tecnologias e comunicações, o sistema proposto aumentará as possibilidade de prevenção de danos fetais causados pela má oxigenação fetal, e consequente isquemia tecidual, onde os alertas poderão ser enviados em tempo real ao obstetra ou centros de monitoramento fetal, evitando maior riscos à saúde materno-fetal reduzindo-se as taxas de óbitos fetais.

## **1.2 Objetivos Específicos**

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- Realizar um estudo sobre cardiocografia e sinais cardiocográficos;
- Especificar e implementar um algoritmo para realizar as análises propostas, em tempo real em dispositivo portátil;
- Apresentar resultados da análises da VCP e comparação com os sinais cardiocográficos inspecionados e validados por médicos especialistas.

## **1.3 Metodologia e Escopo**

A metodologia utilizada neste trabalho consiste, após a revisão bibliográfica em que foram realizados levantamentos acerca dos assuntos pertinentes a esta pesquisa, entre eles, cardiocografia, métodos de análises computacionais, equipamentos e suas características, na apresentação do algoritmo proposto e sua implementação, além dos testes, resultados, discussões e conclusões. Toda a respectiva documentação está detalhada nos capítulos seguintes.

## 1.4 Estrutura do Trabalho

Este trabalho possui 4 (quatro) capítulos e está organizado da forma como segue:

No Capítulo 2, é apresentado um histórico da cardiocardiografia e sua evolução ao longo do tempo, descrevendo-se também as bases para análises dos sinais CTG. Além disso, são descritas orientações para a interpretação os padrões básicos e avançados dos CTG usando uma abordagem sistemática, documentando os padrões dos CTG de forma adequada, gerenciando adequadamente as situações clínicas representadas pelos padrões dos CTG. Além disso, estudam-se a história dos CTG, bases fisiológica para obtenção e análise das FCF, UC e FM, obtidos através de cardiocardiografos, equipamentos usados atualmente para obtenção dos CTG, e as definições reconhecidas pela Federação Internacional de Ginecologia e Obstetrícia (FIGO), *National Institute of Child Health and Human Development* (NICHD), *American Congress Of Obstetricians and Gynecologists* (ACOG) e outros. Adicionalmente, são tratadas algumas formas da aquisição da FCF para processamento e análise da VCP, importante para a análise e diagnóstico na vigilância do bem estar fetal.

No Capítulo 3, apresentam-se o algoritmo proposto e os resultados obtidos durante a análise dos sinais da FCF para obtenção da VCP, acompanhado das discussões pertinentes.

No Capítulo 4, são apresentadas as conclusões e as idéias para trabalhos futuros.

Finalmente, são apresentadas as referências e um apêndice, com os pareceres do Comitê de Ética, algoritmos, resultados dos algoritmos e resultados dos processamentos e respectivos laudos dos exames realizados.

## 2 A CARDIOTOCOGRAFIA

Neste capítulo é apresentada a histórico da cardiocografia e sua evolução ao longo do tempo, descrevendo-se também as bases para análises dos sinais CTG.

Na análise e interpretação os padrões básicos e avançados dos CTG, utiliza-se de uma abordagem sistemática, documentando os padrões dos CTG de forma adequada e gerenciando adequadamente as situações clínicas representadas pelos padrões dos CTG.

Serão tratadas algumas formas de aplicação de análises de sinais cardiocográficos(CTG), que são importantes meio de diagnóstico na vigilância do bem estar fetal com o auxílio de diversos sistemas de análise de sinais cardiocográficos computadorizados (CTGC).

Serão apresentadas as formas de aquisição da FCF para processamento e análise da VCP, aplicando-se alguns algoritmos para detecção dos pulsos dos batimentos cardíacos fetais, importante para o diagnóstico na vigilância do bem estar fetal.

### 2.1 Histórico da cardiocografia

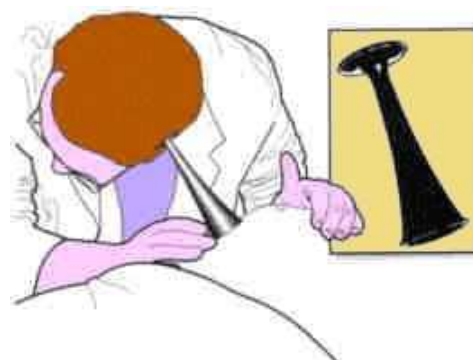
Esta seção contém um histórico da cardiocografia e a sua evolução ao longo do tempo.

#### 2.1.1 Frequência Cardíaca Fetal (FCF)

No século XVII, Marsac detecta pela primeira vez os sons da FCF e Killian propôs que a FCF poderia determinar o bem estar fetal. Em 1818, Mayor e Kergaradec descreveram o método para a escuta da FCF colocando o ouvido próximo ao abdômen materno, sugerindo que a FCF poderia ser usada para determinar a viabilidade e vitalidade fetal. Em seguida, em 1833, Evory Kennedy, médico inglês mencionou que a FCF poderia determinar o sofrimento fetal, recomendando a escuta como uma ferramenta para monitorar a FCF durante o intraparto. Por volta de 1893, Von Winkel estabeleceu critérios para as FCF (taquicardia > 160 batimentos por minuto e bradicardia < 100 batimentos por minuto), permanecendo inalterada até o advento do monitoramento eletrônico fetal (WULF, 1985).

Em 1917, David Hillis (Chicago Lying-In Hospital) descreve o estetoscópio fetal ou fetoscópio utilizado, conforme pode ser visualizado na Figura 1 (WULF, 1985).

Figura 1 - Estetoscópio fetal ou fetoscópio



Fonte: (EASON et al., 2016)

No ano de 1922, Joseph DeLee, coordenador de pesquisa de Hillis no mesmo hospital, descreve o dispositivo novamente e tem a prioridade sobre a criação. O dispositivo se tornou conhecido como fetoscópio de DeLee-Hillis, mantendo-se como instrumento de monitoramento da FCF por mais de meio século (WULF, 1985).

No início da década de 40, Matthews, Marvel e Krischbaum projetaram o estetoscópio eletrônico com amplificadores, que tornou-se um equipamento padrão até a década de 1970 para a escuta e monitoramento da FCF. Finalmente, em 1968, Benson et al., anunciaram que a escuta intermitente não era um indicador confiável para determinar o sofrimento fetal, exceto em situações extrema de bradicardia terminal. Esta publicação surgiu no momento em que o monitoramento fetal eletrônico (MFE) estava sendo desenvolvido por especialistas (WULF, 1985).

### 2.1.2 Monitoramento Fetal Eletrônico (MFE)

Em 1906, Cremer descreve o uso do eletrocardiograma fetal usando condutores elétricos abdominais e intravaginais. Dois anos depois, foi criada por Hofbauer e Weis a segunda forma de obtenção eletrônica da FCF, por meio de microfones assentados no abdômen materno, que os autores denominaram de fonocardiografia (WULF, 1985).

Em 1931, Henly descreve o *phonocardiographo* fetal eletrônico, por meio do uso de microfone para amplificar a FCF (GOODLIN, 1979) e, adiante, na década de 1950, Smith introduziu o tocodinamômetro externo para avaliar as contrações uterinas.

Em 1958, Hon descreve o primeiro sistema para capturar continuamente a FCF (HON, 1958) e em 1959, Caldeyron-Barcia define as unidades das variabilidades das FCF, UC e MF (CALDEYRO-BARCIA et al., 1958) sendo que Hon define os termos acelerações precoce,

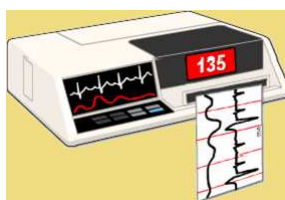
tardia e variáveis (HON, 1959). No ano de 1964, Callagan descreve um sistema viável para a captura da FCF com a tecnologia *doppler* (CALLAGAN et al., 1964). Por fim, em 1967, Hammacher, foi pioneiro no desenvolvimento de sistemas eletrônicos de redução da relação de sinal-ruído para aquisição dos sinais da FCF (HAMMACHER, 1967).

### 2.1.3 A Cardiocografia

A cardiocografia (CTG) introduzida por Hon, Caldeyron-Barcia e Hammacher foi utilizada como técnica pioneira para aquisição simultânea da FCF, UC e MF (DONKER; GEIJN; HASMAN, 1993).

Em 1968, Hon inicia a comercialização do primeiro sistema de MFE, que foi um importante passo para o desenvolvimento ao longo do tempo sobre a qualidade e interpretação dos traçados cardiográficos (DONKER; GEIJN; HASMAN, 1993). Na Figura 2 é possível observar um cardiocógrafa utilizado atualmente, cujos sinais da FCF, UC e MF são mostrados no display do equipamento.

Figura 2 - Cardiocógrafa - Fetal Monitor CTG Machine JPD-300P

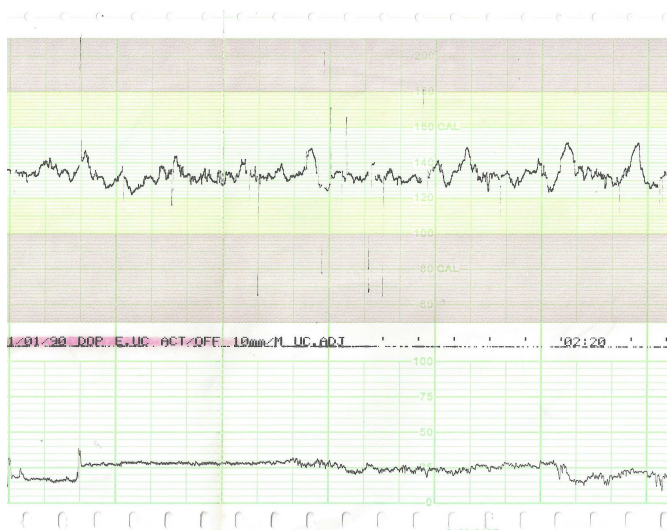


Fonte: (MEDICAL, 2015)

A CTG registra simultaneamente a FCF, UC e MF para determinar o bem estar fetal (BALUZ; SANTOS, 2011), sendo que a FCF pode ser utilizada por meio de dispositivos de uso interno ou externo, exibida graficamente por meio da impressão em formulários com uma diagramação de 1 a 3 cm/minuto, registrando-se as FCFs em uma unidade de batimentos cardíaco fetal por minutos, coincidindo com as atividades de UC e MF (NICHHD, 1997), o qual denominamos de traçado cardiocográfico.

Na Figura 3 pode-se notar o traçado cardiocográfico gerado por um cardiocógrafa utilizado para monitoramento da FCF, UC e MF.

Figura 3 - Traçado cardiocardiográfico



Fonte: (GARCIA, 2014)

O monitoramento da FCF é realizada por um cardiocardiógrafo, por meio de um transdutor de efeito *doppler* que recebe o sinal da atividade cardíaca fetal. Para obtenção deste sinal, o especialista realiza o rastreamento do abdômen materno. Detectando-se o melhor sinal da FCF, o transdutor é fixado ao abdômen materno com o auxílio de uma cinta elástica para evitar que o mesmo se desloque.

O monitoramento da UC também é realizado por um cardiocardiógrafo, por meio de um transdutor de pressão denominado "toco", com a função de medir a força relativa, velocidade e duração das UC. Este transdutor também é fixado com o auxílio de outra cinta elástica ao abdômen da gestante, sendo que a sensibilidade do transdutor poderá ser afetada por fatores como a obesidade materna e idade gestacional prematura.

O monitoramento da FM é realizado por meio de uma chave. Quando houver a ocorrência de uma FM, a chave é pressionada pela gestante. As principais vantagens destes sensores estão em serem de uso externo não invasivos (GARITE, 2012).

Pode se ver, na Figura 4a, os transdutores de efeito doppler para medição da FCF, pressão para medição da UC e uma chave tipo pulsador para indicação das MF, na Figura 4b, podem também ser notados os transdutores fixados ao abdômen materno por meio de cintas elásticas.

O transdutor de pressão interno também está disponível para aplicação interna. Conhecido como transdutor intravaginal, pode ser visto na Figura 5a. Por se tratar de um método invasivo, é inserido depois que as membranas se rompem, portanto, necessitam de maior atenção médica (GARITE, 2012) e sua forma de instalação é vista na Figura 5b.

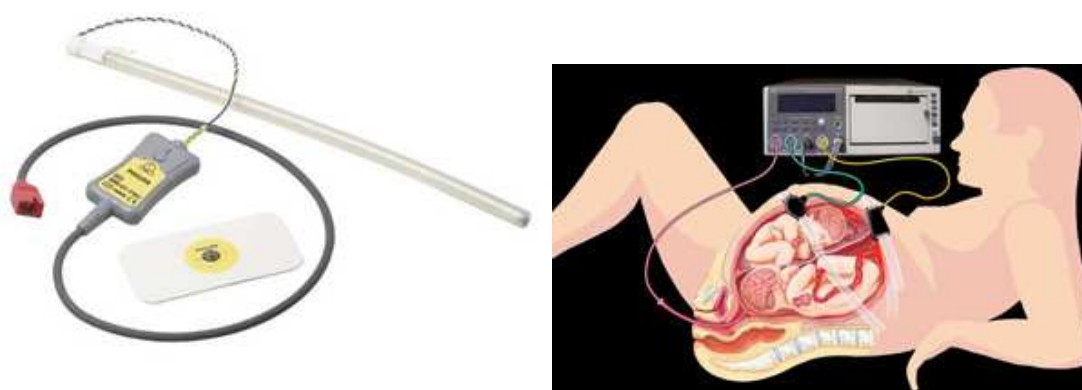
Figura 4 - Transdutores de efeito doppler, pressão e chave de MF



(a) Chave pulsadora de MF, transdutores de efeito doppler e pressão (b) Transdutores presos por cintas elásticas

Fonte: autoria própria

Figura 5 - Transdutor intravaginal



(a) Transdutor intravaginal

(b) Aplicação do transdutor intravaginal

Fonte: (EASON et al., 2016)

## 2.2 **Cardiocotografia Computadorizada - CTGC**

A análise e a interpretação dos CTG pode ser realizada de duas formas: visual e computadorizada.

A análise visual, utilizada desde o princípio das aplicações dos métodos de coleta dos sinais vitais do feto através da técnica dos CTG, está sujeita a uma grande variabilidade de critérios e

limitados resultados (BORGATTA; DIVON; SHROUT, 1988), baseados nos traçados da FCF, FCFB e UC, em que profissionais realizam visualmente interpretações do CTG divergentes para um mesmo traçado (BERNARDES et al., 1997; TRIMBOS; M.J., 1978).

As altas taxas de resultados falsos positivos (GILSTRAP; HAUTH; TOUSSAINT, 1984) da análise visual do CTG estimularam o desenvolvimento de técnicas cada vez mais avançadas de análises dos CTGC (NOMURA et al., 2002b). Destaca-se a taxa de falso-positivo, uma vez que, muitos fetos considerados como mal oxigenados, tiveram seu nascimento antecipado, porém apresentavam-se vigorosos ao nascimento (ANTEPARTUM... , 2000), demonstrando a fragilidade e vulnerabilidade do diagnóstico pela análise visual.

Para eliminar os possíveis erros da análise visual, ocasionadas pelos observadores que pretendiam diminuir as variações dos diagnósticos visuais, foram desenvolvidos diversos sistemas de análise computadorizada.

Em 1978, no Departamento de Obstetrícia e Ginecologia do John Radcliffe Hospital em Oxford (Reino Unido), desenvolveu-se o primeiro sistema de análise da cardiocotografia computadorizada. Foi denominada pelos pesquisadores de *Sonicaid System 8000* e baseado na análise de cerca de 8000 registros (DAWES; MOULDEN; REDMAN, 1991a).

Em 1994, após uma análise de 48.399 registros, foi criado um novo sistema sendo denominado *Sonicaid System 8002* (DAWES; REDMAN, 1995). Recentemente atualizado para o sistema *Windows*® após a análise de mais de 73.802 registros cardiocotográficos, o sistema passou a ser denominado por *Sonicaid FetalCare* (PARDEY; M.; REDMAN, 2002). Pesquisas com a CTGC demonstram que no período intraparto mostram dados contraditórios (PELLO et al., 1991).

Diversos outros programas para análise da CTGC foram desenvolvidos, entre eles: *Sonicaid System 8000*, *SisPorto*, *Sistema Lichten*, *Sistema Searle*, *Sistema Arduini*, *Sistema de Análise de Dados Toitu*, *Sistema Natali*, *Sistema Hernandez*, *Sistema Turco*, entre outros, utilizando-se de sistemas especialistas e algoritmos de classificação (BALUZ; SANTOS, 2011).

Atualmente existem diversos métodos complexos e sofisticados para a análise da FCF, UC e FCFB. A CTG com a análise visual mantém-se a mais utilizada para esta finalidade (ANTEPARTUM... , 2000; CASTILLO et al., 1985; MARTIN, 1998).

Os mecanismos e causas da má oxigenação fetal são de origens diversas, e os estudos para a avaliação do bem estar fetal enriquecem as ferramentas para detectar fetos que possam estar em estágio de sofrimento. A cardiocotografia computadorizada é uma nova ferramenta que passou a contribuir para o desenvolvimento da avaliação do bem-estar fetal não como método preferencial ou definitivo para a análise do bem estar fetal (GARCIA, 2006).

### 2.2.1 Sistema de cardiocotografia computadorizado

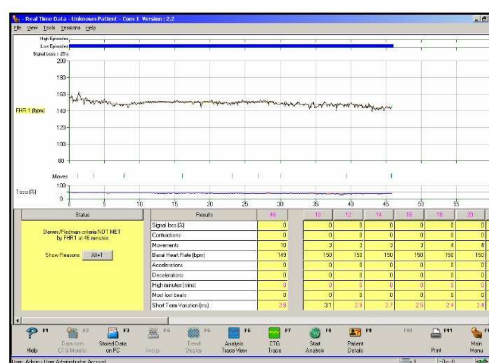
Em 1989, a Oxford Sonicaid Ltd., Reino Unido, iniciou a comercialização do sistema *Sonicaid System 8000*, cujos algoritmos foram desenvolvidos por Geoffrey Dawes et al (DAWES; MOULDEN; REDMAN, 1991a), baseados em uma análise de 8000 registros.

Em 1977, os professores Dawes e Redman na Universidade de Oxford no Reino Unido começaram a pesquisar os CTG e a utilização de uma base de dados de 8.000 traçados. Ligados ao resultado, sua pesquisa conduziu ao desenvolvimento de um sistema computadorizado para a análise de traçados de pré-parto e em 1989, foi lançado como o primeiro sistema denominado *Sonicaid System 8000*, cujos algoritmos foram desenvolvidos por Geoffrey Dawes et al (DAWES; MOULDEN; REDMAN, 1991a).

Em 1994 o banco de dados cresceu para 48.339 registros de traçados CTG e foi lançada uma nova versão melhorada chamada *Sonicaid System 8000*.

Desde o *Sonicaid System 8000*, a base de dados aumentou para 73.802 traços e a pesquisa continuou sendo que a base de dados para análise tornou-se ainda mais poderosa. Seu desenvolvimento foi realizado desta vez em uma plataforma *Windows*<sup>®</sup>, sendo o sistema chamado *Sonicaid FetalCare* (PARDEY; M.; REDMAN, 2002). Pode-se observar a tela do sistema com o traçado na Figura 6.

Figura 6 - Registro do traçado cardiocotográfico visualizado pelo *Sonicaid FetalCare*



Fonte: (REDMAN, 2003)

#### A) Análise e processamento dos sinais

Os sinais cardiocotográficos (FCF, UC e MF) são coletados por intermédio de uma porta serial RS232 em amostras de intervalos de 100 milissegundos. A FCF é verificada por um algoritmo detector de erros, sendo aceitos quando seus valores estão entre 63 e 163% da média dos correspondentes aos dois últimos valores considerados válidos (DAWES, REDMAN, SMITH, 1985a).

A análise do traçado cardiocotográfico é efetuada em períodos de 3,75 segundos (1/16 mi-

nutos), sendo que a média da FCF é calculada a cada período e também em relação as diferenças entre períodos adjacentes.

Um dos parâmetros introduzido pela análise computadorizada consiste no estudo da variação de curto prazo, que corresponde ao cálculo da média dos valores da FCF dos períodos de 3,75 segundos (*3,75 sec epochs - em período definido*) adjacentes (analisado em intervalos de pulso) (DAWES et al., 1991; DAWES; GEIJN, 1985a; DAWES; HOUGHTON; REDMAN, 1982; DAWES; GEIJN, 1985b; DAWES; MOULDEN; REDMAN, 1990; MANTEL et al., 1991; RIBBERT; FIDLER; VISSER, 1991).

A primeira análise das *3,75 sec epochs* realiza-se após os primeiros 10 minutos, sendo atualizada a cada 2 minutos, determinando desta forma a linha de base da FCF. A aquisição do sinal é efetuada com a utilização de um filtro digital passa-baixas, com propagação direta e retro-propagação, que, partindo da média dos valores das *epochs* nos dois primeiros minutos de leitura, evita a influência das alterações transitórias e das características iniciais dos traçados.

Os valores que oscilam em mais ou menos 60 milisegundos dos precedentes não são admitidos para a determinação da FCFB, excluindo-se desta forma acelerações e desacelerações transitórias (DAWES; HOUGHTON; REDMAN, 1982; DAWES; REDMAN; SMITH, 1985; MANTEL et al., 1990). As acelerações são definidas como toda subida acima da FCFB com pelo menos 15 segundos de duração e 10 bpm na amplitude do sinal (DAWES; MOULDEN; REDMAN, 1991b).

As desacelerações são identificadas por dois tipos, um com pelo menos 10 bpm de amplitude e 1 minuto de duração e o outro com 20 bpm de amplitude e 30 segundos de duração. A área da desaceleração é estimada pela média das diferenças entre os valores da linha de base e das *epochs*, exprimindo-se sob a forma de *lost beats*. As desacelerações com mais de 20 *lost beats* são consideradas prolongadas (DAWES; MOULDEN; REDMAN, 1991b).

A FCFB, em bpm, é calculada à partir dos valores das *epochs* correspondendo à média, quando presentes transitórios de baixa variação, ou à moda, quando ausente (DAWES et al., 1991).

### **B) Bases fisiopatológicas e clínicas**

Segundo os autores do sistema, a substituição das amostras contidas em cada *epochs* pela respectiva média não interferia na identificação de acelerações nem de desacelerações (DAWES; REDMAN; SMITH, 1985). Quanto aos critérios utilizados nos algoritmos de processamento, por exemplo da FCFB, expressam as normas da FIGO (HUCH; HUCK; ROTH, 1997).

Outros, como no caso das acelerações e das desacelerações, resultaram de modificações implementadas pelos autores. Outros ainda, baseados nos estudos de elevado número de casos, são verdadeiramente originais. É o que acontece com o conceito de variação da FCF a curto e

longo prazo.

### C) Visualização

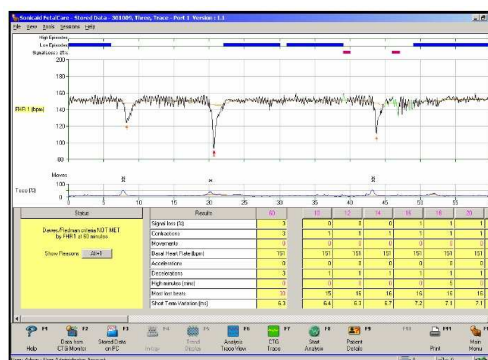
O sistema permite a seleção de várias funções por meio de menus, tais como a pesquisa de registros de pacientes, aquisição e processamento de traçados e o arquivo de dados. Na última versão, é possível obter o traçado original e a possibilidade de impressão dos dados com as tendências dos diversos exames sucessivos (*trendgrams*) (DAWES; MOULDEN; REDMAN, 1990).

### D) Avaliação clínica

A variação da FCF a curto prazo mostrou-se capaz de discriminar traçados pré-terminais associados a acidose metabólica do recém-nascido ou a morte fetal, mesmo nos casos com variação a longo prazo presente, como por exemplo nos traçados sinusoidais (DAWES; MOULDEN; REDMAN, 1990; ??). Contudo, Bártfai et al demonstraram que o *Sonicaid System 8000* nem sempre identifica corretamente um traçado sinusoidal (BARTFAI; BOZÓKI; SZANTÓ, 1992).

No sistema **FetalCare**, o traçado sinusoidal que foi analisado de uma gestante de 38 semanas de gestação, conforme visto na Figura 7, relatou um rápido ritmo sinusoidal e o bebê foi entregue em menos de duas horas depois por cesariana sem trabalho (REDMAN, 2003).

Figura 7 - Traçado cardiotocográfico sinusoidal visualizado pelo *Sonicaid FetalCare*



Fonte: (REDMAN, 2003)

No anteparto de gestações com desfecho normal, a variação a longo prazo revelou-se melhor indicador de normalidade fetal do que a detecção isolada de acelerações (DAWES; REDMAN; SMITH, 1985). Num trabalho retrospectivo, realizado por Dawes et al, no anteparto a variação a curto prazo da FCF, superior a 3 milisegundos, houve uma especificidade de 100%, e registrou uma sensibilidade de 34%, quando inferior a 2,6 milisegundos, no que se refere à previsão de morte fetal ou acidose neonatal após cesariana eletiva (DAWES; MOULDEN; REDMAN, 1992).

## **2.3 Base para interpretação dos sinais CTG**

### **2.3.1 Circulação Fetal Materna**

A oxigenação do feto é realizada por meio das artérias uterinas responsáveis pelo transporte do sangue arterial da placenta para o feto, por meio da veia umbilical, enquanto duas artérias umbilicais transportam o sangue venoso que traz o dióxido de carbono e resíduos de produtos do feto para a placenta realizando remoção por meio das veias uterinas (GARITE, 2012).

As contrações uterinas provocam uma pressão sobre a placenta, reduzindo o fluxo sanguíneo e resultando também numa redução temporária da troca de oxigênio entre a placenta e o feto. Quando ocorre o relaxamento uterino, a perfusão uterina volta ao normal e a troca de oxigênio entre a placenta e o feto volta ao normal (EASON et al., 2016).

### **2.3.2 Rompimento de oxigenação fetal**

As contrações uterinas comprometem a oxigenação fetal e a integridade da placenta, momento no qual a pressão ocasionada pela UC age diretamente sobre a área da superfície da placenta. Esta pressão provoca a obstrução do cordão umbilical, causando a insuficiência na transferência de oxigênio do sangue materno para o feto, sendo conhecida como insuficiência útero placentária (IUP) (EASON et al., 2016).

Outra causa da diminuição da oxigenação fetal é a obstrução do cordão umbilical (compressão da medula), podendo ser ocasionado pela FM. Qualquer evento que cause a compressão do cordão umbilical irá diminuir a oferta de oxigênio para o feto (EASON et al., 2016).

### **2.3.3 Controle Neural da atividade cardíaca fetal**

A oxigenação afeta diretamente o funcionamento do cérebro fetal, que por sua vez afeta a função do sistema cardiovascular. Qualquer fator que afete o cérebro fetal, como a oxigenação, irá alterar o sistema cardiovascular. Portanto, qualquer alterações na oxigenação fetal será refletido em uma variação da FCF. Este é o conceito que constitui a base para a monitorização cardíaca fetal.

Ao avaliar os padrões da atividade cardíaca fetal (FCF), o estado de oxigenação fetal e integridade fisiológica podem ser aferidas (EASON et al., 2016).

### 2.3.4 Reconhecimento de Padrões Básico

A avaliação precisa da FCF pode ajudar a determinar o estado do feto e indicar medidas de gestão para uma condição particular.

Com a finalidade de avaliar com precisão um padrão da FCF, a descrição do sinal deve incluir informações qualitativas e quantitativas nas seguintes cinco recomendações:

1. Frequência da linha de base
2. Variabilidade da linha de base da FCF
3. Presença de Acelerações
4. Desacelerações periódicas ou transitórias
5. Mudanças ou tendências de padrões de FCF ao longo do tempo

Estas áreas incluem padrões de frequência cardíaca fetal, com definições e descrições específicas. Essas definições e descrições são recomendações utilizadas pelo Instituto Nacional de Saúde Infantil e Desenvolvimento Humano (NICHD - *National Institute of Child Health and Human Development*) e têm sido adotadas pelo Congresso Americano de Obstetrícia e Ginecologia (ACOG - *American Congress of Obstetricians and Gynecologists*) (FETAL... , 1995) e da Associação da Saúde, Obstétrica da Mulher e enfermeiras Neonatal (AWHONN - *Association of Women's Health, Obstetric and Neonatal Nurses*) (NICHD, 1997).

Os Rastreamentos Fetais são classificados nas seguintes padrões:

1. Linha de base
2. Variabilidade da linha de base
3. Aceleração
4. Bradicardia
5. Desaceleração precoce
6. Desaceleração tardia
7. Taquicardia
8. Desaceleração prolongada
9. Desaceleração variável

Para interpretar apropriadamente um traçado cardiotocográfico, a abordagem sistemática abaixo devem ser seguidas:

1. Avaliar a gravação: é contínua e adequada para a interpretação?
2. Identificar o tipo de monitor ou traçado utilizado.
3. Identificar a frequência cardíaca fetal basal e presença de variabilidade.
4. Determinar a presença de acelerações ou desacelerações de linha de base.
5. Identificar mudanças ou tendências em padrões de FCF ao longo do tempo

Além de monitorar os padrões de FCF, as informações presentes nas recomendações sobre os efeitos do trabalho sobre o feto, também pode ser analisadas por meio da observação do padrão de UC as variações ocorridas na FCF.

Padrões de UC podem fornecer informações sobre o andamento do trabalho de parto. Além disso as UC podem afetar a troca placentária do sangue venoso pelo arterial, e a avaliação de padrões da contração pode fornecer informações sobre potenciais efeitos da taxa de contração e força exercida sobre o feto (FETAL... , 1995; NICHD, 1997).

#### **A) Linha de Base**

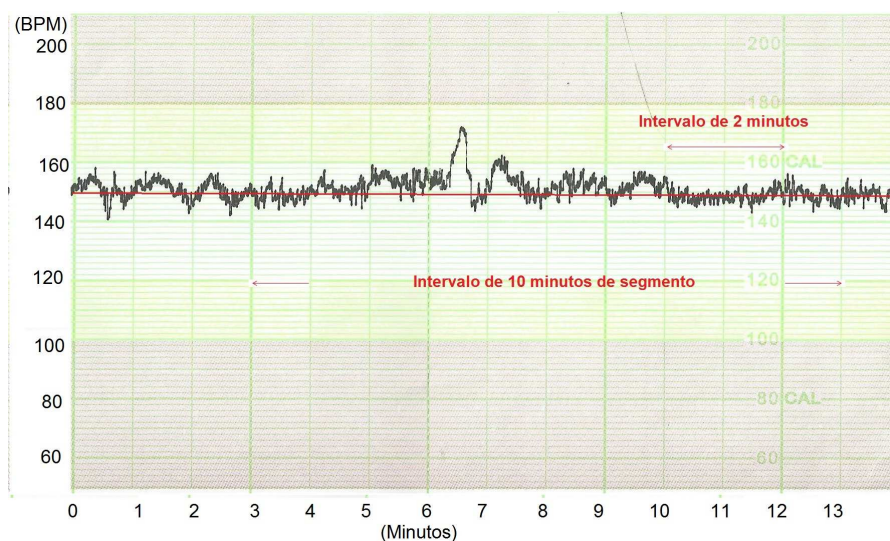
A linha de base é definida como a média da FCF arredondada para incrementos de 5 batimentos por minuto durante 10 min de segmento. A linha de base deve ser para um mínimo de 2 minutos em qualquer 10 minutos de segmento, excluindo (NICHD, 1997):

- Mudanças periódicas ou transitórias;
- Os períodos de acentuada variabilidade da FCF;
- Segmentos de linha de base que diferem por mais de 25 batimentos por minuto.

Na Figura 8 pode-se observar que, no intervalo de 2 minutos em qualquer 10 minutos de segmento, pode-se definir a linha de base como sendo de 150 batimentos por minuto.

A fim de determinar se existem alterações no estado fisiológico do feto, uma frequência cardíaca de base deve ser previamente determinada como referência. Todas as alterações são variações da FCF, portanto, com base em um desvio em relação ao feto de repouso normal, encontra-se os batimentos cardíacos fetais na linha de base (NICHD, 1997).

Figura 8 - Linha de Base



Fonte: autoria própria

A linha de base da FCF normal deve variar entre 110 batimentos/min a 160 batimentos/min. A linha de base da FCF é normalmente definida pelo marcapasso atrial e as diferenças de batimento a batimento do ritmo cardíaco, sendo regidas por um equilíbrio entre os ramos simpático (aceleração) e parassimpático (desaceleração) do sistema nervoso autônomo (HUTSON; MULLER, 1982), ou seja são as fibras nervosas denominadas simpáticas e parasimpáticas que inervam o coração e trabalham uma em oposição a outra, responsáveis respectivamente pela aceleração e desaceleração cardíaca.

Como o sistema nervoso central amadurece, a linha de base do FCF diminui gradualmente, e as frequências normais para um feto nos meados de terceiro trimestre são entre 150-170 batimentos/min.

O tônus parassimpático reduz os batimentos cardíacos tornando-se mais dominante com o avanço da idade gestacional, sendo que um feto pós-termo (gestação a termo é de 39 semanas até 40 semanas e 6 dias) passa a ter uma FCF entre 110-120 batimentos/min (NICHD, 1997).

### **B) Variabilidade da linha de base**

A variabilidade da linha de base poderá apresentar situações relacionadas ao bem estar ou sofrimento fetal, causados pela bradicardia ou taquicardia, e reconhecidos pela variabilidade em relação à linha de base (NICHD, 1997). Elas são:

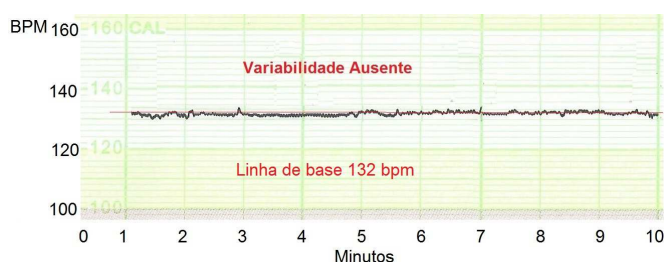
1. Flutuações na FCF de dois ciclos por min ou maior em relação à linha de base
2. A variabilidade é visualmente quantificada como a amplitude do pico em batimentos por

minuto em relação à linha de base

Particularmente, contempla-se os seguintes casos:

- Ausente: quando a amplitude não detectável, conforme pode-se observar na Figura 9, não contém acelerações ou desacelerações maiores que 6 bpm em relação à linha de base (132 bpm);

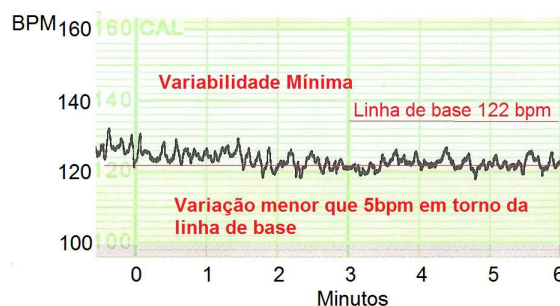
Figura 9 - Variabilidade ausente



Fonte: autoria própria

- Mínima: quando a amplitude é menor que 6 bpm, conforme pode-se observar na Figura 10, variações de 4 a 6 bpm da FCF em relação à linha de base (122 bpm);

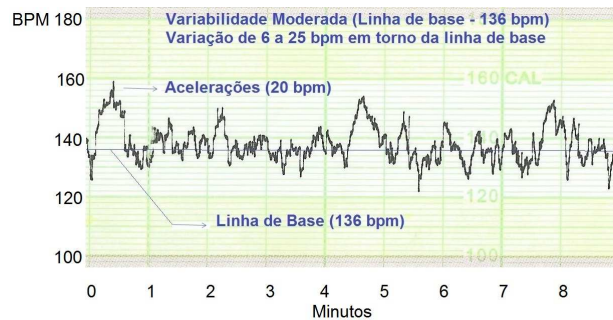
Figura 10 - Variabilidade mínima



Fonte: autoria própria

- Moderada: quando a amplitude está entre 6 e 25 bpm, conforme pode-se observar na Figura 11, constatando-se variações de 20 bpm da FCF em relação à linha de base (136 bpm);

Figura 11 - Variabilidade moderada

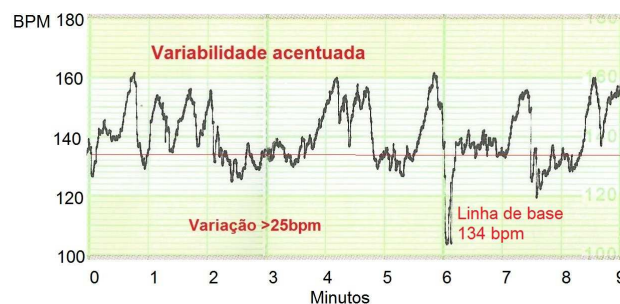


Fonte: autoria própria

- **Acentuada:** quando a amplitude é maior que 25 bpm, conforme pode-se observar na Figura 12, contendo variações maiores que 25 bpm da FCF em relação à linha de base (134 bpm).

A cardiocografia fetal é um método em que registra a diferença de intervalo a intervalo de cada batimento cardíaco do feto. Assim, as diferenças da frequência cardíaca fetal de batimento a batimento são registrados como variabilidade, registrando oscilações acima e abaixo da linha de base. A diminuição ou ausência de variabilidade, representa uma disfunção de um ou mais sistemas circulatórios e nervoso do feto (EASON et al., 2016).

Figura 12 - Variabilidade acentuada



Fonte: autoria própria

No feto normal, existe uma interação entre o simpático (aceleração) e parassimpático (desaceleração) do sistema nervoso que controla o ritmo cardíaco. Estes sistemas exercem seu controle por meio do córtex cerebral, a medula espinhal, o gânglio simpático e o nervo vago.

A interação entre esses sistemas resulta em uma diferença nos intervalos batimento a batimento, resultando em variabilidade da frequência cardíaca fetal. A variabilidade moderada é considerada normal, uma vez que indica que o sistema nervoso central está funcionando nor-

malmente. Condições que afeta a integridade deste eixo neuro-cardíaco, tais como hipoxemia, resultam na perda da variabilidade da frequência cardíaca.

Variabilidade, portanto, é o indicador mais importante de um feto adequadamente oxigenado. Na Figura 11 pode-se ver o exemplo de variabilidade moderada. A diminuição ou ausência de variabilidade, por conseguinte, representa uma disfunção de uma ou de ambos sistemas, ou num aumento da tonalidade dominante de um sistema em relação ao outro, tal como nos ciclos de sono ou devido aos efeitos da droga.

Causas da diminuição da variabilidade incluem:

- A hipoxemia ou acidose
- Ciclos de sono fetal
- Drogas (analgésicos, barbitúricos, tranquilizantes, fenotiazinas, anestésicos, etc.)
- Prematuridade
- Arritmias
- Taquicardia Fetal
- Anormalidade neurológica preexistentes
- Anomalias congênitas

Dois tipos de variabilidade também foram descritos para as definições pela NICHD. Variabilidade de curto prazo (VCP) descreve as flutuações batimento a batimento da FCF. Variabilidade de longo prazo (VLP), por outro lado representa as mudanças de amplitude da linha de base normal ao longo do tempo, com mudanças cíclicas que ocorrem em menos de um minuto.

### **C) Aceleração**

Um aumento visualmente aparente (início até o pico em menos de 30 segundos) na FCF da linha de base, está exemplificado na Figura 13, onde pode-se observar duas acelerações dentro destes padrões, sendo que na primeira aceleração, a 1 minuto e em menos de 30 segundos, a FCF parte da linha de base (134 bpm) e atinge o pico (152 bpm), e a segunda aceleração, a 4,5 minutos, parte da linha de base e em menos de 30 segundos, atinge o pico de (164 bpm). Particularmente para um caso genérico, tem-se que:

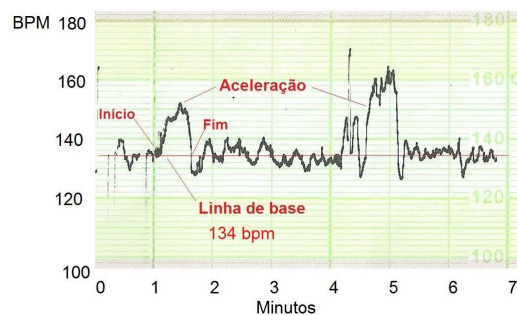
- A duração de uma aceleração é definida como o tempo desde a alteração inicial na FCF a partir da linha de base até o pico e o retorno da FCF para a linha de base, conforme pode-se observar as alterações iniciais nos intervalos partindo de 1 minuto e 4,5 minutos na Figura 13.

- Na 32a. semana de gestação e além, uma aceleração tem um ápice de 15 batimentos por minuto ou mais acima da linha de base, com uma duração de 15 segundos ou mais, em menos de 2 min.
- Antes de 32 semanas de gestação, uma aceleração tem um ápice de 10 batimentos por minuto ou mais acima da linha de base, com uma duração de 10 segundos ou mais, mas menos de 2 min.
- Aceleração prolongada dura 2 minutos e menos de 10 min.
- Se uma aceleração dura 10 minutos ou mais, podemos considerar que é uma alteração da linha de base (NICHD, 1997).

Acelerações da FCF podem ser periódicas, ou seja, que ocorre em relação a uma contração, ou transitórias, isto é sem associação com uma contração. Estas acelerações transitórias são geralmente em resposta ao movimento fetal.

Acelerações periódicas são aquelas associadas com as contrações uterinas e podem ser devido tanto à estimulação fetal ou por uma leve compressão da medula, ou a compressão da veia umbilical apenas.

Figura 13 - Aceleração



Fonte: autoria própria

As acelerações da FCF, com boa variabilidade (moderado), conforme pode ser visto na Figura 11, indicam muitas variações do batimento cardíaco fetal, atividades que estão intimamente associados a uma boa vitalidade de um feto bem oxigenado.

A presença de acelerações constitui a base do teste *nonstress* (NST). Um NST é dito reativo quando há pelo menos duas acelerações em um período de 20 minutos, juntamente com a variabilidade moderada e não há desacelerações (EASON et al., 2016).

#### D) Bradicardia

A alteração da linha de base da FCF inferior a 110 batimentos por minuto (NICHD, 1997) indica a existência de bradicardia. Bradicardia fetal é comumente associado com hipoxemia fetal, causada pela falta de oxigênio para o feto dentro do útero. No entanto, um certo número de causas deve ser considerado:

- A hipoxemia
- Drogas
- A hipertensão arterial materna
- Hipotermia
- Hipoglicemia materna
- Bradiarritmias Fetais
- Bloqueio cardíaco completo
- Bloqueio cardíaco congênital
- Compressão do cordão umbilical
- A embolia amniótica
- Variação normal

Tal como acontece com taquicardia fetal, a FCF bradicárdica deve ser analisada com a presença de alterações periódicas e variabilidade reduzida. Alguns fetos podem exibir uma FCF bradicárdica mas serem completamente normal. Considerando-se que faixa normal da FCF é de 110-160 bpm (NICHD, 1997), esta faixa também não representa todos os fetos normais. A probabilidade de que uma FCF na faixa de 100-110 bpm represente uma FCF normal aumenta quando o feto e o sistema nervoso amadurecem (EASON et al., 2016).

#### **E) Desaceleração precoce**

A desaceleração ocorre em associação com a UC, sendo visualmente aparente e gradual (início de nadir ou vale de 30 segundos ou mais). A diminuição da FCF ocorre com o aumento da UC e o retorno à linha de base ocorre com a diminuição da UC.

O *nadir* de desaceleração ocorre ao mesmo tempo que o pico da contração (NICHD, 1997) e o retorno à linha de base ocorre com a diminuição da UC.

Uma desaceleração precoce e uma desaceleração tardia podem aparecer visualmente idênticas. Ambas são suaves e curvilíneas e parecem ser uma imagem de espelho da contração. A distinção entre as duas é baseada no relacionamento da aceleração da UC e simultaneamente

com a desaceleração da FCF, e a desaceleração da UC e simultaneamente com a aceleração da FCF. Desacelerações precoces são um achado benigno causada por uma resposta vaso-vagal, como resultado da compressão da cabeça fetal pela contração.

A pressão sobre o crânio do feto altera o fluxo sanguíneo cerebral. A frequência cardíaca é reduzida gradualmente, como a pressão da contração se intensifica a FCF reduz-se ainda mais, e a desaceleração gradual ocorre com a pressão. Este padrão é geralmente limitado à fase ativa do trabalho de parto (EASON et al., 2016).

#### **F) Desaceleração tardia**

Em associação com a UC, visualmente aparente gradual (início de nadir de 30 segundos ou mais), ocorre a diminuição da FCF com um tempo de atraso em relação ao pico da UC, e com retorno à linha de base com atraso após a diminuição da UC. O nadir e a recuperação da desaceleração ocorrem com atraso após o início do pico e final da contração (NICHD, 1997).

Embora desacelerações tardias compartilhem a mesma forma morfológica como desacelerações precoces, elas tendem a aparecer mais tarde ou com atraso, após o início e nadir da contração.

#### **G) Taquicardia**

A alteração da linha de base da FCF maior que 160 batimentos por minuto (NICHD, 1997) indica a ocorrência de taquicardia no produto fetal. Existem várias causas de taquicardia fetal que devem ser considerados, incluindo:

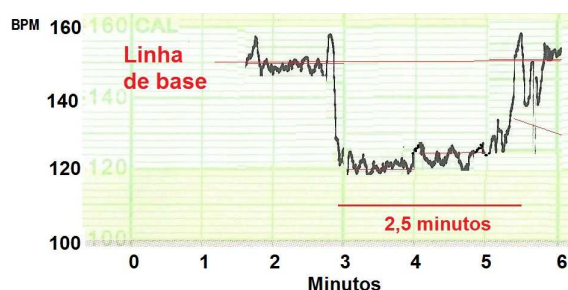
- A febre materna
- Corioamnionite
- Sepses Fetal
- Drogas (Atropina, Vistaril, fenotiazinas, beta-simpaticomiméticos)
- Hipoxemia fetal
- Taquiarritmias
- Insuficiência cardíaca fetal
- Anemia fetal grave ou hidropisia fetal
- Hipertireoidismo materno

#### **H) Desaceleração prolongada**

A desaceleração prolongada pode se dar em vista da diminuição visualmente aparente na FCF abaixo da linha de base. A desaceleração é de 15 batimentos por minuto ou mais, com duração de 2 minutos ou mais, mas menos de 10 minutos do início para voltar à linha de base (NICHD, 1997).

Desacelerações prolongadas podem ser causadas por qualquer mecanismo que normalmente pode levar a desacelerações periódicas ou transitórias, mas o retorno à linha de base é adiada por causa do estímulo ou mecanismo que causou a desaceleração. Pode-se observar na Figura 14 uma desaceleração de 2,5 minutos abaixo da linha de base da FCF. Isso muitas vezes é associado com hipóxia.

Figura 14 - Desaceleração prolongada



Fonte: autoria própria

Mecanismos que são menos propensos a se resolver espontaneamente, são mais propensos a serem associadas a desacelerações prolongadas, como a compressão da medula, hipotensão profunda materna ou hipoxemia, contrações uterinas tetânicas ou compressão de cabeça prolongada associada com a segunda etapa do trabalho.

A FCF acima de 100 batimentos/min, com boa variabilidade, é tolerável, mas uma desaceleração prolongada abaixo de 100 batimentos/min exige esforços imediatos na resolução e uma queda abaixo de 60 batimentos/min torna-se uma emergência obstétrica, uma vez que é quase sempre associada com hipóxia fetal (EASON et al., 2016).

### I) Desaceleração variável

São características da desaceleração variável:

- Uma abrupta desaceleração da FCF (início a nadir inferior a 30 segundos), pode ser facilmente visualizada a diminuição da FCF abaixo da linha de base.
- A diminuição da frequência cardíaca fetal de 15 bpm ou mais, com uma duração de 15 segundos ou mais, com menos de 2 minutos de duração (NICHD, 1997).

As desacelerações variáveis aparecem com características diferentes das desacelerações precoces ou tardias. Elas são caracterizadas por uma queda súbita, abrupta, da FCF, juntamente com um retorno à linha de base de forma semelhante abrupta. O formato da desaceleração varia amplamente, e pode aparecer como um V, U, M ou W.

Elas podem ser periódica ou transitórias. Muitas vezes, há pequenas acelerações imediatamente antes e imediatamente após a desaceleração. Estas acelerações associados são muitas vezes referidas como os "ombros", por ser semelhante aos ombros.

O mecanismo clássico descrito como sendo a causa de desacelerações variáveis é a compressão do cordão umbilical. A compressão da medula resultará inicialmente em ligeira oclusão da veia do cordão umbilical, que é maior do que as artérias e menos rígida. Isso resulta numa diminuição do retorno do sangue venoso, resultando em taquicardia como reflexo para manter o débito cardíaco, explicando o aumento inicial da frequência cardíaca ("ombro") que antecede a desaceleração.

Desacelerações variáveis são classificadas como graves quando sua duração for maior que 60 segundos, ou se a FCF cair abaixo de 70 bpm, ou se ocorrer uma queda de 60 bpm abaixo da linha de base. Embora a compressão do cordão umbilical seja tipicamente responsável por este padrão na primeira fase do trabalho de parto, ele também pode resultar da compressão da cabeça durante a segunda fase do trabalho de parto.

As desacelerações variáveis na presença de variabilidade da FCF normal não são analisadas para representar a hipóxia, mas desacelerações variáveis graves repetitivas com a variabilidade da FCF diminuída ou ausente podem indicar hipóxia (EASON et al., 2016).

## 2.4 Variabilidade de Curto Prazo - VCP

Ressaltando que as causas e os mecanismos da má oxigenação fetal são de origens diversas, este estudo tem como objetivo apresentar mais um método de avaliação do bem-estar fetal, assim como a CTGC tem o propósito de enriquecer o arsenal propedêutico para rastrear fetos que possam estar mal oxigenados (GARCIA, 2006), sem a pretensão de posicioná-la como método preferencial ou definitivo, mas sim o de contribuir para o desenvolvimento de mais um método que se torne valioso para permitir que o produto de uma concepção atinja seu potencial máximo durante a sua existência.

O trabalho busca resultados da análise da variável VCP na avaliação da vitalidade fetal, cujo valor é mensurado pela diferença das médias de intervalos de pulso, expressas em milissegundos, calculadas em períodos (janelamento) de 3,75 segundos, ou seja, 1/16 de minuto para todos os minutos válidos do traçado (DAWES; REDMAN, 1995). A VCP é determinada pelo cálculo da diferença entre a média dos períodos da janela de 3,75 segundos e a média dos períodos da

janela de 3,75 segundos anterior.

O valor obtido no cálculo da VCP correlaciona-se com acidose metabólica fetal e morte intra-uterina (DAWES et al., 1991; DAWES; HENSON; REDMAN, 1984; DAWES; MOULDEN; REDMAN, 1992; DAWES; REDMAN, 1995).

Considerando-se os critérios de normalidade de Dawes e Redman, o objetivo do estudo foi o de avaliar individualmente um dos parâmetros, ou seja, a variação de curto prazo, que é estabelecida inicialmente após os primeiros 10 minutos de exame e consecutivamente a cada 2 minutos após essa primeira interpretação (DAWES; MOULDEN; REDMAN, 1996).

Os critérios de normalidade de Dawes e Redman são:

- A VCP (STV - *short-term variation*) deve ser superior ou igual a 3 milissegundos
- O nível da linha de base (FCF) deve estar entre 110 e 160 bpm
- Deve ocorrer no mínimo um episódio de alta variação
- Deve ocorrer no mínimo um movimento fetal (registrados pela mãe) ou 3 acelerações
- Não devem ocorrer desacelerações com mais de 20 "batimentos perdidos"

Existe também uma correlação significativa entre a VCP e a análise de acidemia no sangue do cordão umbilical ao nascimento e valores de VCP < 5,25 ms que foram significativamente capazes de prever acidemia fetal com pH < 7,20 ou seja, valores menores para a VCP < 5,25 ms foram capazes de prever pH < 7,20 na artéria umbilical ao nascimento considerando-se o limite para pré-acidose fetal (GARCIA, 2006).

A faixa de normalidade do pH na vida adulta é de 7,35 a 7,45, variando na vida fetal entre 7,30 e 7,35 (SALING, 1962). Assim, no feto, valores superiores a 7,25 são considerados normais e valores entre 7,20 e 7,25 são considerados pré-acidóticos (UMBILICAL..., 1996).

## 2.5 Interpretação dos padrões da FCF

A padronização dos sinais da FCF e gestão é altamente desejável, mas deve ser do tipo certo para alcançar o objetivo desejado (SHOLAPURKAR, 2014).

Para interpretação dos sinais da FCF um sistema de três níveis de categorização dos padrões de FCF é recomendado pela ACOG, como segue (INTRAPARTUM..., 2009; MACONES et al., 2008):

### 2.5.1 Categoria I

Categoria I do traçados da FCF incluem todos os seguintes elementos:

- FCFB: 110-160 bpm.
- Variabilidade da linha de base da FCF: moderado
- As desacelerações tardias ou variáveis: ausente
- Desacelerações precoces: presentes ou ausentes
- Acelerações: presente ou ausente

### 2.5.2 Categoria II

Traçados da Categoria II da FCF inclui todos os traçados da FCF não classificados como categoria I ou da categoria III . Traçados da Categoria II pode representar uma fração apreciável daquelas encontradas no atendimento clínico. Exemplos de Categoria II traçados da FCF inclui qualquer dos seguintes procedimentos:

Taxa da linha de base

- Bradicardia não acompanhada da variabilidade da linha de base ausente
- Taquicardia

Variabilidade da linha de base da FCF

- Variabilidade da linha de base mínima
- Variabilidade da linha de base ausentes não acompanhado por desacelerações recorrentes
- Variabilidade da linha de base marcada

Acelerações

- Ausência de acelerações induzidas após estimulação fetal

Desacelerações periódicas ou episódica

- Desacelerações variáveis recorrentes acompanhados por variabilidade mínima da linha de base ou moderada

- Desaceleração prolongada maior ou igual a 2 minutos mas maior que 10 minutos
- Desacelerações tardias recorrentes com variabilidade da linha de base moderada
- Desacelerações variáveis com outras características, tais como o lento retorno à linha de base, "overshoots", ou "ombros"

### 2.5.3 Categoria III

Traçados da Categoria III da FCF compreenderá:

- Variabilidade da FCFB ausente e qualquer das seguintes características:
  - Desacelerações finais recorrentes
  - Desacelerações variáveis recorrentes
  - Bradicardia
- Padrão sinusoidal

## 2.6 Aquisição, processamento e análise dos sinais

Nesta sessão serão tratadas as formas e conceitos para aquisição, processamento e análise do sinal, importante para o diagnóstico e monitoramento do bem estar fetal.

### 2.6.1 Aquisição dos sinais - Formato WAV

As aquisições dos sinais são realizadas utilizando gravação em um sistema computacional em formato WAV ou WAVE, que é um formato padrão de arquivo da *Microsoft* e *IBM* para armazenamento de áudio em computadores pessoais (OSTROVSKY; POTAPOV, 1999).

O editor de áudio utilizado para gravações poderá ser o Audacity, que pode gravar, reproduzir e importar/exportar sinais nos formatos suportados WAV, FLAC, AIFF, MP3 e OGG. Com este *software* é possível realizar edições, cortes, cópias e outros efeitos, inclusive a normalização do sinal da FCF captada.

O formato a ser utilizado WAV pode ser gravado sem nenhum tipo de compressão, apenas modulado por PCM (*Pulse Code Modulation*). O formato WAV modulado em PCM é utilizado como padrão para gravação de áudio em CD (*Compact Disc*) utilizando uma taxa de amostragem de 44.1 kHz e 16 bits por amostra.

A modulação PCM é um método que não aplica nenhum tipo de perda para o arquivo, portanto pode-se utilizar o formato WAV com a máxima qualidade do sinal, oferecendo facilidade para o processamento e manipulação por *softwares* e algoritmos.

## 2.6.2 Processamento Digital dos Sinais

Os sinais adquiridos para serem processados são analógicos. Dessa forma, é necessário a conversão destes sinais em um formato digital para processamento.

A técnica comumente utilizada para este processamento é a modulação por código de pulsos, comumente conhecido como PCM (*Pulse Code Modulation*). A técnica PCM foi patenteada por Alec Reeves em 1939, quando era engenheiro da ITT (*International Telephone and Telegraph Company*) na França.

A modulação PCM consiste basicamente de três operações distintas: *amostragem* do sinal, *quantização* do sinal amostrado e *codificação* do sinal quantizado. O sinal analógico da FCF é separado em intervalos de tempo regulares; em seguida é estabelecido um valor de referência para esta amostra; e o valor aproximado do sinal amostrado é codificado em uma sequência de bits (OWEN, 1982).

### A) Amostragem

Um sinal analógico e contínuo no tempo para ser processado são efetuadas amostras de acordo com o formato WAV, ou seja, com uma taxa de 44.1 kHz, isto é, são realizadas 44.100 amostras em um intervalo de um segundo. Alternativamente, as amostras dos sinais são realizadas a intervalos de tempo de 22,676 microssegundos.

### B) Teorema da Amostragem (Teorema de Nyquist)

O teorema que rege a modulação em sistemas pulsados é chamado de Teorema da Amostragem, cujo enunciado tem o seguinte teor:

"Um sinal limitado em faixa, sem qualquer componente espectral acima da frequência máxima ( $f_m$ ), fica perfeitamente caracterizado se amostras instantâneas de seus valores forem tomadas a intervalos de tempo ( $T_0$ ), que resultem uma frequência ( $f_0$ ) maior que 2 vezes a frequência máxima"(ALENCAR, 2011).

Utilizando uma portadora trem-de-pulsos ( $f_0$ ) com frequência de 44.1 kHz e o sinal gravado em formato WAV como modulante ( $f_m$ ) com frequência máxima de 20kHz, pode-se afirmar que a amostragem do sinal atende o teorema da amostragem:

$$f_0 \geq 2 \cdot f_m \quad (1)$$

### C) Quantização do sinal

A quantização é um processo na qual são atribuídos valores arredondados para as amostras dos sinais captados individualmente. A quantidade de níveis depende diretamente do número de bits da amostragem e os valores são arredondados para um nível de referência próximo. Portanto há um erro introduzido neste processo, que é conhecido como *erro de quantização* ou *ruído de quantização*, não podendo ser evitado, mas sim minimizado (ALENCAR, 2011).

### D) Codificação do sinal

A operação de codificação do sinal é realizada por meio da conversão do nível da quantização em valores binários a uma taxa de 16 bits, portanto para uma combinação de  $n$  bits existem  $2^n$  possíveis códigos (ALENCAR, 2011), tem-se, portanto, para cada amostra de sinal, 65356 códigos.

### E) Zero Crossing Rate - ZCR

O ZCR é a taxa de cruzamentos do sinal pelo zero, ou seja "o número de vezes que uma amostra do sinal, em que a amplitude da muda de polaridade"(BHARALI; KALITA, 2014; BUTT; JALIL; MALIK, 2013).

$$ZCR = \sum_{m=-\infty}^{\infty} |sng[x(m)] - sng[x(m-1)]|.w(n-m) \quad (2)$$

onde,

$$\begin{aligned} sng[x(n)] &= 1 \text{ if } x(n) \geq 0 \\ &= -1 \text{ if } x(n) < 0 \end{aligned}$$

e,

$$\begin{aligned} w(n) &= \frac{1}{2N} \text{ para } 0 \leq n \leq N-1 \\ &= 0 \text{ caso contrário} \end{aligned}$$

Sendo,

$x(m)$  - sinal amostrado da FCF

$w(n-m)$  - janela do sinal amostrado

$N$  - tamanho da janela

$n = 0, 1T, 2T, \dots$

$T$  - janela

### F) Energia de curto prazo

A energia de curto prazo permite calcular a quantidade de energia em um som em um intervalo específico de tempo, sendo definido na equação 3.

Para energia de curto prazo não existe um padrão a ser seguido, ao contrário das passagens por zero não existem valores padrão de energia de curto prazo para tamanhos de janela específicos. Energia de curto prazo é puramente dependente da energia do sinal, o qual muda em função da forma como o som foi gravado.

Por exemplo, se a voz de uma pessoa é gravada, pronunciando a mesma frase duas vezes, uma ao sussurrar e uma vez enquanto gritava, em seguida, os valores de energia de curto prazo vão ser muito diferentes, embora os valores zero crossing devem ser aproximadamente os mesmos. Isso significa que tem que inspecionar os arquivos de voz gravados para determinar em que nível deve-se fazer a distinção entre o discurso onde consta zona de silêncio e zona de sinal.

A energia de curto prazo permite calcular a quantidade de energia em um sinal a um instante específico de tempo (GREENWOOD; KINGHORN, 1999) e pode ser definida como:

$$E_n = \sum_{m=-\infty}^{\infty} (x(m) \cdot w(n-m))^2 \quad (3)$$

onde,

$x(m)$  - sinal amostrado da FCF

$w(n-m)$  - janela do sinal amostrado

O símbolo  $n$  representa a amostra que a janela está centrada (COOKE, 1999) (BUTT; JALIL; MALIK, 2013).

### G) Correlação

A correlação é uma operação matemática utilizada em diversas áreas de conhecimento. Ela mostra o grau de similaridade entre duas variáveis temporais ou espectrais. No processamento digital de sinais, para o cálculo da correlação, tem-se como entrada dois sinais discretos no tempo, e, como saída, um novo sinal é produzido. Este sinal é chamado de correlação, e tem relação com o grau de similaridade entre o dois sinais de entrada distintos, levando-se em conta possíveis deslocamentos no tempo (SORGATO, 2011).

A correlação é utilizada para detectar um sinal conhecido dentro de um outro sinal desconhecido. Analisando um sinal conhecido como sinal padrão, percorrendo o sinal a ser analisado pode-se identificar os sinais similares com o padrão e apresentar na saída como resposta um pulso quando houver a similaridade. Calculando-se a partir de cada pulso o período entre os pulsos determinando o período entre os pulsos (HAYKIN; VEEN, 2011).

Nas entradas, têm-se dois sinais, o sinal a ser processado e o sinal padrão. Como saída, tem-se um terceiro sinal, que é a correlação entre os dois sinais de entrada, onde houver a similaridade com o sinal padrão, o algoritmo devolve na saída como resposta um pulso, que pode ser descrito pela expressão:

$$y_n = \sum_k (h_k) \cdot (x_{n+k}) \quad (4)$$

Onde:

$y_n$  - correlação

$h_k$  - sinal padrão da FCF

$x_{n+k}$  - sinal da FCF sob análise

A amplitude de cada amostra do sinal de correlação é uma medida de quanto o sinal alvo está relacionado com o sinal desconhecido naquele instante. Isso significa que irá ocorrer um pico no sinal da correlação toda vez que o sinal alvo estiver presente no sinal desconhecido.

## H) Probabilidade

Utilizando-se das estatísticas de 1ª ordem para análise de sinais. Particularmente, pode-se utilizar dos seguintes conceitos:

**Variância:** dado um conjunto de dados, a variância, que foi uma das medidas usadas, constitui um descritor de dispersão que demonstra o quão distante cada valor desse conjunto está do valor central (médio). Quanto menor é a variância, mais próximos os valores estão da média; mas quanto maior ela é, mais os valores estão distantes da média.

Considere que  $x_1, x_2, \dots, x_n$  são os  $n$  elementos de uma amostra e que  $x$  é a média aritmética desses elementos. O cálculo da variância amostral ( $V_{amostral}$ ) é dado por:

$$V_{amostral} = \frac{(x_1 - x)^2 + (x_2 - x)^2 + (x_3 - x)^2 + \dots + (x_n - x)^2}{n - 1} \quad (5)$$

**Desvio Padrão:** o desvio padrão é capaz de identificar o "erro" em um conjunto de dados, caso se deseje substituir um dos valores coletados pela média aritmética. O desvio padrão aparece junto à média aritmética, informando o quão "confiável" é esse valor. Ele é apresentado da seguinte forma:

Média Aritmética ( $x$ )  $\pm$  Desvio Padrão ( $\sigma$ )

O cálculo do desvio padrão é feito a partir da raiz quadrada da variância positiva. Portanto:

$$\sigma = \sqrt{\text{Variância}} \quad (6)$$

Neste trabalho o modelo de distribuição de probabilidade normal foi utilizada para compor a análise dos sinais coletados da FCF para processamento da ZCR, energia de curto prazo e correlação.

### 3 EXPERIMENTOS REALIZADOS

Os experimentos realizados neste trabalho tem como objetivo a apresentação de mais um método para avaliação do bem-estar fetal, analisando os mecanismos causadores da má oxigenação fetal e acidemia.

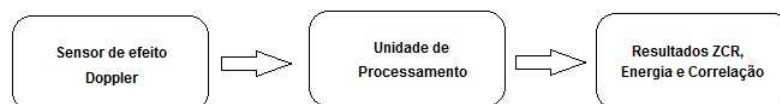
#### 3.1 Descrição do Sistema

O Sistema de Monitoramento e Análise da Variabilidade de Curto Prazo da Frequência Cardíaca Fetal tem como objetivo monitorar e analisar as condições fetais, processando os registros da FCF durante o anteparto e intraparto de gestações e alto risco e outras em geral determinando a VCP, que poderá ser realizado em hospitais, clínicas ou remotamente, considerando-se que os equipamentos e recursos são acessível a todos usuários, por se tratar de um sistema leve, portátil e de baixo custo. O método de aquisição do sinal é não invasivo, permitindo a detecção precoce da hipóxia fetal e acidemia nas gestações, determinando uma melhor avaliação do bem-estar fetal e maior sucesso gestacional.

##### 3.1.1 Sistema de Monitoramento e Análise da VCP da FCF

O sistema proposto para monitoramento e análise da VCP da FCF é composto por um sensor de efeito Doppler para coleta do sinal dos batimentos cardíaco fetal, acoplado a uma unidade para processamento do sinal da FCF utilizando-se de uma biblioteca para extração dos dados brutos do sinal e processamento dos algoritmos (ZCR ou energia de curto prazo ou correlação) do Apêndice B, e saída com os resultados do processamento, conforme apresentado no diagrama do sistema da Figura 15.

Figura 15 - Diagrama do sistema de monitoramento e análise da VCP da FCF



Fonte: autoria própria

### 3.1.1.1 Coleta dos sinais da FCF

O método de coleta deverá ser realizado por meio de um equipamento portátil com sensor de ultrassom de efeito Doppler fornecendo recursos para detecção da FCF mais precisa e objetiva,

O sinal coletado do áudio da FCF é em formato WAVE com uma taxa de 44.100 Hz e 16 bits por amostra composto por cabeçalhos, que deverá ser removido para obtenção dos dados brutos para processamento e análise do sinal.

### 3.1.1.2 Processamento do sinal da FCF

Para processamento do sinal coletado da FCF, é necessário que ocorra a extração dos cabeçalhos do sinal de áudio. Este processamento é realizado por meio de uma biblioteca com códigos para extração dos dados brutos dos sinais, que realizará a remoção dos cabeçalhos dos arquivos coletados.

#### a) Processamento dos dados brutos

Com os dados brutos dos arquivos da FCF coletados e processados, é possível realizar o processamento com os três algoritmos desenvolvidos: ZCR – taxa de cruzamento do sinal pelo zero, Energia de Curto Prazo e Correlação.

#### b) ZCR - *Zero Crossing Rate*

O processamento com o algoritmo ZCR é definida as taxas de cruzamentos do sinal pelo zero de cada amostra do sinal. Os resultados dos processamentos dos sinais coletados da FCF permite relacionar as características dos registros, avaliar e comparar com o exame cardiocardiográfico original.

#### c) Energia de Curto Prazo

O processamento com o algoritmo de energia de curto prazo, a energia é calculada a cada amostra do sinal e os resultados dos processamentos dos sinais coletados da FCF permitindo relacionar as características dos registros, avaliar e comparar com o exame cardiocardiográfico original.

#### d) Correlação

O processamento com o algoritmo de correlação, o processamento é executado por meio de um sinal conhecido como sinal padrão do batimento cardíaco fetal, percorrendo o sinal da FCF a ser analisado pode-se identificar os sinais similares com o padrão, e apresentar na saída como resposta um pulso quando houver a similaridade. Os resultados dos processamentos dos sinais coletados da FCF permite calcular o período entre cada batimento e relacionar as características dos registros, avaliar e comparar com o exame cardiocardiográfico original.

### e) Resultado

A saída do resultado dos registros da FCF e VCP processados pela unidade de processamento são emitidos automaticamente após a realização dos exames, poderão ser encaminhados via *email* ou mensagem eletrônica, poderá ser visualizado ou impresso para análise e acompanhamento do estado materno-fetal por meio dos relatórios e gráficos emitidos pelo sistema para os especialistas.

## 3.2 Experimentos realizados

Os experimentos realizados utilizando-se dos métodos ZCR, energia de curto prazo e correlação para a análise do sinal da FCF, tem como objetivo avaliar o desempenho isolado da variação de curto prazo (VCP) ou *Short-term variation (STV)*, estabelecendo um parâmetro numérico como sinalizador de acidemia fetal em gestantes com hipertensão arterial (GARCIA, 2006).

A coleta de dados do presente estudo foi realizado no Centro de Avaliação Materno Fetal – CAMF, localizado em São José do Rio Preto – SP. A coleta de dados foi realizada no período de setembro a novembro de 2015 em gestantes com idade gestacional acima de 30 semanas, sob recomendação médica para realização da cardiotocografia.

Um total de 25 gestantes foram estudadas e 8 foram excluídas devido às falhas ocorridas durante a gravação, todas gestantes foram selecionadas no CAMF seguindo-se os protocolos de conduta planejados para esta pesquisa.

Cada coleta de sinal tem um tamanho aproximado de 20 minutos de gravação de sinal da FCF, gerando um total 500 minutos de gravação que foram coletados à partir do sinal de áudio do cardiográfgrafo *Toitu Fetal Actocardiograph MT-350* mostrado na Figura 16 e posteriormente processado e analisados pelo sistema de monitoramento da VCP da FCF no Laboratório de Sistemas Eletrônicos, Digital e Imagem – SEDI, Departamento de Ciência da Computação e Estatística do Instituto de Biociências Letras e Ciências Exatas – Ibilce da Universidade Estadual Paulista – Unesp, Campus de São José do Rio Preto – SP.

Foram selecionadas gestantes com prescrição médica para realização da cardiotocografia.

As gestantes foram convidadas a participar da pesquisa e foram orientadas sobre o estudo e esclarecidas as dúvidas, assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido Livre e Esclarecido (Apêndice A) concordando com a sua inclusão.

Figura 16 - Equipamento Toitu Fetal Actiotocograph MT-350 utilizado para coleta dos sinais da FCF



Fonte: autoria própria

### **Critérios de inclusão**

Foram incluídas no estudo pacientes com:

1. Idade gestacional igual ou superior a 30 semanas;
2. Gestação única;
3. Feto com ausência de anomalias estruturais e cromossômicas;
4. Gestantes em condições de submeter-se ao exame cardiotocográfico;
5. Concordância por escrito, por meio do Termo de Consentimento Livre e esclarecido, em participar do estudo;

### **Critérios de exclusão**

Foram excluídas pacientes com:

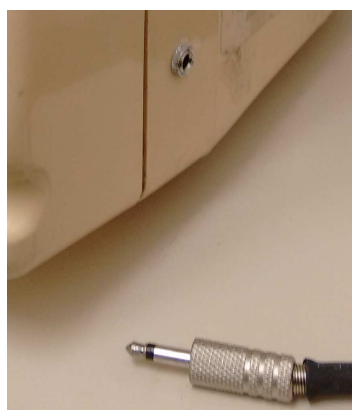
1. Menores de 18 anos de idade;
2. Impossibilidade de datação confiável da gestação;
3. Desconhecimento das condições do parto ou da gasometria;
4. Recusa da paciente em prosseguir no estudo;
5. Recém-nascido com anomalia estrutural ou cromossômica.

Para as avaliações o obstetra identifica a idade gestacional estimada pela data da última menstruação e/ou exame ecográfico realizado antes de 20 semanas.

### 3.2.1 Equipamentos, exames e técnicas

Foi utilizado o aparelho de cardiocografia da marca Toitu, *Toitu Fetal Actocardiograph MT-350*, para gravação do áudio. Neste equipamento foi instalado uma saída de áudio com um conector tipo P1 no chassis do equipamento para a captura de áudio por meio de um acoplamento ao alto-falante de áudio do cardiocógrafo, mostrado na Figura 17, possibilitando que o sinal dos batimentos cardíacos fetal fossem transferidos ao sistema de gravação de áudio. Para gravação de áudio utilizou-se um PC com o software Audacity configurado para aquisição do sinal de áudio em apenas um canal, em formato WAVE com uma taxa de 44.100 Hz e 16 bits por amostra.

Figura 17 - Adaptação da saída de áudio no equipamento Toitu



Fonte: autoria própria

Os exames cardiocográficos foram realizados seguindo-se a rotina do serviço para cardiocografia, ou seja, com a paciente deitada na posição conhecida como semi-Fowler, a duração do exame é de 20 minutos, para cada uma das gestantes selecionadas foram coletadas a gravação do áudio do sinal dos batimentos cardíacos fetal, o exame cardiocográfico, o laudo médico e o termo de consentimento, todos dados catalogados e armazenados para análise e processamento.

Antes da realização da cardiocografia a gestante é orientada para que esteja bem alimentada, para obtenção de melhores resultados, pois a alimentação provoca estímulo ao feto no momento da realização da cardiocografia. Ao final de 10 minutos do exame é observada a presença ou ausência de movimentos fetais, e quando não houver a presença de movimentação fetal é realizado um estímulo com a movimentação do feto manualmente, com objetivo de acordar fetos que poderiam estar em sono profundo (ARPAIA et al., 2005). Quando os critérios de normalidade de Dawes e Redman foram atingidos antes dos 20 minutos do exame, o exame e a gravação podem ser imediatamente interrompidos. Os critérios de normalidade de Dawes e Redman não foram considerados para todos os exames porque o objetivo do estudo foi

o de avaliar individualmente um dos parâmetros, ou seja, determinar a VCP por meio do algoritmo projetado para processamento do sinal da FCF, que deve ser considerado aos 10 minutos de exame e consecutivamente a cada dois minutos após essa primeira interpretação (DAWES; MOULDEN; REDMAN, 1992).

### **3.2.2 Aspectos éticos**

A presente pesquisa atendeu aos preceitos da Declaração de Helsinque e segue os termos preconizados pelo Conselho Nacional de Saúde (portaria 196/1996) para pesquisa com seres humanos. Todas as pacientes foram informadas sobre os objetivos da pesquisa, os exames a serem realizados e sua segurança e, após esclarecimento das dúvidas, assinaram o termo de consentimento informado.

O protocolo de estudo foi submetido e aprovado pela Comissão de Ética em Pesquisa – CEP da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista – Unesp, Campus de Presidente Prudente – SP, conforme cópias dos documentos do Comitê de Ética (CEP) documentados no Apêndice A.

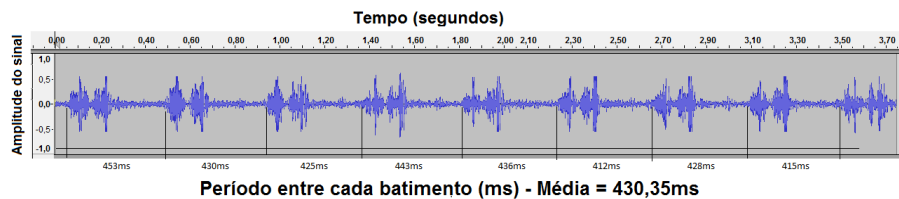
## **3.3 Abordagens Experimentais**

A série de 25 gravações de sinais da FCF gravados pelo CAMF em formato WAV com uma taxa de 44.100 Hz e 16 bits por amostras foram analisadas utilizando-se as técnicas de ZCR e Energia de Curto Prazo. Como metodologia para análise do sinal foram usados janelamentos de 25, 50 e 75% de sobreposição, aplicando-se os tamanhos das janelas de 128, 256, 512, 1024, 2048, 4096 e 8192 amostras, os processamentos obtidos para ZCR e Energia de Curto Prazo, cujo resultado com melhor acuracidade resultou na escolha da sobreposição do janelamento de 50% e tamanho de janela de 2048 amostras que apresentou melhores resultados comparados com as outras amostras analisadas que podem ser observadas no Apêndice C.

Adotando-se os critérios de Dawes (1995), utilizando-se de janelamento de 3,75 segundos, pode-se constatar, conforme a Figura 18, os padrões buscados. Observando-se uma amostra de 15 segundos do sinal, conforme pode ser observado na Figura 19, onde o sinal é dividido em tamanho de janelas de 3,75 segundos e sobreposição de 50% com taxa de amostragem de 2048 amostras, resultando em 7 janelas de 3,75 segundos.

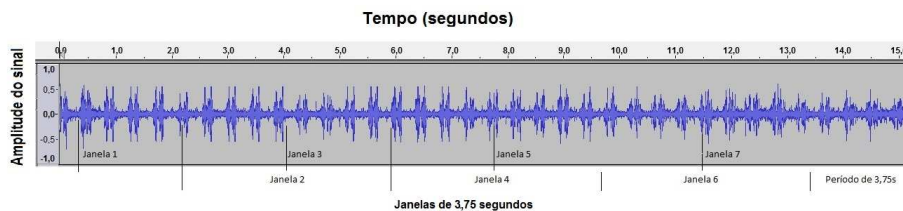
Utilizou-se um sinal padrão do batimento cardíaco fetal utilizado para a análise da FCF, conforme a Figura 20, e analisou-se inicialmente um sinal da FCF de 1,7 segundos, conforme a Figura 21 aplicando-se os métodos de ZCR e Energia de Curto Prazo, com seus resultados apresentados nas suas respectivas abordagens, pode-se constatar os resultados do processamento no Apêndice C.

Figura 18 - Amostra de uma janela de 3,75 segundos do sinal da FCF



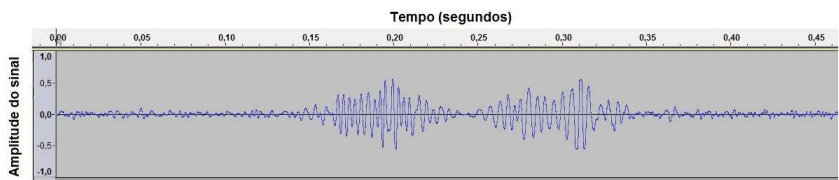
Fonte: autoria própria

Figura 19 - Amostra de 15 segundos do sinal da FCF com janelamentos de período de 3,75 segundos com sobreposição de 50%



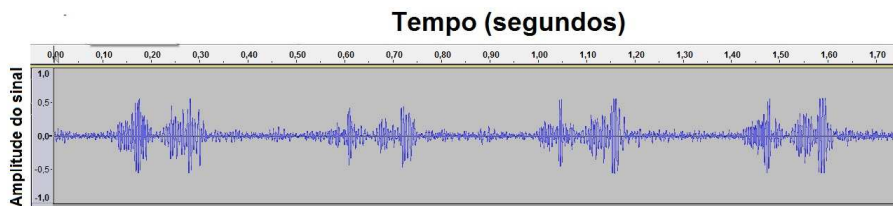
Fonte: autoria própria

Figura 20 - Sinal padrão do batimento cardíaco fetal utilizado para a análise da FCF



Fonte: autoria própria

Figura 21 - Sinal da FCF de 1,7 segundos de duração



Fonte: autoria própria

### 3.3.1 Abordagem 1: Dados Brutos

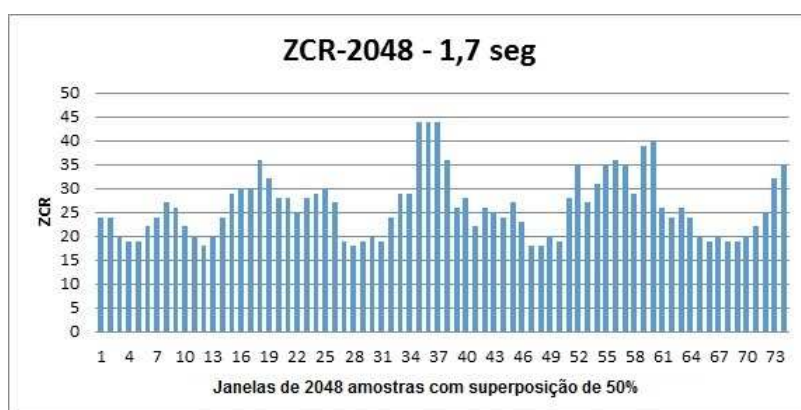
Os sinais coletados da FCF em formato WAVE são arquivos de imagem do tipo "Raster Image File Format-- RIFF, com taxa de amostragem de 44.100 Hz e 16 bits por amostra, os sinais são processados por meio de uma biblioteca com código para extração dos dados brutos dos sinais com a remoção os cabeçalhos dos arquivos, armazenando estes dados brutos em um vetor do sinal da FCF, esta biblioteca foi desenvolvida e disponibilizada pelo Prof. Dr. Rodrigo Capobianco Guido.

### 3.3.2 Abordagem 2: Técnica de Zero Crossing Rate - ZCR

A técnica de ZCR é taxa de cruzamentos do sinal pelo zero utilizada para análise da FCF consiste na somatória das mudanças da polaridade do sinal dentro de uma janela de 2048 amostras com 50% de sobreposição, o Algoritmo 1 do Apêndice B foi utilizado para processamento do sinal da FCF à partir da geração do vetor com os dados brutos segundo as definições de ZCR.

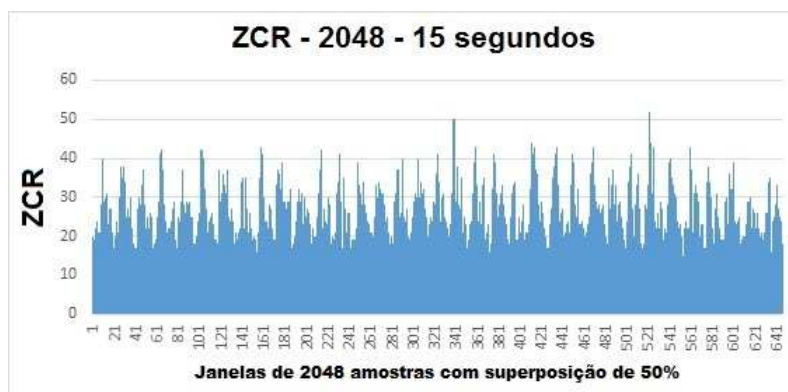
O resultado obtido da ZCR com o janelamento de 50% com 2048 amostras pode ser observado na Figura 22, onde a identificação do padrão da FCF utilizando-se os números de cruzamentos por zero não atingiu os resultados esperados, não apresentando acuracidade quanto à identificação do sinal padrão da FCF para o cálculo do período entre os batimentos cardíacos fetais comparadas com o sinal da FCF de 1,7 segundos de duração mostrado na Figura 21 e no Apêndice C, notando-se o mesmo efeito no sinal de 15 segundos da FCF processado como pode ser observado na Figura 23.

Figura 22 - Resultado do ZCR do sinal da FCF de 1,7 segundos de duração



Fonte: autoria própria

Figura 23 - Resultado do ZCR do sinal da FCF de 15 segundos de duração



Fonte: autoria própria

### 3.3.3 Abordagem 3: Técnica de Energia de Curto Prazo

A mesma série de sinais da FCF utilizados na análise de ZCR foi analisada com a técnica de energia de curto prazo, aplicando-se os mesmos métodos de janelamentos e número de amostras utilizados na abordagem anterior. As análises obtidas com o janelamento de 50% com 2048 amostras também forneceram melhores resultados quanto à identificação dos sinais da FCF em comparação a abordagem anterior utilizando ZCR, o algoritmo do Apêndice B foi utilizado para processamento do sinal da FCF a partir da geração do vetor com os dados brutos segundo as definições de energia de curto prazo.

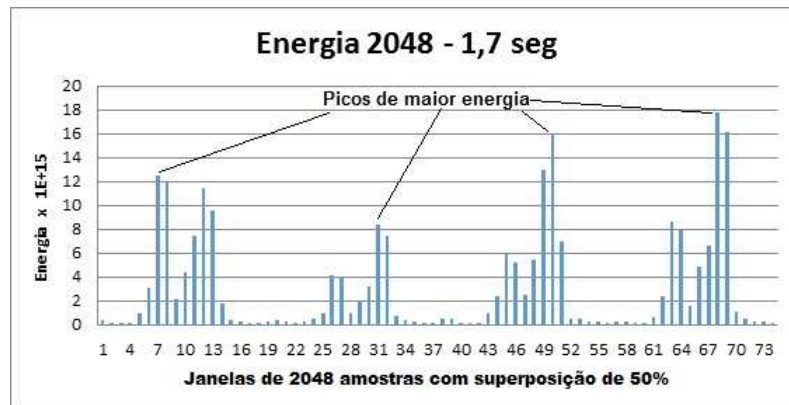
Observando-se os resultados do processamento da energia de curto prazo da gravação do sinal da FCF de 1,7 segundos referente à Figura 21, conforme mostrado na Figura 24 e no Apêndice C, nota-se que os picos de maior energia indicam os batimentos cardíacos fetais. Dessa forma, poderia-se calcular o tempo entre cada batimento cardíaco fetal, e assim calculando-se a média de cada janelamento de 3,75 segundos, considerando que o deslocamento do janelamento é 50% do intervalo de 3,75 segundos.

Nota-se que os picos de maior energia são localizados em pontos diferentes do sinal padrão, portanto o cálculo do período entre diversos batimentos cardíacos fetais não poderão ser considerados precisos, pois a cada instante o pico de maior energia está em uma posição diferente referente ao sinal padrão da FCF representado pela Figura 20.

Na Figura 24 observa-se que se os picos de energia para determinação do cálculo do período entre batimentos o resultado não apresenta um bom resultado, pois em determinado batimento o pico está sendo indicado no início do pulso, e em outro do batimento cardíaco o pico está sendo indicado no final do batimento, comprometendo o cálculo do período dos batimentos cardíacos fetais, notando-se o mesmo efeito no sinal de 15 segundos da FCF processado, conforme pode

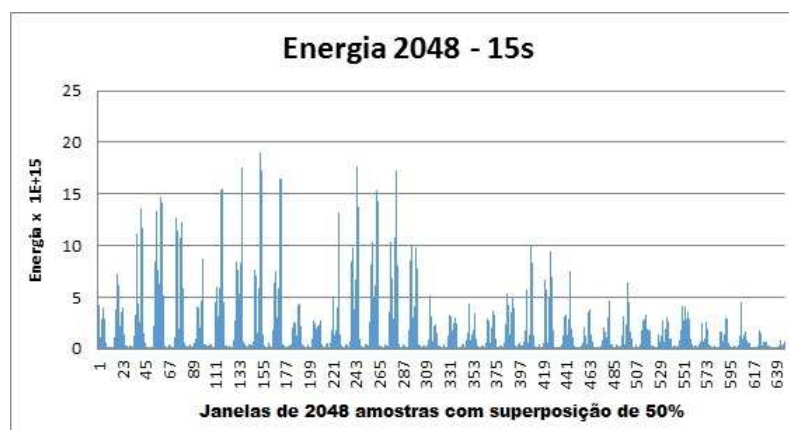
ser observado na Figura 25.

Figura 24 - Resultado da energia de curto prazo do sinal da FCF de 1,7 segundos de duração



Fonte: autoria própria

Figura 25 - Resultado da energia da FCF de 15 segundos de duração



Fonte: autoria própria

Como o objetivo deste estudo é o cálculo da VCP, determinado pela média dos períodos dos batimentos cardíacos fetais no período de 3,75 segundos (DAWES; REDMAN, 1995), o reconhecimento do pulso poderia ser considerado no pico máximo da energia de cada batimento cardíaco fetal facilmente detectado utilizando-se o algoritmo das energias.

O cálculo da VCP é obtido da diferença das médias de cada janelamento, ou seja, a análise do traçado cardiocardiográfico é efetuado em janelas de 3,75 segundos, consistindo no estudo da VCP que corresponde ao cálculo das diferenças das médias dos valores da FCF de janelas adjacentes (DAWES et al., 1991; DAWES, HOUGHTON, REDMAN, 1982; DAWES, GEIJN,

1985a; DAWES, GEIJN, 1985b; DAWES, MOULDEN, REDMAN, 1990; MANTEL et al., 1991; RIBBERT, FINDLER, VISSER, 1991).

### **3.3.4 Abordagem 4: Técnica de *Correlação***

Como os resultados anteriores utilizando ZCR e energia de curto prazo não apresentaram resultados para determinação correta do período entre um pulso e outro do batimento cardíaco fetal, comprometendo o cálculo do período entre um pulso e outro, e conseqüentemente o cálculo da VCP, a mesma série de sinais da FCF utilizados na análise de ZCR e energia de curto prazo foram novamente comparados com o processamento utilizando a técnica correlação, aplicando-se os mesmos métodos de janelamentos e número de amostras utilizados na abordagem anterior.

Utilizando-se do vetor com os dados brutos aplicando-se as mesmas análises obtidas com o janelamento de 50% com 2048 amostras, que apresentou melhores resultados quanto à identificação dos períodos entre os batimentos dos sinais da FCF nas técnicas de ZCR e energia de curto prazo, aplicando-se portanto este mesmo processo de janelamento e amostras para determinação da correlação entre o sinal padrão da FCF e os sinais dos batimentos cardíacos fetais.

Pode-se observar na Figura 26 o resultado da correlação do sinal padrão do batimento cardíaco fetal com o sinal da FCF gravados. Durante a análise do sinal da FCF quando é encontrado um sinal idêntico ao padrão do batimento cardíaco fetal o algoritmo gera um pulso, e a cada pulso gerado representa que o algoritmo encontrou um sinal com correlação ao sinal padrão do batimento cardíaco fetal com o sinal em análise, o algoritmo 3 do Apêndice B foi utilizado para processamento do sinal da FCF com geração dos vetores da FCF e da VCP.

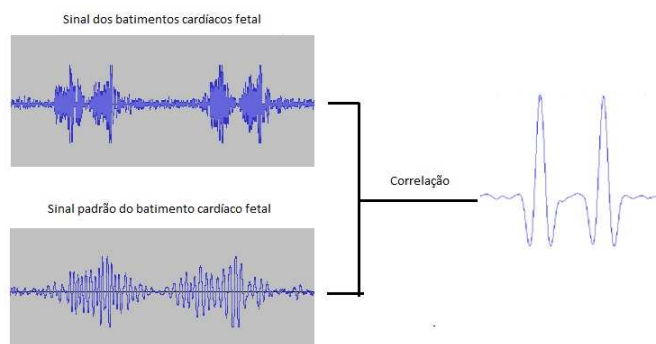
Portanto no pico de cada pulso gerado pode-se iniciar a contagem de tempo do período entre cada batimento com maior precisão para determinação do cálculo da diferença média dos períodos das janelas de 3,75 segundos e a média dos períodos da janela de 3,75 segundos anterior, considerando os critérios de Dawes e Redman (DAWES; REDMAN, 1995).

Como ilustrado na Figura 26, os dois picos no sinal de saída representam as duas ocorrências do sinal padrão no sinal da FCF, desta forma é possível calcular o período de cada batimento cardíaco fetal, ou seja, a duração em milissegundos entre o primeiro e o segundo pico do sinal de saída.

Processando-se um sinal de 15 segundos da FCF tem-se como resultado da média dos períodos de cada janelamento a FCF neste intervalo de tempo observado na Figura 27 com a aplicação da correlação, conseguindo-se calcular a média dos períodos de cada janelamento de 3,75 segundos com sobreposição de 50% entre cada janelas, alcançando-se melhores resultados, cujo resultado da primeira janela é de 434,68 ms, e o valor calculado manualmente como visto

anteriormente na Figura 18, onde a média do período apontou um valor de 425,635 ms.

Figura 26 - Correlação do sinal padrão do batimento cardíaco fetal com o sinal da FCF gravados



Fonte: autoria própria

Observando-se a Figura 19 dos 15 segundos do sinal da FCF, obteve-se 7 janelas com as suas respectivas médias dos períodos relacionados na Tabela 1, nota-se que os valores da VCP com exceção da primeira amostra, apresentaram resultados abaixo de 5,25 ms para as primeiras análises da vitalidade fetal considerando-se que para uma VCP < 5,25 ms poderia-se prever acidemia com  $\text{pH} < 7,20$  (GARCIA, 2006).

Figura 27 - Resultado da média dos períodos de cada janelamento de um sinal de 15 segundos



Fonte: autoria própria

Analisando-se a VCP do sinal da FCF de 15 segundos, observado na Figura 28 média calculada das VCP neste períodos foi de 3,67 ms e FCFB de 140,97 bpm, atendendo os critérios de normalidade de Dawes e Redman com VCP > 3 ms e linha de base posicionada entre 110 e 160 bpm, de acordo com os critérios de Garcia com resultado da VCP < 5,25 ms, pode-se prever acidemia com  $\text{pH} < 7,2$ . No processamento no intervalo dos primeiros 60 segundos, o resultado mostrado na Figura 29 com valor médio da VCP de 12,02 ms, alterando desta forma o valor da análise da VCP > 5,25, pode-se então prever acidemia-base com  $\text{pH} > 7,2$ .

Para melhor entendimento dos resultados da VCP segundo Dawes e Redman, é recomendado que seja estabelecido inicialmente após os primeiros 10 minutos de exame e consecutivamente a cada 2 minutos após essa primeira interpretação (DAWES; MOULDEN; REDMAN, 1996), considerando-se os 60 segundos podemos nos tranquilizar quanto ao diagnóstico da condição desta gestante.

Tabela 1 - Resultado da média dos períodos de cada janelamento dos primeiros 15 segundos e respectiva VCP

Janela	Período (ms)	VCP (ms)
1	434,687	-
2	426,175	8,50988
3	422,521	3,65673
4	421,801	0,71968
5	426,920	5,11877
6	424,412	2,50782
7	422,929	1,48310

Fonte: autoria própria

Figura 28 - Resultado da VCP do período do sinal da FCF de 15 segundos

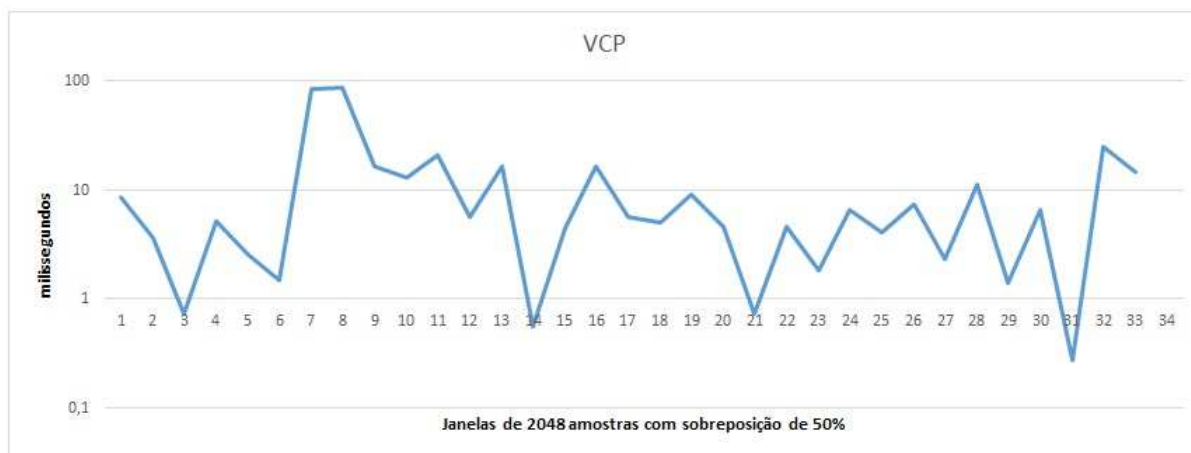


Fonte: autoria própria

Analisando-se os batimentos cardíacos fetais, os resultados obtidos por meio do processamento utilizando-se ZCR, Energia de Curto Prazo e Correlação, com os algoritmos de ZCR e Energia de Curto Prazo não apresentaram bons resultados, a abordagem utilizando correlação para a análise da VCP apresentou melhores resultados para o cálculo dos períodos e as respectivas médias de cada janela, possibilitando o cálculo da diferença da média da janela anterior e

posterior, resultando na VCP.

Figura 29 - Resultado da VCP médio de 12,02 ms no período de 60 segundos do sinal da FCF



Fonte: autoria própria

Como o objetivo é o cálculo da VCP os métodos de ZCR e Energia de Curto Prazo para reconhecimento dos sinais semelhantes ao sinal padrão da Figura 20, não foram suficientes para determinar corretamente o período entre cada batimento cardíaco fetal, o que tornou necessário a utilização de outro algoritmo, nesse caso a correlação, para cálculo do período entre os batimentos cardíacos fetais mostrou-se mais eficaz com os resultados obtidos.

Utilizando-se do algoritmo da correlação tornou possível calcular o período entre os batimentos cardíacos fetais. Com o algoritmo da correlação notou-se, que os períodos calculados foram similares aos observados na Figura 20. E os pulsos gerados como saída pela correlação, à partir da similaridade dos sinais padrão do batimento cardíaco fetal e da FCF conforme observado na Figura 19, possibilitou que o algoritmo devolvesse como resposta um pulso resultando em melhores respostas para determinação do cálculo da média dos períodos da FCF, possibilitando o cálculo da VCP do sinal da FCF sob análise.

### 3.4 Análise do algoritmo com sinais gerados para simulação

Foram geradas gravações de sinais utilizando-se o sinal padrão que pode ser visualizado na Figura 20, aplicando-se valores de períodos considerados sinusoidais e com total ausência de variabilidade, estes sinais nas suas características são considerados casos patológicos críticos, os resultados dos processamentos dos sinais são apresentado a seguir.

### 3.4.1 Sinal com ausência de variabilidade

Para simulação de um sinal com ausência de variabilidade foi gerado um sinal utilizando-se o sinal padrão com uma FCFB de 136 bpm com variação de mais ou menos 1,5 bpm, que pode ser observado na Figura 30, possibilitando desta forma obter um sinal com as características necessárias para que o sistema reconheça baixas variabilidades durante o período da simulação do exame de 20 minutos.

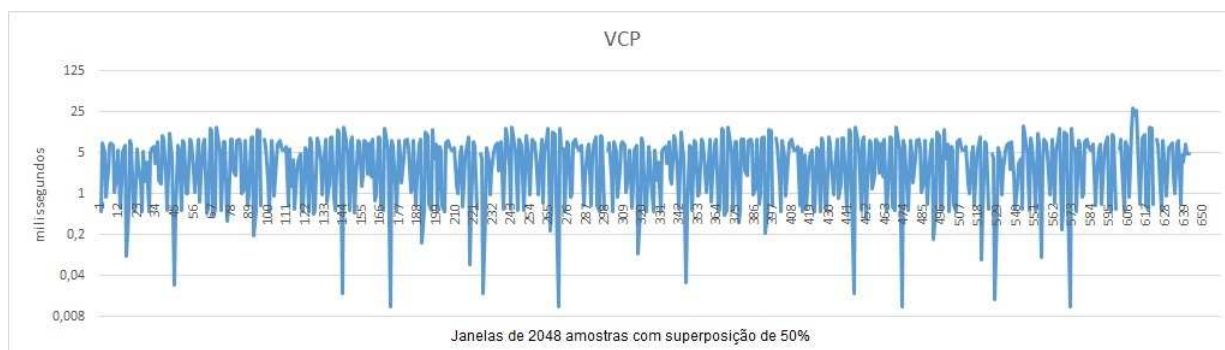
Figura 30 - Resultado do processamento da FCF com média de 136 bpm



Fonte: autoria própria

O resultado médio da VCP de 4,67 ms aponta para acidose do exemplo do sinal com ausência de variabilidade utilizando o processamento com o algoritmo da correlação, pode ser observado na Figura 31 que para valores de VCP < 5,25 ms pode se afirmar que o valor da acidez é de  $\text{pH} < 7,2$ , predizendo desta forma um estado crítico do feto, classificando como um traçado de Categoria III (MACONES et al., 2008) que indicaria ser necessário procedimentos de urgência com indicação de cesariana.

Figura 31 - Resultado do processamento da VCP com média de 4,67 ms

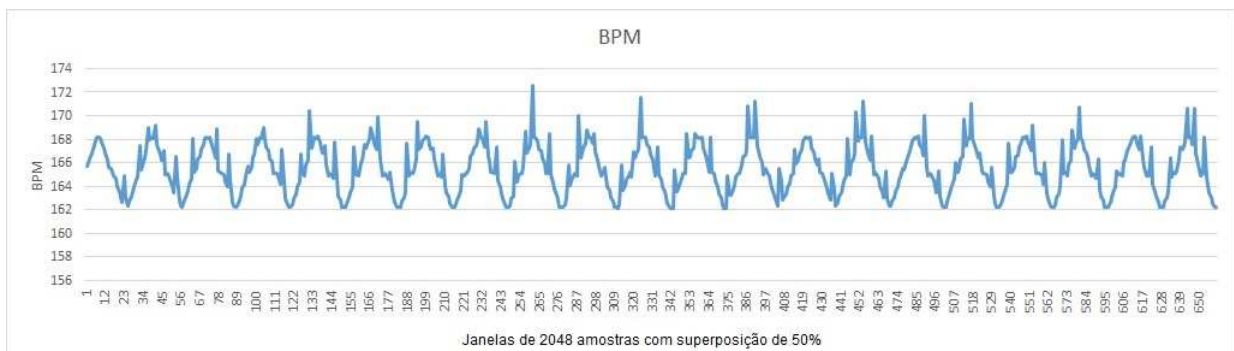


Fonte: autoria própria

### 3.4.2 Sinal senoidal ou sinusoidal

Para simulação de um sinal senoidal foi gerado um sinal com uma FCFB de 165 bpm com variação de mais ou menos 3 bpm com características de uma senóide com período de 3,75 segundos, como pode ser observado na Figura 32, possibilitando desta forma obter um sinal com as características senoidais necessárias para que o sistema reconheça baixas variabilidades durante o período do exame de 20 minutos.

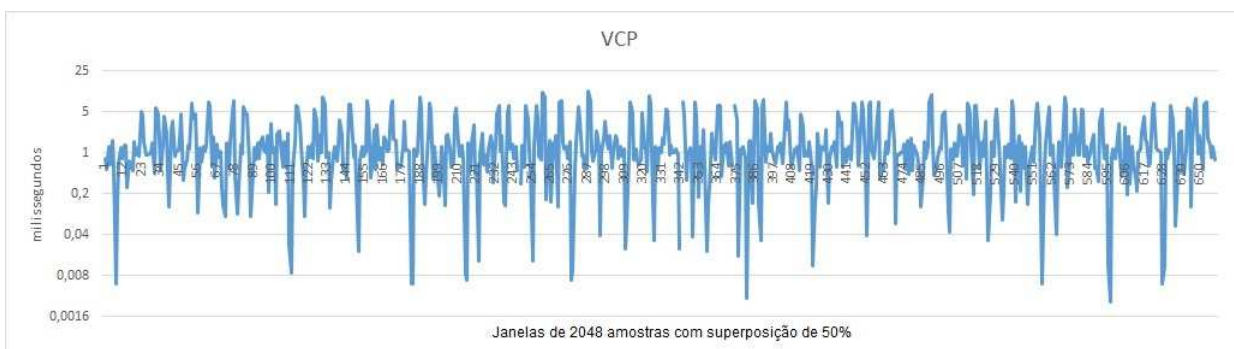
Figura 32 - Resultado do processamento da FCF com média de 165 bpm



Fonte: autoria própria

O resultado médio da VCP é de 1,10 ms gerado pelo algoritmo da correlação do sinal sinusoidal, como pode ser observado na Figura 33 que indicou que a FCFB está acima de 160 bpm o que significa que o feto apresenta um estado de taquicardia, e com valores de VCP < 5,25 ms predizendo acidemia com pH < 7,2 (GARCIA, 2006), indicando desta forma um estado crítico do feto, a característica do traçado aponta para Categoria III (MACONES et al., 2008) que indicaria ser necessário procedimentos de urgência com indicação de cesariana.

Figura 33 - Resultado do processamento da VCP com média de 1,10 ms



Fonte: autoria própria

## 3.5 Resultados de exames clínicos

As gravações dos exames realizados junto às 25 gestantes, foram processados 17 gravações utilizando-se do algoritmo de correlação, e analisando-se os resultados pode-se constatar que os gráficos dos batimentos cardíacos fetais eram semelhantes aos gráficos gerados pelo cardiotoco Toitu, os resultados gráficos gerados pelo algoritmo da correção apresentando a FCF e VCP foram avaliados por um especialistas em cardiotocografia, as outras 8 gravações foram descartadas por falhas na gravação do sinal de áudio.

A análise das 17 gestantes cujas gravações dos sinais poderiam ser estudados, seus respectivos gráficos foram entregues aos especialistas e seus laudos foram elaborados, onde constataram que 16 gestantes apresentaram condições normais quanto à oxigenação fetal devido à variabilidade de longo prazo visualizado no gráfico da FCF e  $VCP > 5,25$  ms indicando acidose-base com  $pH > 7,2$  e uma gestante apresentou estado patológico anormal quanto à taquicardia por meio da visualização do gráfico da FCF e  $VCP < 5,25$  ms indicando acidose com  $pH < 7,2$  por meio da análise do gráfico da VCP, apresentando correlação com os resultados dos processamentos e análise dos especialistas, estes casos serão analisados a seguir.

### 3.5.1 Resultados dos exames com gestações normais

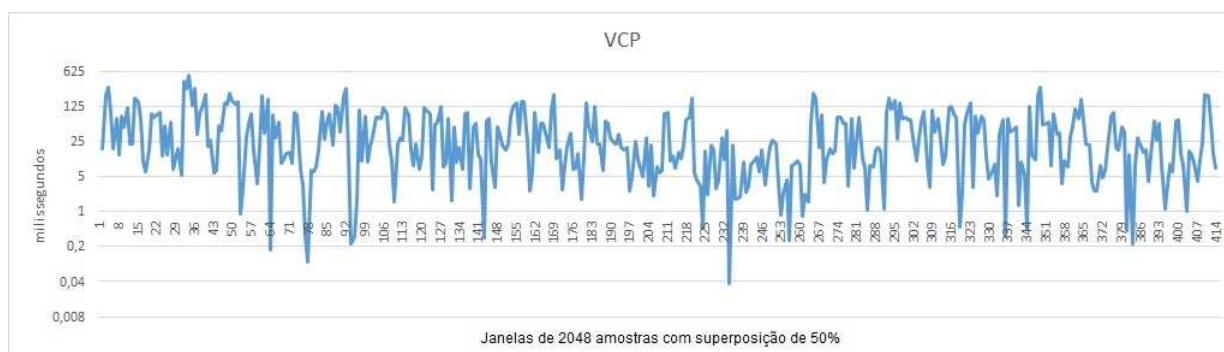
Analisando-se as atividades cardíacas fetais da Gestante A, observa-se na Figura 34 que a média da FCF é de 133,52 bpm e na Figura 35 que a média da VCP é de 48,70 ms, considerando-se os critérios de normalidade de Dawes e Redman, pode-se considerar que o feto apresenta boa vitalidade fetal, o que significa que não apresenta riscos preditivos pois apresentam boa variabilidade de longo prazo com acelerações e desacelerações, sua linha de base está entre 110 e 160 bpm, e quanto à análise da acidemia, pode-se considerar que apresenta acidemia-base considerando-se os critérios de Garcia com  $VCP > 5,25$  ms ou seja com  $pH > 7,2$ , constatando-se desta forma a boa vitalidade fetal.

Figura 34 - Gestante A - Processamento da FCF com média de 133,52 bpm



Fonte: autoria própria

Figura 35 - Gestante A - Processamento da VCP com média de 48,70 ms



Fonte: autoria própria

Tabela 2 - Resultados da FCFB e VCP do processamento dos sinais das gestantes A a P

Gestante	FCFB (bpm)	Média da VCP (ms)
A	133,52	48,70
B	126,22	49,37
C	144,70	14,68
D	110,98	85,09
E	116,69	97,36
F	120,96	78,67
G	133,52	48,70
H	128,85	53,63
I	124,96	54,98
J	127,93	16,18
K	139,57	22,35
L	135,64	34,66
M	134,03	51,52
N	127,11	66,19
O	134,06	26,70
P	117,70	68,48

Fonte: autoria própria

Os demais resultados das Gestantes A a P analisados que sugerem gestações normais e podem ser observados nos seus respectivos cardiogramas, gráficos da FCF e VCP das gestantes

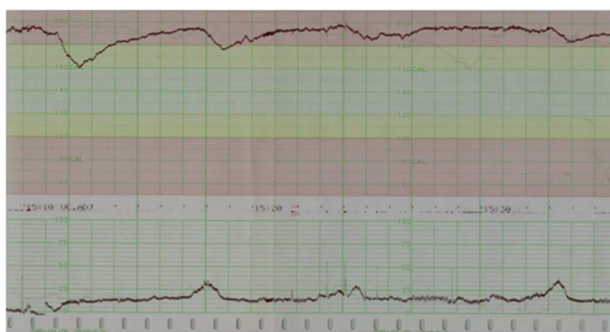
analisadas conforme figuras constantes no Apendice D, e a análise dos resultados dos exames apresentados na Tabela 2 de acordo com os critérios normalidade de Dawes e Redman, apresentaram VCP > 3 ms, níveis da linha de base entre 110 e 160 bpm, episódios de alta variabilidade e diversas movimentações fetais ou acelerações, e utilizando-se os critérios de Garcia, as VCP > 5,25 ms poderiam ser consideradas com acidemia-base com pH > 7,2.

A análise da correlação entre a VCP e a acidemia sanguínea do feto, os resultados dos exames apresentado na Tabela 2, indicaram valores da VCP > 5,25 ms (GARCIA, 2006), capaz de prever acidemia com pH > 7,2 (valores normais de acidemia), portanto estes valores da FCFB e VCP indicam boa vitalidade fetal, predizendo um traçado de Categoria I (MACONES et al., 2008).

### 3.5.2 Resultado do exame com gestação de alto risco

Pode-se observar que as atividades da FCF do cardiotocograma apresentado na Figura 37 indicam que o feto apresenta taquicardia fetal, com batimentos cardíacos fetais de 188,19 bpm, o exame cardiotocográfico observado na Figura 36 pode-se constatar em uma análise visual que a FCF está acima de 160 bpm, constatando-se a taquicardia, baixas atividades de acelerações, desaceleração prolongada maior ou igual a 2 minutos mas maior que 10 minutos e desacelerações tardias recorrentes com variabilidade da linha de base moderada, os resultados semelhantes quanto à atividade da FCF utilizando-se o processamento com o algoritmo de correlação como pode ser observado na Figura 37 apresentaram as mesmas características da Figura 36 e na Figura 38 pode ser observado o resultado da VCP < 5,25 ms, de acordo com Garcia (2006) a VCP com média de 1,07 ms indica acidose com pH < 7,2.

Figura 36 - Exame cardiotocográfico constatando anormalidades na análise visual



Fonte: autoria própria

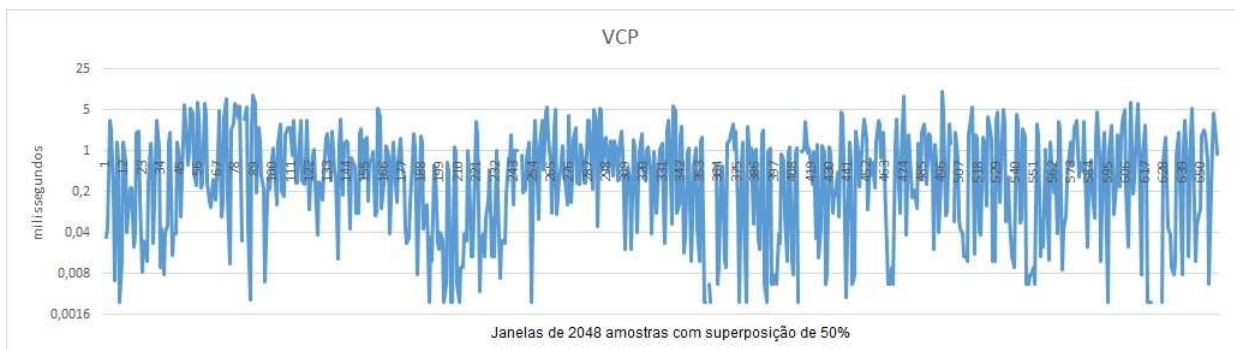
Figura 37 - Resultado do processamento da FCF com média de 188,19 bpm



Fonte: autoria própria

Os resultados da baixa variabilidade de longo prazo apresentado na Figura 38, com ausência de acelerações e desacelerações, demonstrando pouca movimentação, com a hipóxia pode se constatar baixa oxigenação, afetando diretamente o funcionamento do cérebro fetal, que por consequência afeta a função do sistema cardiovascular, neurológica e outras, a VCP de 1,07 ms indica que o nível de acidose com  $\text{pH} < 7,2$ , estes sinais da FCF fornecem informações importantes, predizendo um traçado de Categoria II com tendência para Categoria III (MACONES et al., 2008) no trabalho intraparto sugerindo que procedimentos emergenciais sejam adotados com indicação de cesariana.

Figura 38 - Resultado do processamento da VCP com média de 1,07 ms



Fonte: autoria própria

## 4 CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Neste trabalho, realizou-se o aprimoramento do sistema de cardiocardiografia com a implementação da análise da VCP, com a finalidade de medir e armazenar os sinais da FCF para que sejam analisados e validados por especialistas em tempo real.

A contribuição do CAMF e de gestantes que aceitaram participar desta pesquisa, possibilitaram a coleta de gravações dos sinais da FCF que foram analisadas por meio do sistema com o algoritmo da correlação, foi capaz de obter resultados importantes para a análise da vitalidade fetal.

Os resultados dos sinais com ausência de variabilidade com FCFB de 136 bpm e média da VCP de 4,67ms, o sinal sinusoidal com FCFB de 165,48 bpm e média da VCP de 1,87 ms e da gestante com gestação de alto risco ou anormal com FCFB de 188,19 bpm e média da VCP de 1,07 ms, que podem ser classificados como Categoria III (INTRAPARTUM... , 2009), de acordo com os critérios de normalidades para valores da VCP  $< 5,25$  ms (GARCIA, 2006) apresentou índice de acidemia com  $\text{pH} < 7,2$  para os três casos de gestações de alto risco ou anormais, alertando para que os especialistas tenham tomada de decisões de procedimentos de urgências clínicas.

Os resultados das Gestantes *A* a *P* indicaram sinais com variabilidades, acelerações, desacelerações, movimentações fetais, cuja gestações poderiam ser classificados como de acordo com os critérios de normalidade, poderiam ser classificados como Categoria I ou II (INTRAPARTUM... , 2009), cujo valores da VCP  $> 5,25$  ms, com a ocorrência de acidemia-base com  $\text{pH} > 7,2$  predizendo desta forma para todos os casos estudados gestações com normalidade e boa vitalidade fetal.

Desta forma, o objetivo principal deste trabalho foi atingido. Com este estudo profissionais de saúde poderão tomar decisões importantes com a implementação deste algoritmo, obtendo resultados com maiores informações, prescrevendo-se os melhores tratamentos para as gestantes, em diferentes etapas da gestação, visando melhor avaliar o estado gestacional e vitalidade fetal.

Os resultados dos processamentos dos sinais das FCF coletados demonstraram que a programação utilizando o algoritmo da correlação para a análise e monitoramento da VCP atingiu os objetivos desejados.

Devido a esta constatação, sugere-se, como trabalho futuro, estudos e desenvolvimento onde poderão ser implementados sensores de efeito doppler com interface de comunicação sem

fi, estes recursos poderão viabilizar a implementação de protocolo de comunicação com outros equipamentos para processamento do sinal da FCF em tempo real.

O aplicativo pode também receber melhorias como a utilização dos dados adquiridos para construir um prontuário ou a geração de relatórios gráficos ou em texto para a impressão ou visualização, caso o profissional de saúde necessite, possibilidades de aumento das gestações de sucesso e redução do sofrimento fetal.

## REFERÊNCIAS

- ABDULHAY, E.; OWEIS, R.; ALHADDAD, A.; SUBLABAN, F.; RADWAN, M.; ALMASAEED, H. Review article: non-invasive fetal heart rate monitoring techniques. *Biomedical Science and Engineering*, Herdon, v. 2, n. 3, p. 53–67, 2014.
- ALENCAR, M. *Telefonia digital*. [S.l.]: Ed. Erica, 2011.
- ANTEPARTUM fetal surveillance: Clinical management guidelines for obstetrician - gynecologists. *International Journal of Gynecology & Obstetrics*, Philadelphia, v. 68, n. 2, p. 175 – 185, 2000.
- ARPAIA, L.; D’ELIA, A.; FABBROCINI, G.; PIGHETTI, M.; VANACORE, F. Vibroacoustic stimulation in normal term human pregnancy. *Early Human Development*, Shannon, v. 81, n. 5, p. 449–453, 2005.
- BALUZ, R.; SANTOS, C. Applying machine learning approaches to assess cardiotocography exams. In: IBERIAN CONFERENCE ON INFORMATION SYSTEMS AND TECHNOLOGIES (CISTI), 6., 2011, CHAVES. *Proceedings...* New York: IEEE, 2011. p. 1–6.
- BARTFAI, G.; BOZÓKI, Z.; SZANTÓ, F. Difficulties in evaluation of sinusoidal fetal heart rate using computer analysis. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON PATHOPHYSIOLOGY OF PREGNANCY, 24., 1992, PORTO. *Abstracts...* [S.I.: s.n], 1992. p. 33–37.
- BERNARDES, J.; COSTA-PEREIRA, A.; GEIJN, H. van; PEREIRA-LEITE, L. Evaluation of interobserver agreement of cardiotocograms. *International Journal of Gynecology & Obstetrics*, Shannon, v. 57, p. 33–37, 1997.
- BERTINI, A.; CAMANO, L.; RAGONESI, S. Crescimento intra-uterino retardado: aspectos atuais. *Revista da Associação Médica Brasileira*, São Paulo, v. 43, p. 173–178, 1997.
- BHARALI, S.; KALITA, S. Zero crossing rate and short term energy as a cue for sex detection with reference to assamese vowels. In: INTERNATIONAL CONFERENCE FOR CONVERGENCE OF TECHNOLOGY, 12, 2014, PUNE. *Proceedings...* New York: IEEE, 2014. p. 1–4.
- BORGATTA, L.; DIVON, M.; SHROUT, P. Reliability and reproducibility of nonstress test readings. *Journal of Perinatal*, New York, v. 159, p. 554–558, 1988.
- BUTT, F.; JALIL, M.; MALIK, A. Short-time energy, magnitude, zero crossing rate and autocorrelation measurement for discriminating voiced and unvoiced segments of speech signals. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON TECHNOLOGICAL ADVANCES IN ELECTRICAL, ELETRONICS AND COMPUTER ENGINEERING (TAECE) (TAECE), 2013, MAVLANA. *Proceedings...* Mavlana: Mavlana Univesity, 2013. p. 208–212.

- CALDEYRO-BARCIA, R.; POSEIRO, J.; ALVAREZ, H.; TOST, P. The action of chlorpromazine on uterine contractility and arterial pressure in normal and toxemic pregnant women. *International Journal of Gynecology & Obstetrics*, Shannon, v. 75, p. 1088–95, 1958.
- CALLAGAN, D.; JOSHI, G.; LUCAS, W.; LITTLE, W.; ANCTI, I. A. Prematurity: a more precise approach to identification. *Obstetrics & Gynecology*, Philadelphia, v. 24, p. 712–721, 1964.
- CASTILLO, R.; DEAR, C.; DEVOE, L.; GARDNER, P. The diagnostic values of concurrent nonstress testing, amniotic fluid measurement, and doppler velocimetry in screening a general high-risk population. *Obstetrics & Gynecology*, Philadelphia, v. 163, p. 1040–1047, 1985.
- COOKE, M. Computer speech and hearing. *Sheffield: University of Sheffield*, 1999. (Lecture Notes).
- DAWES, G.; GEIJN, v. H. A position paper on analysis of the human fetal heart rate antenatally. [S.I]: *EEC Conceerted Action Projet*, p. 217–221, 1985a.
- DAWES, G.; GEIJN, v. H. A position paper on analysis of the human fetal heart rate antenatally. [S.I]: *EEC Conceerted Action Projet*, p. 217–221, 1985b.
- DAWES, G.; HENSON, G.; REDMAN, C. Characterization of the reduced heart rate variation in growth-retarded fetuses. *Obstetric & Gynaecology*, Philadelphia, v. 91, p. 751–755, 1984.
- DAWES, G.; HOUGHTON, C.; REDMAN, C. Baseline in human fetal heart rate records. *Journal of Obstetrics and Gynaecology*, Abingdon, v. 89, n. 4, p. 270–275, Apr 1982.
- DAWES, G.; MOUDELEN, M.; REDMAN, C.; STREET, P. Short term variation in abnormal antenatal fetal heart rate records. *Obstetrics & Gynecology*, Philadelphia, v. 165, p. 515–523, 1991.
- DAWES, G.; MOULDEN, M.; REDMAN, C. Criteria for the design of fetal heart rate analysis systems. *International Journal of Bio-Medical Computing*, Shannon, v. 25, n. 4, p. 287–294, May 1990.
- DAWES, G.; MOULDEN, M.; REDMAN, C. The advantages of computerized fetal heart rate analysis. *Journal of Perinatal Medicine*, Berlin, v. 19, n. 1-2, p. 39–45, 1991.
- DAWES, G.; MOULDEN, M.; REDMAN, C. System 8000: computerized antenal fhr analysis. *Journal of Perinatal Medicine*, Berlin, v. 19, n. 1-2, p. 47–51, 1991.
- DAWES, G.; MOULDEN, M.; REDMAN, C. Short-term fetal heart rate variation, decelerations, and umbilical flow velocity waveforms before labor. *Obstetrics & Gynecology*, Philadelphia, v. 80, p. 673–678, 1992.
- DAWES, G.; MOULDEN, M.; REDMAN, C. Improvements in computerized fetal heart rate analysis antepartume. *Journal of Perinatal Medicine*, Berlin, v. 24, n. 1, p. 25–36, 1996.
- DAWES, G.; REDMAN, C. Sonicaid system 8002: Objective ctg analysis system user guide. *Oxford Instruments Medical System Division*, Oxford, v. 19, p. 39–45, 1995.
- DAWES, G.; REDMAN, C.; SMITH, J. Improvements in the registration and analysis of

fetal heart rate records at the bedside. *Obstetrics & Gynecology*, Philadelphia, v. 92, n. 4, p. 317–325, 1985.

DONKER, D.; GEIJN, H.; HASMAN, A. Interobserver variation in the assessment of fetal heart rate recordings. *European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology*, Shannon, v. 52, n. 1, p. 21–28, Sep 1993.

EASON, M.; FOUK, B.; GRIFFITH, L.; HERRELL, H.; LINVILLE, M.; QURAIISHI, M. *Electronic Fetal Monitoring: Physiologic basis of fetal heart monitoring*. 2016. [S.I.: s. n.], 2014. Disponível em: <<http://www.ob-efm.com/>>. Acesso em: 13 fev. 2016.

FERRARIO, M.; MAGENES, G.; SIGNORINI, M. Estimation of long-term correlations from fetal heart rate variability signal for the identification of pathological fetuses. In: ANNUAL INTERNATIONAL CONFERENCE OF THE IEEE, 29., 2007, LYON. *Proceedings...* Piscataway: IEEE, 2007. p. 295–298.

FETAL heart rate patterns: monitoring, interpretation, and management. *ACOG Technical Bulletin*, Washington, n. 207, 1995.

GARCIA, G. *Prediction of fetal acidemia by Short-term Variation measured by Computerized Cardiotocography in pregnancies with Hypertensive Syndrome, 2006. 79 f.* Tese (Doutorado) — Escola Paulista de Medicina, Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, São Paulo, 2006.

GARCIA, G. Traçados cardiotocográficos. In: *Apostila: Curso de Cardiocotocografia*. [S.I.: s.n.], 2014.

GARITE, T. *Obstetrics: normal and problem pregnancies: intrapartum fetal evaluation*. 6. ed. Amsterdam: Elsevier, 2012.

GILSTRAP, L.; HAUTH, J.; TOUSSAINT, S. Second stage fetal heart rate abnormalities and neonatal acidosis. *Obstetrics & Gynecology*, Philadelphia, v. 63, p. 209–213., 1984.

GOODLIN, R. History of fetal monitoring. *Obstetrics & Gynecology*, Philadelphia, v. 33, n. 3, p. 323–52, 1979.

GREENWOOD, M.; KINGHORN, A. Suving: automatic silence/unvoiced/voiced classification of speech. *Sheffield: The University of Sheffield*, 1999.

HAMMACHER, K. Eletronic control of fetal life before and during labor. *Archives of Gynecology and Obstetrics*, Heidelberg, p. 270–271, 1967.

HAYKIN, S.; VEEN, B. V. *Sinais e sistemas*. Porto Alegre: Bookman, 2011. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=tdNYclZwaYIC>>.

HON, E. The eletronic evaluation of the fetal heart rate: preliminary report. *Obstetrics & Gynecology*, Philadelphia, v. 75, p. 1215–1230, 1958.

HON, E. The fetal heart rate patterns preceding death in utero. *Obstetrics & Gynecology*, Philadelphia, v. 78, p. 47–56, 1959.

HUCH, A.; HUCK, R.; ROOTH, G. Guindelines for the use of fetal monitoring. *International*

*Journal of Gynecology & Obstetrics*, Shanon, v. 25, p. 159–167, 1997.

HUTSON, J.; MULLER, H. Diagnosis and management of intrapartum reflex fetal heart rate changes. *Clinics in Perinatology*, v. 9, p. 325–337, 1982.

INTRAPARTUM fetal heart rate monitoring: nomenclature, interpretation, and general management principles. *ACOG Practice Bulletin*, Washington, n. 106, p. 192–202, 2009.

MACONES, G. A.; HANKINS, G. D. V.; SPONG C. Y., H. J.; MOORE, T. The 2008 national institute of child health and human development workshop report on electronic fetal monitoring: Update on definitions, interpretation, and research guidelines. *Journal of Obstetric, Gynecologic and Neonatal Nursing*, New York, v. 37, p. 510–515, 2008.

MANTEL, R.; GEIJN, v. H.; CARON, F.; SWARTJES, J.; WOERDEN, v. E.; JONGSMA, H. Computer analysis of antepartum fetal heart rate: 1 baseline determination. *International Journal Bio-Medical Computing*, Shanon, v. 25, p. 261, 1990.

MANTEL, R.; GEIJN, v. H.; VERVERS, I.; COPRAY, F. Automatec analysis of near-term antepartum fetal heart rate in relation to fetal behavioral states:the sonicaid system 8000. *Obstetrics & Gynecology*, Philadelphia, v. 165, p. 57–65, 1991.

MARTIN, J. Electronic fetal monitoring: a brief summary of its development, problems and prospects. *European Journal Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology*, Amsterdam, v. 78, p. 133–140, 1998.

MEDICAL, J. *Fetal Monitor CTG Machine JPD-300P - Jumper Medical*. [S.I.: s.n.] 2015.

NICHD. Physiologic basis of fetal heart monitoring:electronic fetal heart rate monitoring: Research guidelines for interpretation. *American Journal of Obstetrics & Gynecology*, Philadelphia, p. 1385 – 1390, 1997.

NOGUEIRA, A.; REIS, F.; REIS, P. The pregnant patient in intensive care unit. In: SIMPÓSIO DE MEDICINA INTENSIVA, 4., 2001, RIBEIRÃO PRETO. *Anais...* Ribeirão Preto: [s. n.], 2001. v. 34, p. 123–132.

NOMURA, R.; FRANCISCO, R.; MIYADAHIRA, S.; ZUGAIB, M. Mathematical model to predict metabolic acidosis at birth in pregnancies with absent or reversed end-diaastolic velocity. *Revista Brasileira de Ginecologia e Obstetrícia*, Rio de Janeiro, v. 24, n. 4, p. 261–269, 2002.

NOMURA, R.; FRANCISCO, R.; STEINMAN, D.; MIYADAHIRA, S.; ZUGAIB, M. Análise computadorizada da cardiocografia anteparto em gestações de alto risco. *Revista Brasileira de Ginecologia e Obstetrícia*, Rio de Janeiro, v. 24, n. 1, p. 29–36., 2002.

OSTROVSKY, L.; POTAPOV, A. *Modulated Wave, Theory and Applications*. Baltimore: The Johns Hopkins University, 1999.

OWEN, F. *PCM and digital transmission systems*. New York: McGraw-Hill, 1982.

PARDEY, J.; M., M.; REDMAN, C. A computer system for the numerical analysis of nonstress tests. *Obstetrics & Gynecology*, Philadelphia, v. 186, p. 1095–1103, 2002.

- PELLO, L.; ROSEVEAR, S.; DAWES, G.; MOULDEN, M.; REDMAN, C. Computerized fetal heart rate analysis in labor. *Obstetrics & Gynecology*, Philadelphia, v. 78, p. 602–610, 1991.
- REDMAN, C. *Sonicaid FetalCare Clinical Application Guide*. Oxford: Huntleigh, 2003. 1-9 p.
- RIBBERT, L.; FIDLER, V.; VISSER, G. Computer-assisted analysis of normal second trimester fetal heart rate patterns. *Journal Perinatal Medicine*, Berlin, v. 19, n. 1-2, p. 53–59, 1991.
- SALING, E. A new method for examination of the child during labor. introduction, technic and principles. *Archives Gynakol*, Amsterdam, v. 197, p. 108–122, 1962.
- SHOLAPURKAR, S. Algorithm for management of category ii fetal heart rate tracings: a standardization of right sort? *American Journal of Obstetrics & Gynecology*, Philadelphia, v. 210, n. 2, p. 175, Jan 2014.
- SORGATO, V. *Reconhecimento de mensagem em uma rede PLC banda estreita*. Florianópolis: UFSC, 2011.
- TRIMBOS, J.; M.J., K. Observer variability and assessment of antepartum cardiotocograms. *BJOG: an international journal of obstetrics and gynaecology*, Chichester, v. 85, p. 900–906, 1978.
- UMBILICAL artery blood acid-base analysis. *ACOG Technical Bulletin*, Washington, n. 207, p. 305–310, 1996.
- WULF, K. History of fetal heart rate monitoring. In: *Fetal Heart Rate Monitoring: clinical Practice and Pathophysiology*, Springer, Berlin, p. 3–15, 1985.

**APÊNDICE A - PROJETO E PARECER DO  
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA – CEP**

Figura 39 - Folha de Rosto - CEP


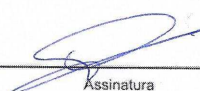
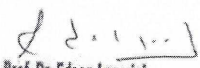
 MINISTÉRIO DA SAÚDE - Conselho Nacional de Saúde - Comissão Nacional de Ética em Pesquisa – CONEP FOLHA DE ROSTO PARA PESQUISA ENVOLVENDO SERES HUMANOS			
1. Projeto de Pesquisa: Sistema de monitoramento e análise da variabilidade de curto prazo dos sinais da frequência cardíaca fetal		2. Número de Participantes da Pesquisa: 100	
3. Área Temática: Equipamentos e dispositivos terapêuticos, novos ou não registrados no País;			
4. Área do Conhecimento: Grande Área 1. Ciências Exatas e da Terra, Grande Área 3. Engenharias, Grande Área 4. Ciências da Saúde			
PESQUISADOR RESPONSÁVEL			
5. Nome: Osvaldo Ishizava			
6. CPF: 018.948.698-85		7. Endereço (Rua, n.º): MARECHAL DEODORO DA FONSECA 1132 PARQUE INDUSTRIAL SAO JOSE DO RIO PRETO SAO PAULO 15025070	
8. Nacionalidade: BRASILEIRO		9. Telefone: (17) 9970-2702	10. Outro Telefone: 11. Email: osvaldo.ishizava@hotmail.com
12. Cargo:			
<p>Termo de Compromisso: Declaro que conheço e cumprirei os requisitos da Resolução CNS 466/12 e suas complementares. Comprometo-me a utilizar os materiais e dados coletados exclusivamente para os fins previstos no protocolo e a publicar os resultados sejam eles favoráveis ou não. Aceito as responsabilidades pela condução científica do projeto acima. Tenho ciência que essa folha será anexada ao projeto devidamente assinada por todos os responsáveis e fará parte integrante da documentação do mesmo.</p>			
Data: <u>01 / 06 / 2015</u>		 Assinatura	
INSTITUIÇÃO PROPONENTE			
13. Nome: UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA JULIO MESQUITA FILHO		14. CNPJ: 48.031.918/0015-20	15. Unidade/Órgão: Fac. de Engenharia de Ilha Solteira
16. Telefone: (18) 3743-1003		17. Outro Telefone:	
<p>Termo de Compromisso (do responsável pela instituição): Declaro que conheço e cumprirei os requisitos da Resolução CNS 466/12 e suas Complementares e como esta instituição tem condições para o desenvolvimento deste projeto, autorizo sua execução.</p>			
Responsável: <u>Prof. Dr. Edson Lazarini</u>		CPF: <u>052.248.818-52</u>	
Cargo/Função: <u>Vice-Diretor da Unidade</u>		 Prof. Dr. Edson Lazarini Vice-Diretor - UNESP/Ilha Solteira Assinatura	
Data: <u>01 / 06 / 2015</u>			
PATROCINADOR PRINCIPAL			
Não se aplica.			

Figura 40 - Atestado FEIS



**ATESTADO**

nº 1278 / 2015

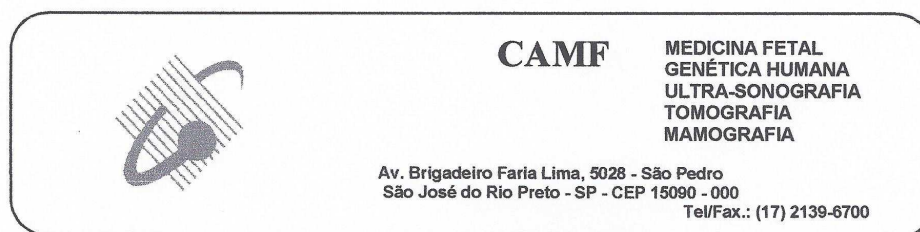
**ATESTAMOS** que **OSVALDO ISHIZAVA** - matrícula 61854, RG 12.402.470 SSP/SP, é discente regularmente matriculado no Programa de Pós-Graduação em ENGENHARIA ELÉTRICA, Área: AUTOMAÇÃO, Curso de Mestrado, desta Unidade Universitária, sob orientação do Professor Doutor ALEXANDRE CESAR RODRIGUES DA SILVA. (início oficial no Curso 15/09/2014 - prazo máximo para conclusão do Curso 15/09/2016)

Ilha Solteira, 18 de junho de 2015.

  
RAFAEL SORDI DA SILVA  
Supervisor Técnico de Seção - STPG - substituto

Obs.: Curso reconhecido pela Portaria MEC número 1077, de 03/09/2012, republicada em 13/09/2012.

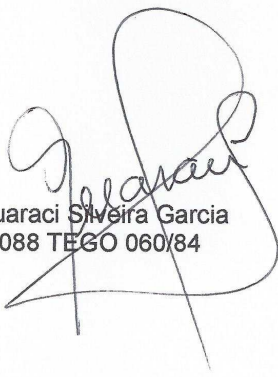
Figura 41 - Autorização CAMF



### AUTORIZAÇÃO

Autorizo o sr. **OSVALDO ISHIZAVA**, portador do RG. 12.402.470-1 SSP-SP, CPF 018.948.698-85, brasileiro, casado, residente à rua Marechal Deodoro da Fonseca no. 1132, Parque Industrial, Município de São José do Rio Preto, Estado de São Paulo, a realizar aquisição de sinais da Frequência Cardíaca Fetal para as pesquisas do projeto "**Sistema de Monitoramento e Análise da Variabilidade de Curto Prazo da Frequência Cardíaca Fetal**" pela Faculdade de Engenharia Elétrica de Ilha Solteira – Unesp, em gestantes com gestações normais e de alto risco nas dependências do CAMF – Centro de Avaliação Materno Fetal Ltda. EPP, sempre acompanhado de um profissional especializado, cadastrada no CNPJ 71.744.841/0001-51, com sede na Avenida Brigadeiro Faria Lima 5028, Vila São Pedro, Município de São José do Rio Preto, Estado de São Paulo.

Por ser verdade firmo o presente,

  
Prof. Dr. Guaraci Siveira Garcia  
CRM 36.088 TEGO 060/84

São José do Rio Preto, 20 de junho de 2015

Figura 42 - Autorização Ibilce

**unesp**  UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
"JULIO DE MESQUITA FILHO"

CAMPUS DE SÃO JOSÉ DO RIO PRETO  
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS, LETRAS E CIÊNCIAS EXATAS DE SÃO JOSÉ DO RIO PRETO  
RUA CRISTÓVÃO COLOMBO, 2265 - CNPJ: 48031918/0011-04 JARDIM NAZARETH - CEP 15054000 - Tel. (17) 3221-2444 - e-mail: pos@ibilce.unesp.br

### AUTORIZAÇÃO

Autorizo o sr. **OSVALDO ISHIZAVA**, portador do RG. 12.402.470-1 SSP-SP, CPF 018.948.698-85, brasileiro, casado, residente à rua Marechal Deodoro da Fonseca no. 1132, Parque Industrial, Município de São José do Rio Preto, Estado de São Paulo, a realizar análise de sinais da Frequência Cardíaca Fetal para o projeto "**Sistema de Monitoramento e Análise da Variabilidade de Curto Prazo da Frequência Cardíaca Fetal**", do Departamento de Ciência da Computação e Estatística da Unesp, Campus de São José do Rio Preto, no Laboratório de Pesquisa do Grupo SEDI – Sistema de Eletrônica Digital e Imagens.

Por ser verdade firmo o presente,

  
Prof. Dr. Aledir Silveira Pereira

Figura 43 - Parecer CEP - 1


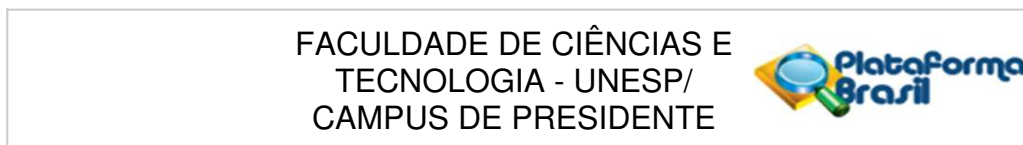
<b>FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA - UNESP/ CAMPUS DE PRESIDENTE</b>	
<b>PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP</b>	
<b>DADOS DO PROJETO DE PESQUISA</b>	
<b>Título da Pesquisa:</b> Sistema de monitoramento e análise da variabilidade de curto prazo dos sinais da frequência cardíaca fetal	
<b>Pesquisador:</b> Osvaldo Ishizava	
<b>Área Temática:</b> Equipamentos e dispositivos terapêuticos, novos ou não registrados no País;	
<b>Versão:</b> 2	
<b>CAAE:</b> 46909615.3.0000.5402	
<b>Instituição Proponente:</b> UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA JULIO MESQUITA FILHO	
<b>Patrocinador Principal:</b> Financiamento Próprio	
<b>DADOS DO PARECER</b>	
<b>Número do Parecer:</b> 1.208.491	
<b>Apresentação do Projeto:</b> Vide parecer anterior.	
<b>Objetivo da Pesquisa:</b> Vide parecer anterior.	
<b>Avaliação dos Riscos e Benefícios:</b> Vide parecer anterior.	
<b>Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:</b> O desenho do estudo no formulário da Plataforma Brasil foi adequado conforme solicitado.	
<b>Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:</b> A Folha de rosto foi corrigida conforme solicitado.	
<b>Recomendações:</b> Não há.	
<b>Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:</b> O presente estudo não fere princípios éticos segundo a Resolução CNS 466/2012.	
<b>Considerações Finais a critério do CEP:</b> Em reunião realizada no dia 28.08.2015, o Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências	
<b>Endereço:</b> Rua Roberto Simonsen, 305	
<b>Bairro:</b> Centro Educacional <b>CEP:</b> 19.060-900	
<b>UF:</b> SP <b>Município:</b> PRESIDENTE PRUDENTE	
<b>Telefone:</b> (18)3229-5315 <b>Fax:</b> (18)3229-5353 <b>E-mail:</b> cep@fct.unesp.br	

Figura 44 - Parecer CEP - 2



Continuação do Parecer: 1.208.491

e Tecnologia - Unesp - Presidente Prudente, em concordância com o parecerista, considerou o projeto APROVADO.

Obs: Lembramos que ao finalizar a pesquisa, o (a) pesquisador (a) deverá apresentar o relatório final.

**O presente projeto, seguiu nesta data para análise da CONEP e só tem o seu início autorizado após a aprovação pela mesma.**

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Autorização CAMF.pdf	30/06/2015 12:14:50		Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Atestado_Feis.pdf	30/06/2015 12:15:05		Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Autorização IBILCE.pdf	30/06/2015 12:15:23		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Sistema_de_Monitoramento_Análise_V CP_FCF.pdf	30/06/2015 12:15:43		Aceito
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_P ROJETO_452888.pdf	02/07/2015 19:08:06		Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO_Osvaldo Ishizava.pdf	03/07/2015 14:24:39		Aceito
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_P ROJETO_452888.pdf	04/07/2015 09:50:10		Aceito
Outros	termo-de-compromisso-Osvaldo Ishizava1.pdf	07/07/2015 13:25:44		Aceito
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_P ROJETO_452888.pdf	07/07/2015 13:26:17		Aceito
Folha de Rosto	FolhaDeRosto-Osvaldo Ishizava.pdf	22/07/2015 15:14:44		Aceito
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_P ROJETO_452888.pdf	22/07/2015 15:15:20		Aceito

**Situação do Parecer:**

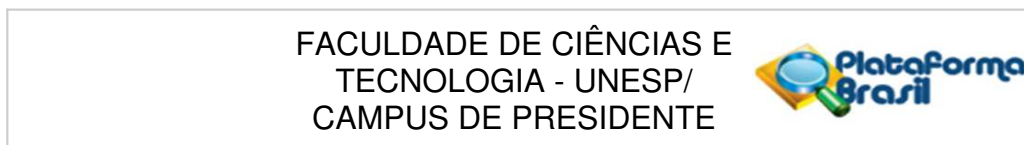
Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Sim

**Endereço:** Rua Roberto Simonsen, 305  
**Bairro:** Centro Educacional **CEP:** 19.060-900  
**UF:** SP **Município:** PRESIDENTE PRUDENTE  
**Telefone:** (18)3229-5315 **Fax:** (18)3229-5353 **E-mail:** cep@fct.unesp.br

Figura 45 - Parecer CEP- 3



Continuação do Parecer: 1.208.491

PRESIDENTE PRUDENTE, 31 de Agosto de 2015

---

**Assinado por:**  
**Edna Maria do Carmo**  
**(Coordenador)**

**Endereço:** Rua Roberto Simonsen, 305  
**Bairro:** Centro Educacional      **CEP:** 19.060-900  
**UF:** SP      **Município:** PRESIDENTE PRUDENTE  
**Telefone:** (18)3229-5315      **Fax:** (18)3229-5353      **E-mail:** cep@fct.unesp.br

Figura 46 - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE - 1

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

Título da Pesquisa: “**SISTEMA DE MONITORAMENTO E ANÁLISE DA VARIABILIDADE DE CURTO PRAZO DA FREQUÊNCIA CARDÍACA FETAL**”

Nome do Pesquisador: **Oswaldo Ishizava**  
Nome do Orientador: **Prof. Dr. Alexandre César Rodrigues da Silva**  
Nome do Co-Orientador: **Prof. Dr. Aledir Silveira Pereira**  
Nome do Médico: **Prof. Dr. Guaraci Silveira Garcia**

1. **Participantes da pesquisa:** A população alvo será constituída por gestantes com gestação normal e de alto risco.

2. **Sobre as entrevistas:** serão coletados dados de identificação da pessoa e explicado a finalidade, bem como o modo como será realizada a pesquisa.

3. **Natureza da pesquisa:** *a sra. está sendo convidada a participar desta pesquisa que tem como objetivo a análise da Variabilidade de Curto Prazo (VCP) da Frequência Cardíaca Feta (FCF), cujo sinal será obtido do áudio do equipamento de cardiotocografia.*

4. **Envolvimento na pesquisa:** *Ao participar deste estudo a sra. permitirá que o pesquisador **Oswaldo Ishizava** realize a coleta da FCF durante o exame de cardiotocografia. A sra tem liberdade de se recusar a participar e ainda se recusar a continuar participando em qualquer fase da pesquisa, sem qualquer prejuízo para a sra. Você será esclarecida sobre a pesquisa em qualquer aspecto que desejar e sempre que quiser poderá pedir mais informações sobre a pesquisa através do telefone do pesquisador do projeto e, se necessário através do telefone do Comitê de Ética em Pesquisa.*

5. **Procedimento:** *O sinal da FCF será obtido através da coleta do sinal de áudio do equipamento de cardiotocografia e gravado em um sistema computacional, que ficará à disposição da sra. A gravação do sinal de áudio será utilizado para desenvolvimento da pesquisa de análise da VCP da FCF. Tais informações tem como finalidade avaliar o funcionamento do Sistema de Monitoramento e Análise da Variabilidade de Curto Prazo da Frequência Cardíaca Fetal.*

6. **Riscos e desconforto:** *A participação nesta pesquisa não traz complicações legais e nem oferece riscos aos voluntários. Os procedimentos adotados nesta pesquisa obedecem aos Critérios da Ética em Pesquisa com Seres Humanos conforme Resolução no. 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde. Nenhum dos procedimentos usados oferece riscos à sua saúde ou dignidade.*

7. **Confidencialidade:** *Todas as informações coletadas neste estudo são estritamente confidenciais. Somente os pesquisadores e o orientadores terão conhecimento dos dados.*

8. **Benefícios:** *Ao participar desta pesquisa a sra. não terá nenhum benefício direto. Entretanto, esperamos que este estudo traga informações importantes sobre o sistema desenvolvido, de forma que o conhecimento que será construído a partir desta pesquisa possa melhorar a qualidade de vida do ser humano por tornar avaliações e diagnósticos feitos por profissionais de saúde mais fáceis e precisos.*

9. **Pagamento:** *A sra. não terá nenhum tipo de despesa para participar desta pesquisa, bem como nada será pago por sua participação.*

## Figura 47 - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE - 2

Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias, sendo que uma cópia será arquivada pelo pesquisador responsável, e a outra será fornecida a você.

Solicitamos o seu consentimento de forma livre para participar desta pesquisa. Portanto preencha, por favor, caso concorde com a participação os itens que se seguem:

**Consentimento Livre e Esclarecido**

Declaro que concordo em participar desse estudo. Recebi uma cópia deste termo de consentimento livre e esclarecido e me foi dada à oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Nome do Participante da Pesquisa:

Assinatura do Participante da Pesquisa: .....

Assinatura do Pesquisador: .....

Assinatura do Orientador/Co-Orientador: .....

**TELEFONES PARA CONTATO:**

**Pesquisador:** (17) 99702-7022 – Osvaldo Ishizava

**Orientador:** (18) 3743-1223 - Prof. Dr. Alexandre César Rodrigues da Silva

**Coordenador do CEP:** (18) 3229. 5526 - Profa. Dra. Edna Maria do Carmo

**Telefone do Comitê de Ética em Pesquisa de Presidente Prudente:** (18) 3229-5315

## **APÊNDICE B - ALGORITMOS ZCR, ENERGIA E CORRELAÇÃO**

---

**Algoritmo 1** Algoritmo do ZCR - Taxa de cruzamentos do sinal pelo zero para determinar a média da FCF

---

```
1: Retorna o vetor  $s$  dos dados bruto (tipo double de 64 bits e tamanho  $t$ )
2: Cria o vetor ZCR (tipo double de 64 bits e tamanho  $t$ )
3: Atribui o TamanhoDaJanela igual a 2048
4: Atribui a sobreposição das janelas de 50%
5: Insere  $media=0$ 
6: for (Atribuir zero a  $i$ ; condição se  $i$  for menor que  $t$ ; incrementa  $i$ ) do
7:    $media = media + s[i]$ 
8: end for
9: Fazer  $media = media/t$ 
10: for (Atribuir zero a  $i$ ; condição se  $i$  for menor que  $t$ ; incrementa  $i$ ) do
11:   Fazer  $s[i] = s[i] - media$ 
12: end for
13: Cria arquivo  $saida$  tipo texto
14: for (Atribuir zero a  $i$ ; condição se  $i$  for menor que  $t - TamanhoDaJanela$ ; fazer  $i = (int) (TamanhoDaJanela * sobreposição)$ ) do
15:   (Salvar arquivo  $saida$  os dados de ZCR ( $s[i]$  e TamanhoDaJanela)
16:   Fechar arquivo  $saida$ 
17: end for
18: Cria o vetor ZCR (tipo double de 64 bits e tamanho  $t$ )
19: Atribui o valor zero ao contador  $q$ , o contador de cruzamentos por zero
20: for Atribuir zero a  $i$ ; condição se  $i$  for menor que  $t - J$ ; incrementa  $i$  do
21:   if  $s[ip] * s[i] + 1$  for menor que zero then
22:     Incrementa  $q$ , o contador de cruzamentos por zero
23:   end if
24:   Retorna o valor de  $q$ 
25: end for
```

---

**Algoritmo 2** Algoritmo da energia de curto prazo para determinar a média da FCF

---

```

1: Atribui o TamanhoDaJanela igual a 2048
2: Atribui a Sobreposição igual a 0.50
3: Insere media=0
4: for (Atribuir zero a i; condição se i for menor que t; incrementa i) do
5:   media = media + s[i]
6: end for
7: Fazer media = media/t
8: for (Atribuir zero a i; condição se i for menor que t; incrementa i) do
9:   Fazer s[i] = s[i] - media
10: end for
11: Cria vetor ep; zp; er; zp
12: for (Atribuir zero a i; condição se i for menor que t - TamanhoDaJanela; fazer i = (int) (TamanhoDaJanela * sobreposição)) do
13:   Atribuir ao vetor ep = (s[i], TamanhoDaJanela) - 6.31e+15 / sqrt (2.24e+31)
14:   Atribuir ao vetor er = (s[i], TamanhoDaJanela) - 3.19e+14 / sqrt (3.54e+28)
15:   Atribuir ao vetor zp = (s[i], TamanhoDaJanela) - 22.23 / sqrt (12.65)
16:   Atribuir ao vetor zp = (s[i], TamanhoDaJanela) - 30.39 / sqrt (52.13)
17: end for
18: if (prob(ep) * prob(zp)) ≤ (prob(er) * prob(zp)) then
19:   Imprime N janelas contém o padrão
20: else
21:   Imprime N janelas contém ruído
22: end if
23: Cria o vetor ZCR (tipo double de 64 bits e tamanho t)
24: Atribui o valor zero ao contador q, o contador de cruzamentos por zero
25: for Atribuir zero a i; condição se i for menor que t - 1; incrementa i do
26:   if s[i] * s[i+1] > 0 then
27:     Incrementa q, o contador de cruzamentos por zero
28:   end if
29:   Retorna o valor de q
30: end for
31: Atribui o valor zero ao contador e
32: for Atribuir zero a i; condição se i for menor que t - 1; incrementa i do
33:   (e += s[i] * s[i+1])
34:   Retorna o valor de e
35: end for
36: Cria o vetor a = p - 0.5
37: Cria o vetor b = p + 0.5
38: Retorna ((1/sqrt(6.28)) * ((exp(-a*/2.0))+exp(-b*/2.0))*(b-a)/2.0)

```

---

**Algoritmo 3** Algoritmo da correlação para determinar a média da FCF e VCP - Parte 1

---

```

1: Atribui o TamanhoDaJanela igual a 165375
2: Atribui a sobreposição das janelas de 50%
3: Atribui ao vetor media = 0
4: for (Atribuir zero a i; condição se i for menor que t; incrementa i) do
5:   media = media + s[i]
6: end for
7: Fazer media = media/t
8: for (Atribuir zero a i; condição se i for menor que t; incrementa i) do
9:   Fazer s[i] = s[i] - media
10: end for
11: Atribui zero a j
12: Atribui ao vetor double[imt = (int)((t/TamanhoDaJanela)/Sobreposicao)-1]
13: for (Atribui zero a i; condição se i for menor que t-TamanhoDaJanela; incrementa i=(int)(TamanhoDaJanela)) do
14:   imt[j]=IntervaloMedioDeTempoEntreBatimentos(s[i], TamanhoDaJanela); incrementa j
15: end for
16: Atribui zero a JanelasForaDoPadrao
17: for (Atribui zero a i; condição se i for menor que j; fazer i=(int)(TamanhoDaJanela)) do
18:   if imt[i] < 375 ou imt[i] > 545 then
19:     Incrementa JanelasForaDoPadrao
20:   end if
21:   Cria vetor PorcentagemDeJanelasForaDoPadrao = (JanelasForaDoPadrao)/j
22: end for
23: Cria vetor dimt = double [j-1]
24: for (Atribui zero a i; condição se i for menor que j; incrementa i) do
25:   dimt[j]=fabs (imt[i] - imt [i+1])
26: end for
27: Fazer DerivadaJanelasForaDoPadrao = 0
28: for (Atribui zero a i; condição se i for menor que j; incrementa i) do
29:   if dimt[i] < 3 ou dimt[i] > 6 then
30:     Incrementa DerivadaJanelasForaDoPadrao
31:   end if
32:   Fazer PorcentagemDeDerivadaJanelasForaDoPadrao = (DerivadaJanelasForaDoPadrao) / (j - 1)
33: end for
34: Imprimir "Porcentagem de janelas fora do padrão:"PorcentagemDeDerivadaJanelasForaDoPadrao
35: Criar vetor IntervaloMedioDeTempoEntreBatimentos(double* input, int t)
36: Criar vetor r=new double[t]
37: Atribuir zero ao vetor e
38: for (Atribui zero a j; condição se j for menor que 8192; incrementa j) do
39:   e+ = input[j] * input[j]
40: end for
41: r[0] = (e/(8192.0*8192.0))
42: for (Atribui 1 a i; condição se j for menor que t-8192; incrementa i) do
43:   r[i] = r[i-1] - ((input[i-1] * input[i-1])/(8192.0*8192.0)) + ((input[i-1+8192] * input[i-1+8192])/(8192.0*8192.0))
44: end for
45: Criar vetor s=new double[t]
46: for (Atribui zero a i; condição se i for menor que t; incrementa i) do
47:   s[i] = r[i]
48: end for
49: Atribuir zero ao vetor e
50: for (Atribui zero a j; condição se j for menor que 8192; incrementa j) do
51:   e+ = s[j] * s[j]
52: end for
53: r[0] = (e/(8192.0*8192.0))
54: for (Atribui 1 a i; condição se i for menor que t-8192; incrementa i) do
55:   r[i] = r[i-1] - ((s[i-1] * s[i-1])/(8192.0*8192.0)) + ((s[i-1+8192] * s[i-1+8192])/(8192.0*8192.0))
56: end for
57: Criar vetor p=new double[t]
58: for (Atribui zero a i; condição se i for menor que t; incrementa i) do
59:   p[i] = r[i]
60: end for
61: Atribuir zero ao vetor e
62: for (Atribui zero a j; condição se j for menor que 8192; incrementa j) do
63:   e+ = p[j] * p[j];
64: end for
65: r[0] = (e/(8192.0*8192.0))

```

---

**Algoritmo 4** Algoritmo da correlação para determinar a média da FCF e VCP - Parte 2

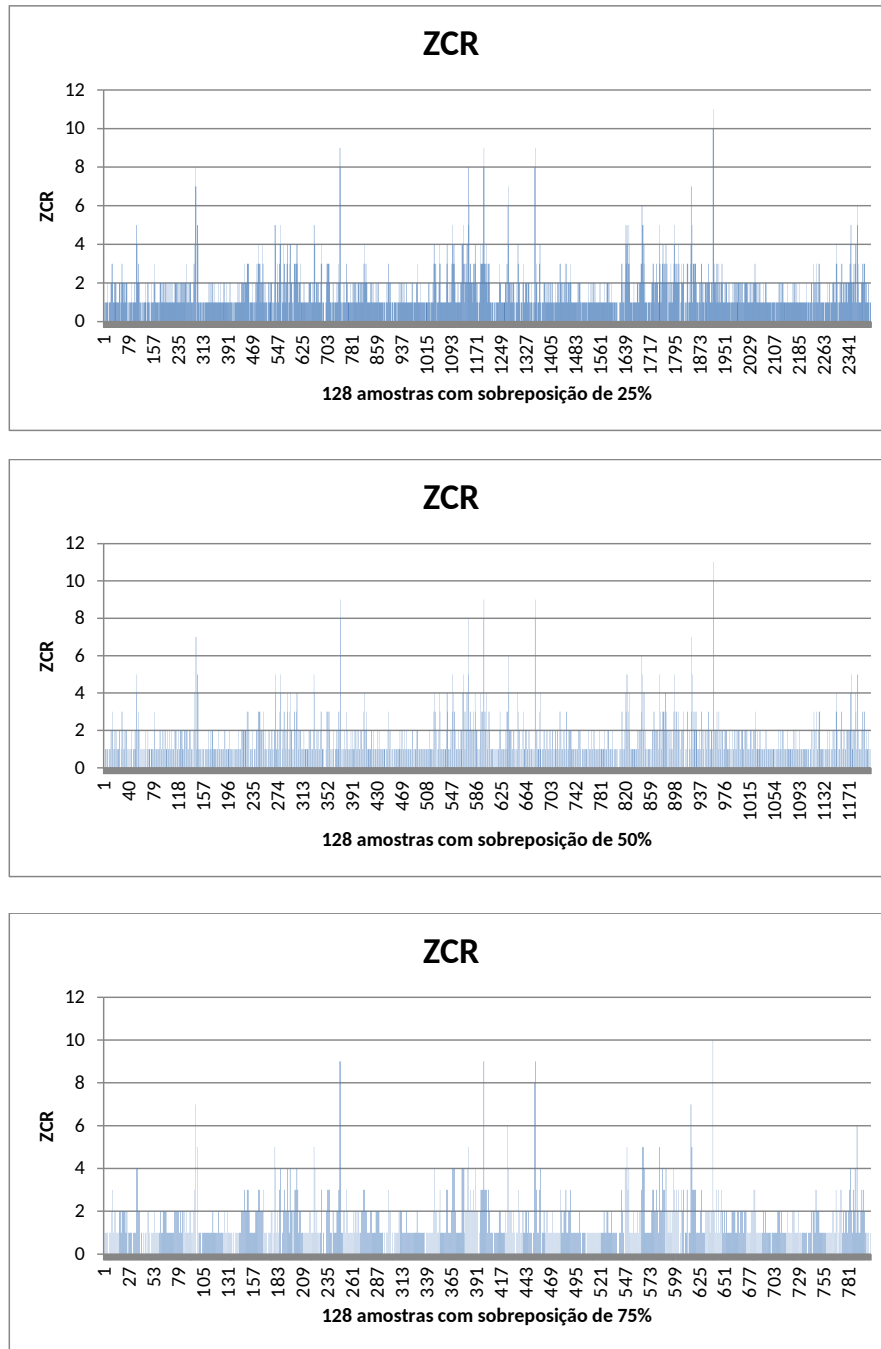
```

1: for (Atribui 1 a  $i$ ; condição se  $i$  for menor que  $t-8192$ ; incrementa  $i$ ) do
2:    $r[i] = r[i-1] - ((p[i-1] * p[i-1]) / (8192.0 * 8192.0)) + ((p[i-1+8192] * p[i-1+8192]) / (8192.0 * 8192.0))$ 
3: end for
4: Criar vetor  $u = \text{new double}[t]$ 
5: for (Atribui zero a  $i$ ; condição se  $i$  for menor que  $t$ ; incrementa  $i$ ) do
6:    $u[i] = r[i]$ 
7: end for
8: Atribuir zero ao vetor  $e$ 
9: for (Atribui zero a  $j$ ; condição se  $j$  for menor que  $8192$ ; incrementa  $j$ ) do
10:   $e += u[j] * u[j]$ ;
11: end for
12:  $r[0] = (e / (8192.0 * 8192.0))$ 
13: for (Atribui 1 a  $i$ ; condição se  $i$  for menor que  $t-8192$ ; incrementa  $i$ ) do
14:   $r[i] = r[i-1] - ((u[i-1] * u[i-1]) / (8192.0 * 8192.0)) + ((u[i-1+8192] * u[i-1+8192]) / (8192.0 * 8192.0))$ 
15: end for
16: for (Atribui zero a  $i$ ; condição se  $i$  for menor que  $t-8192$ ; incrementa  $i$ ) do
17:   $r[i] = \text{input}[i]$ 
18: end for
19: Atribuir zero ao vetor  $e$ 
20: for (Atribui zero a  $k$ ; condição se  $k$  for menor que  $4$ ; incrementa  $i$ ) do
21:
22:   for (Atribui zero a  $i$ ; condição se  $i$  for menor que  $t-8192$ ; incrementa  $i$ ) do
23:     Atribuir zero ao vetor  $e$ 
24:     for (Fazer  $j = i$ ; condição se  $j$  for menor que  $i+8192$ ; incrementa  $j$ ) do
25:        $e += r[j] * r[j]$ 
26:     end for
27:      $r[i] = (e / (8192.0 * 8192.0))$ 
28:   end for
29: end for
30:  $\text{out put} = \text{new int}[t]$ 
31: for (Atribui 1 a  $i$ ; condição se  $i$  for menor que  $t-1-8192$ ; incrementa  $j$ ) do
32:
33:   if  $r[i-1] < r[i]$  ou  $(r[i+1] < r[i])$  then
34:      $\text{output}[i] = 1$ 
35:   else
36:      $\text{out put}[i] = 0$ 
37:   end if
38: end for
39: Atribui zero a  $q$ 
40: for (Atribui zero a  $i$ ; condição se  $i$  for menor que  $t-8192$ ; incrementa  $i$ ) do
41:
42:   if  $\text{out put}[i]$  igual a 1 then
43:     Incrementa  $q$ 
44:   end if
45: end for
46: Fazer  $pp = \text{new int}[q]$ 
47: Atribui zero a  $q$ 
48: for (Atribui zero a  $i$ ; condição se  $i$  for menor que  $t-8192$ ; incrementa  $i$ ) do
49:
50:   if  $\text{out put}[i]$  igual a 1 then
51:     Fazer  $pp[j] = i$ 
52:     Incrementa  $j$ 
53:   end if
54: end for
55: Fazer  $dpp = \text{new int}[q-1]$ 
56: for (Atribui zero a  $i$ ; condição se  $i$  for menor que  $q-1$ ; incrementa  $i$ ) do
57:   $dpp[i] = pp[i+1] - pp[i]$ 
58: end for
59: Atribuir zero a  $im$ 
60: for (Atribui zero a  $i$ ; condição se  $i$  for menor que  $q-1$ ; incrementa  $i$ ) do
61:   $im += dpp[i]$ 
62: end for
63:  $im /= (q-1)$ 
64:  $tm = ((3.75 * im) / 165375.0) * 1000$ 
65: Imprimir "VCPMediaDosTempos.txt",  $tm$ 

```

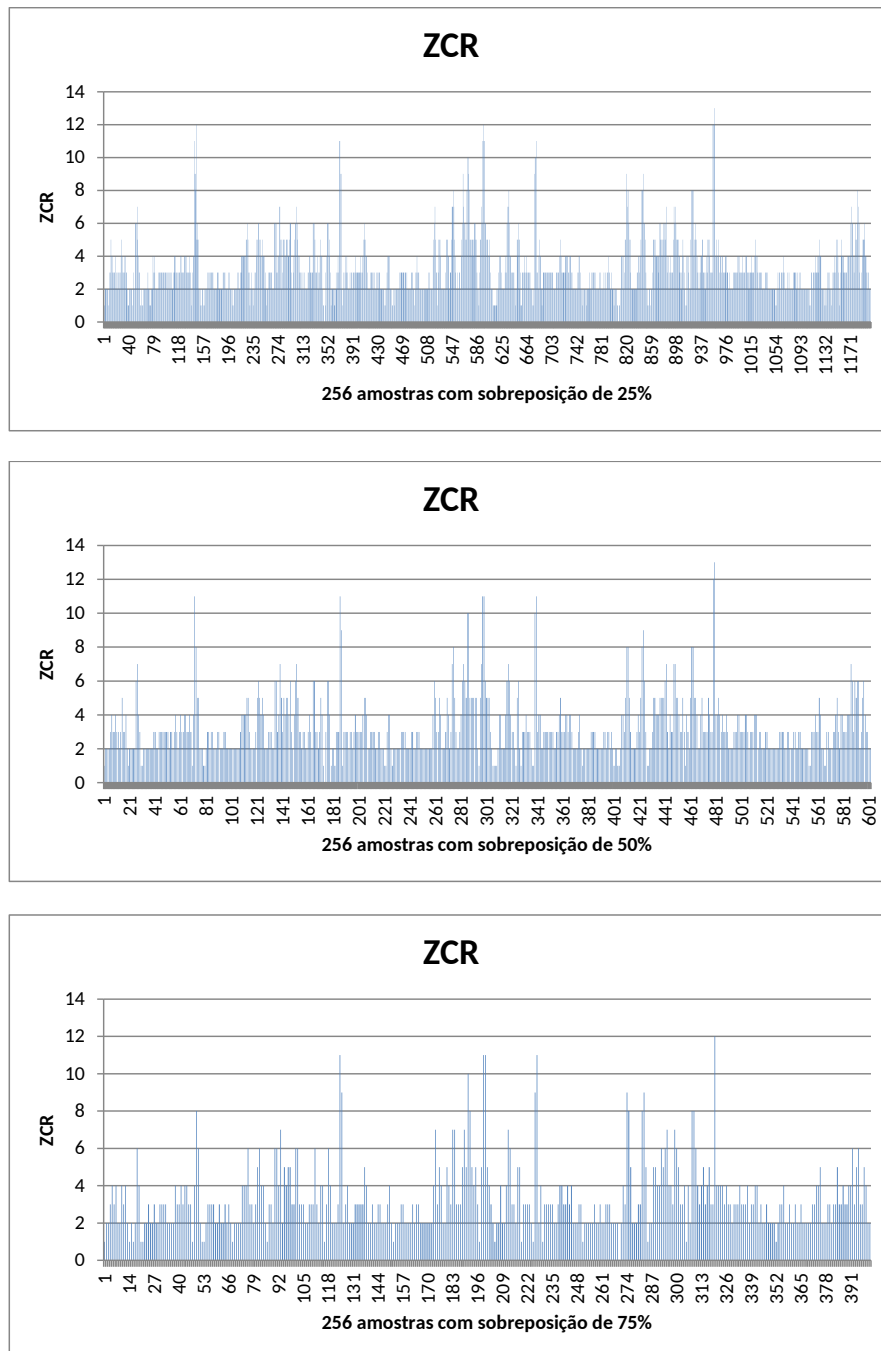
**APÊNDICE C - RESULTADOS DOS  
PROCESSAMENTOS ZCR E ENERGIA DE  
CURTO PRAZO COM SINAL DA FCF DE 1,7  
SEGUNDOS**

Figura 48 - Resultado do processamento ZCR com 128 amostras com sobreposição de 25, 50 e 75%



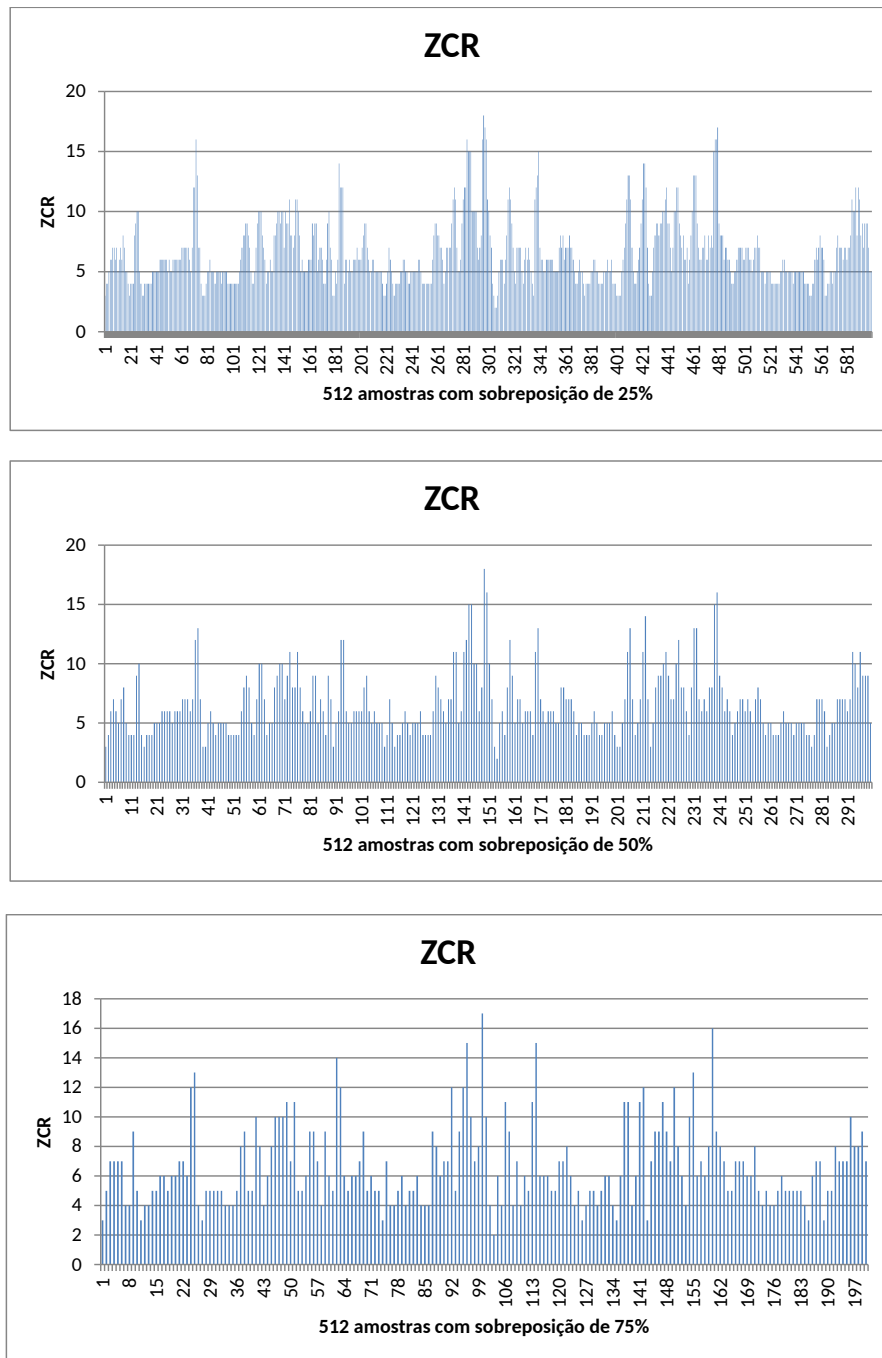
Fonte: autoria própria

Figura 49 - Resultado do processamento ZCR com 256 com sobreposição de 25, 50 e 75%



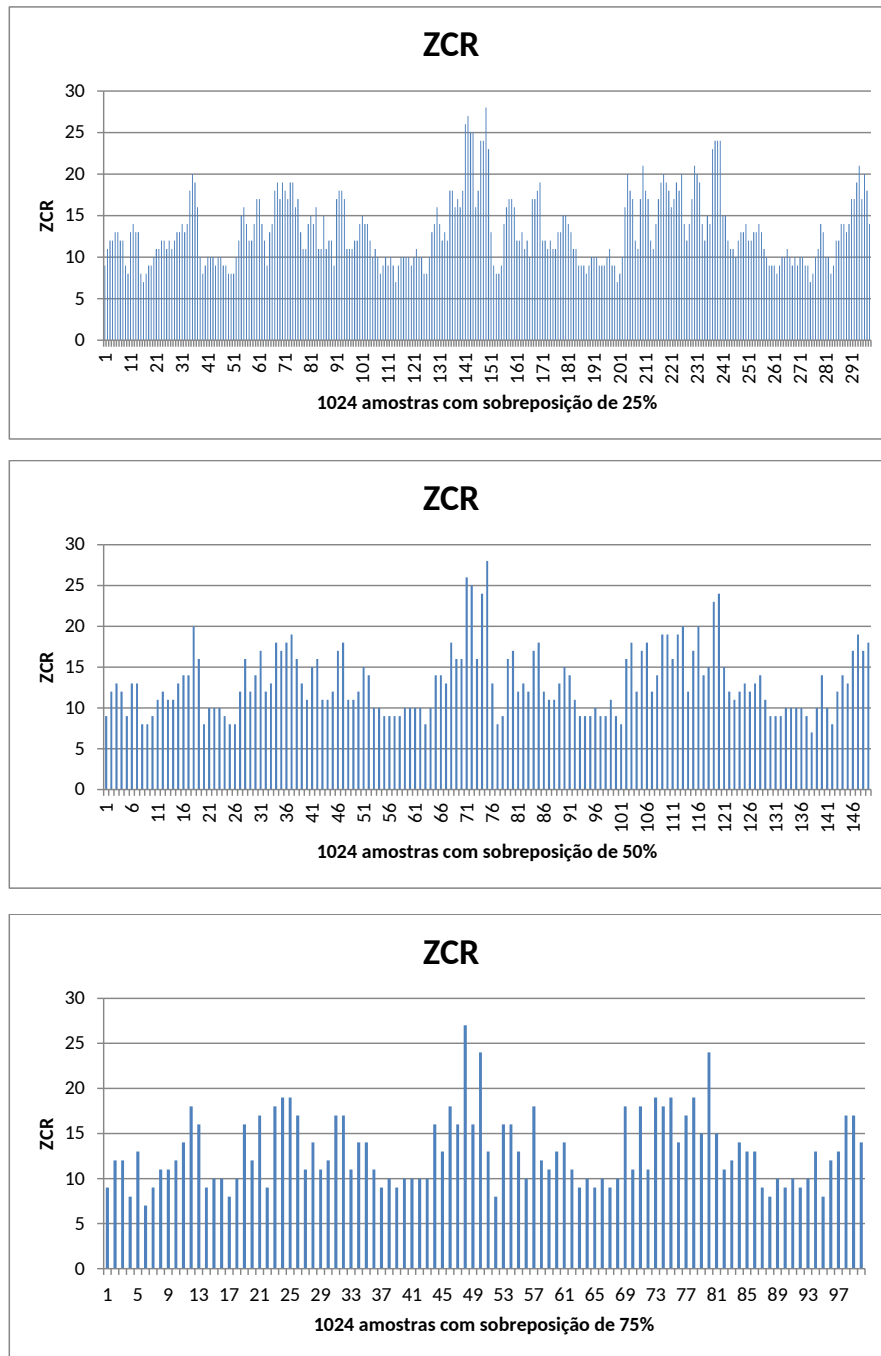
Fonte: autoria própria

Figura 50 - Resultado do processamento ZCR com 512 amostras com sobreposição de 25, 50 e 75%



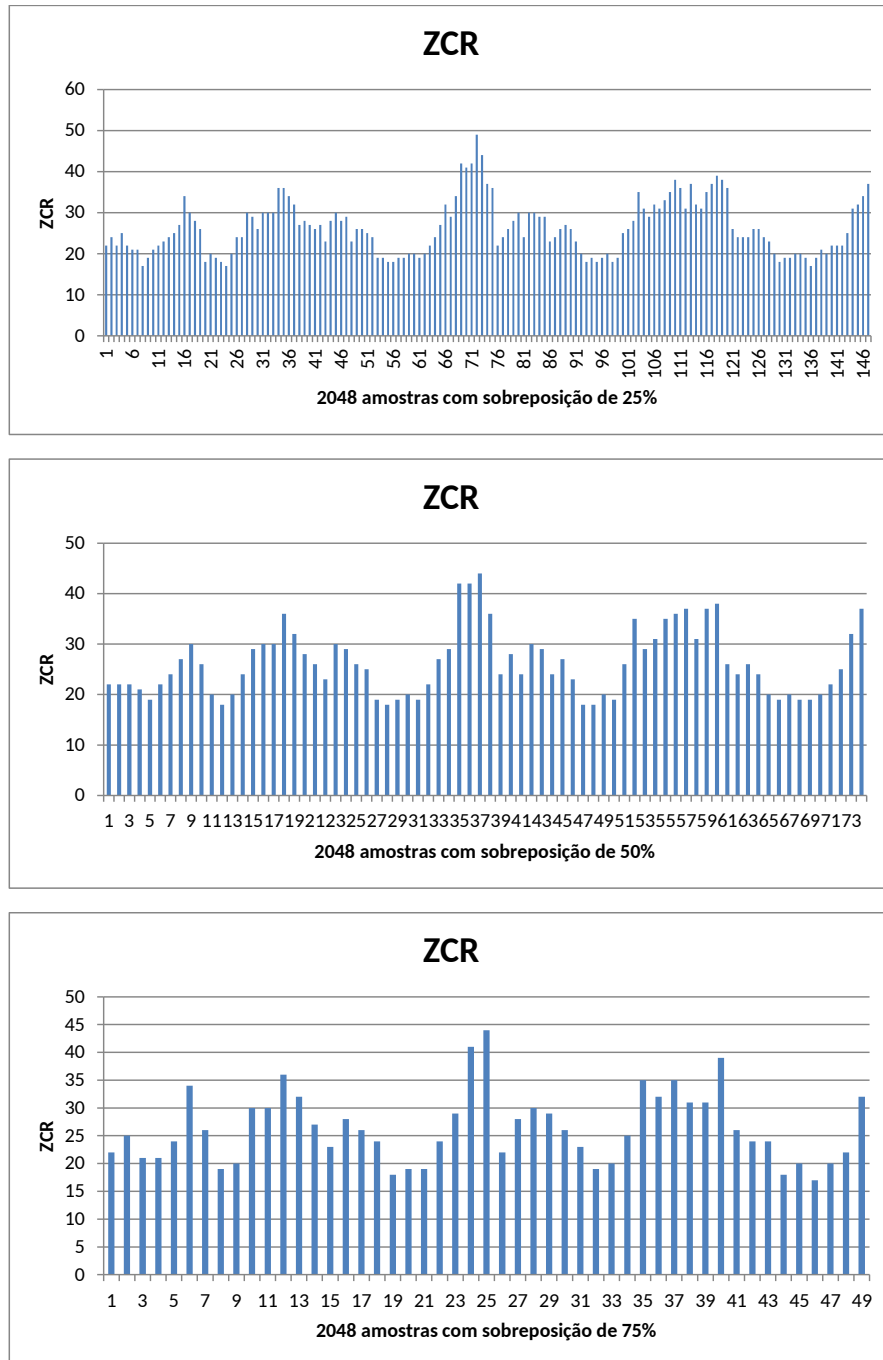
Fonte: autoria própria

Figura 51 - Resultado do processamento ZCR com 1024 amostras com sobreposição de 25, 50 e 75%



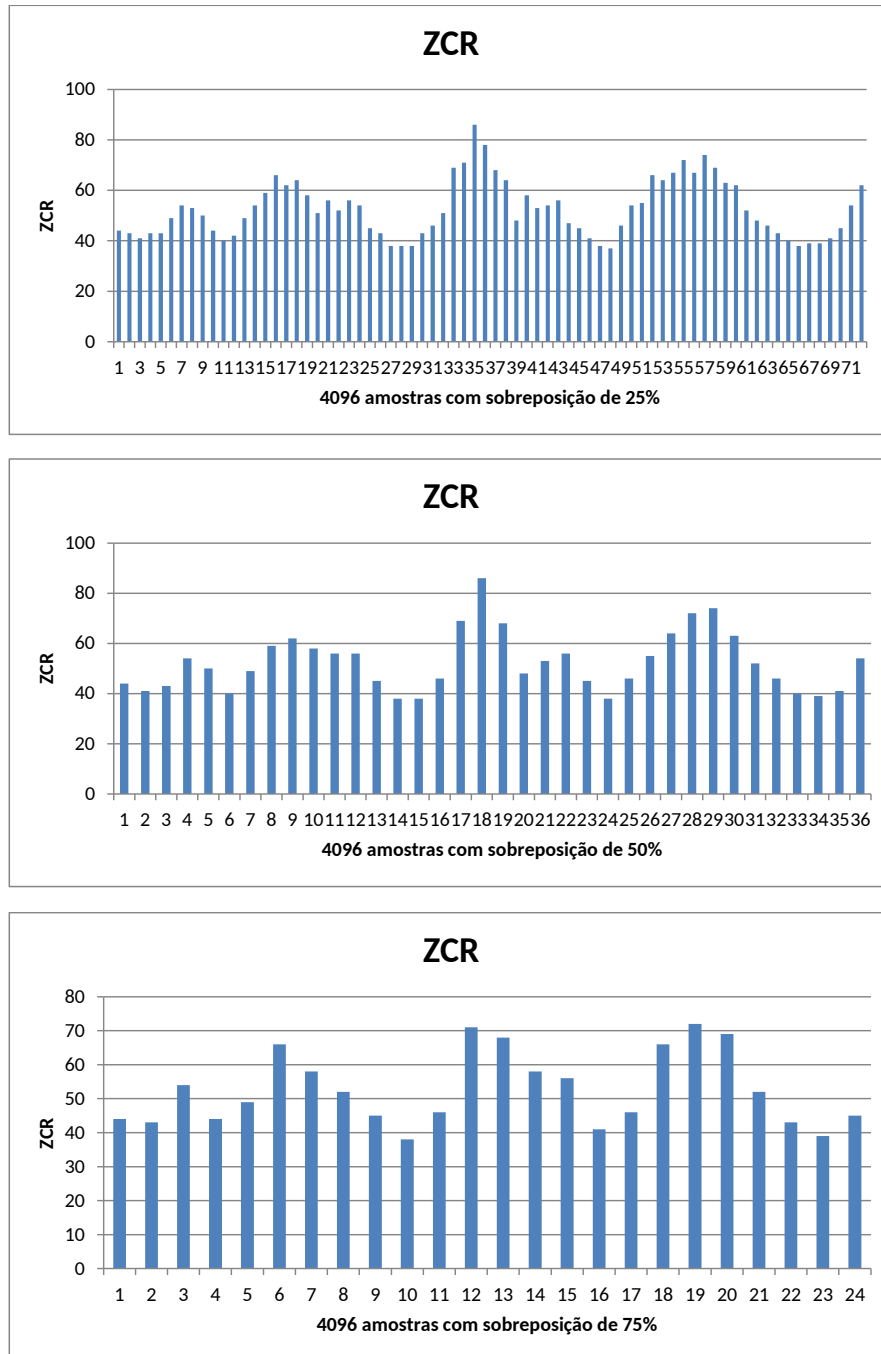
Fonte: autoria própria

Figura 52 - Resultado do processamento ZCR com 2048 amostras com sobreposição de 25, 50 e 75%



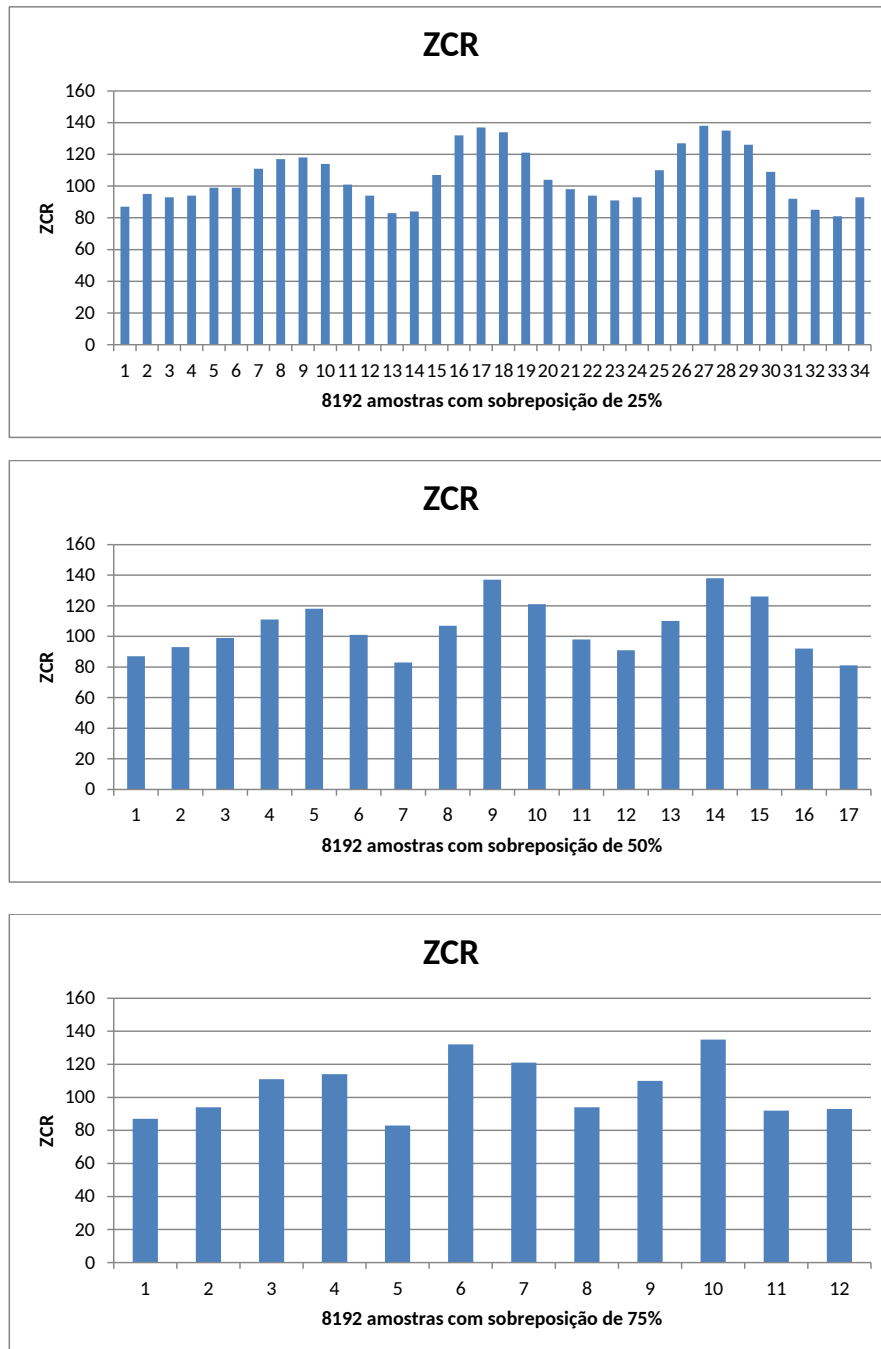
Fonte: autoria própria

Figura 53 - Resultado do processamento ZCR com 4096 amostras com sobreposição de 25, 50 e 75%



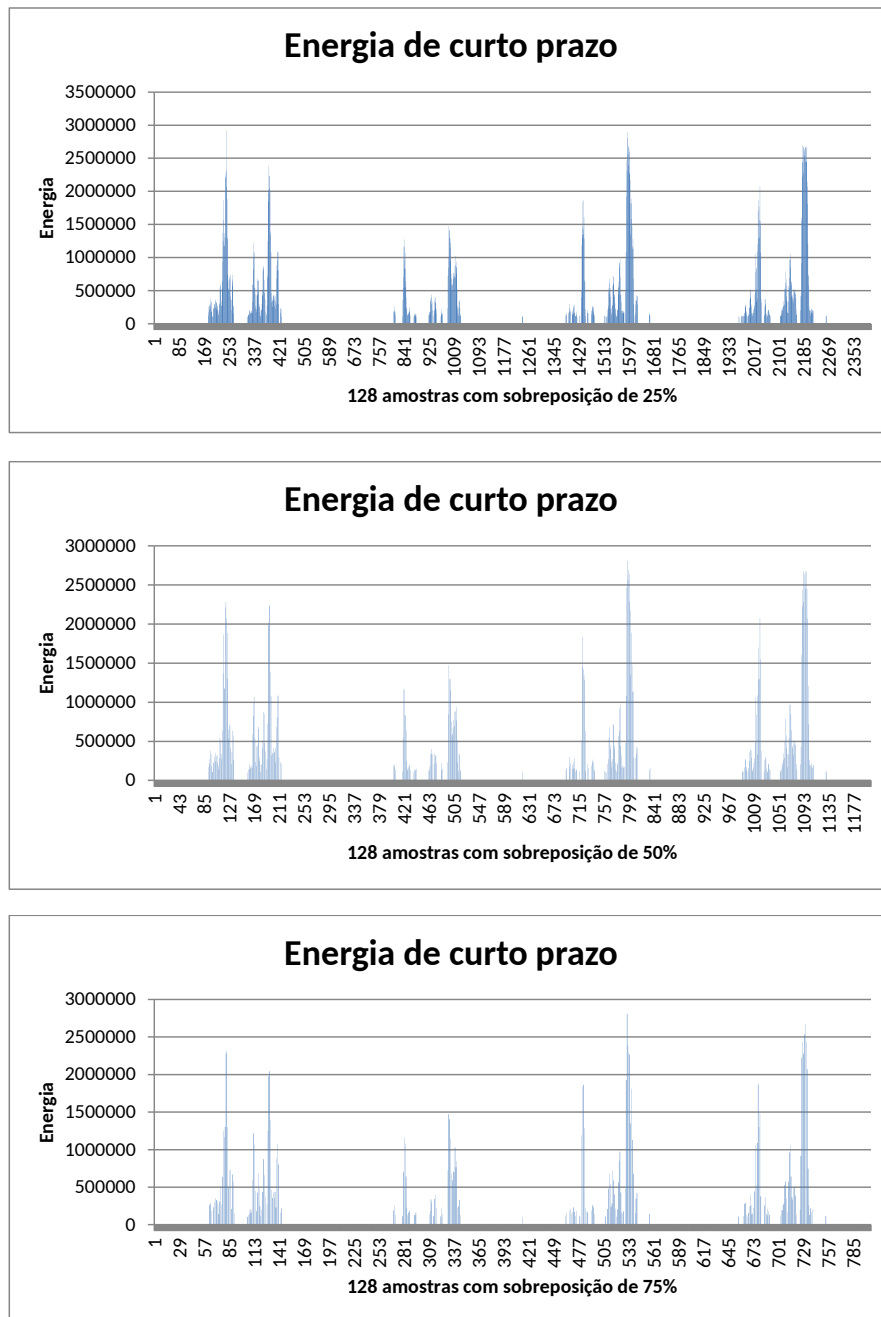
Fonte: autoria própria

Figura 54 - Resultado do processamento ZCR com 8192 amostras com sobreposição de 25, 50 e 75%



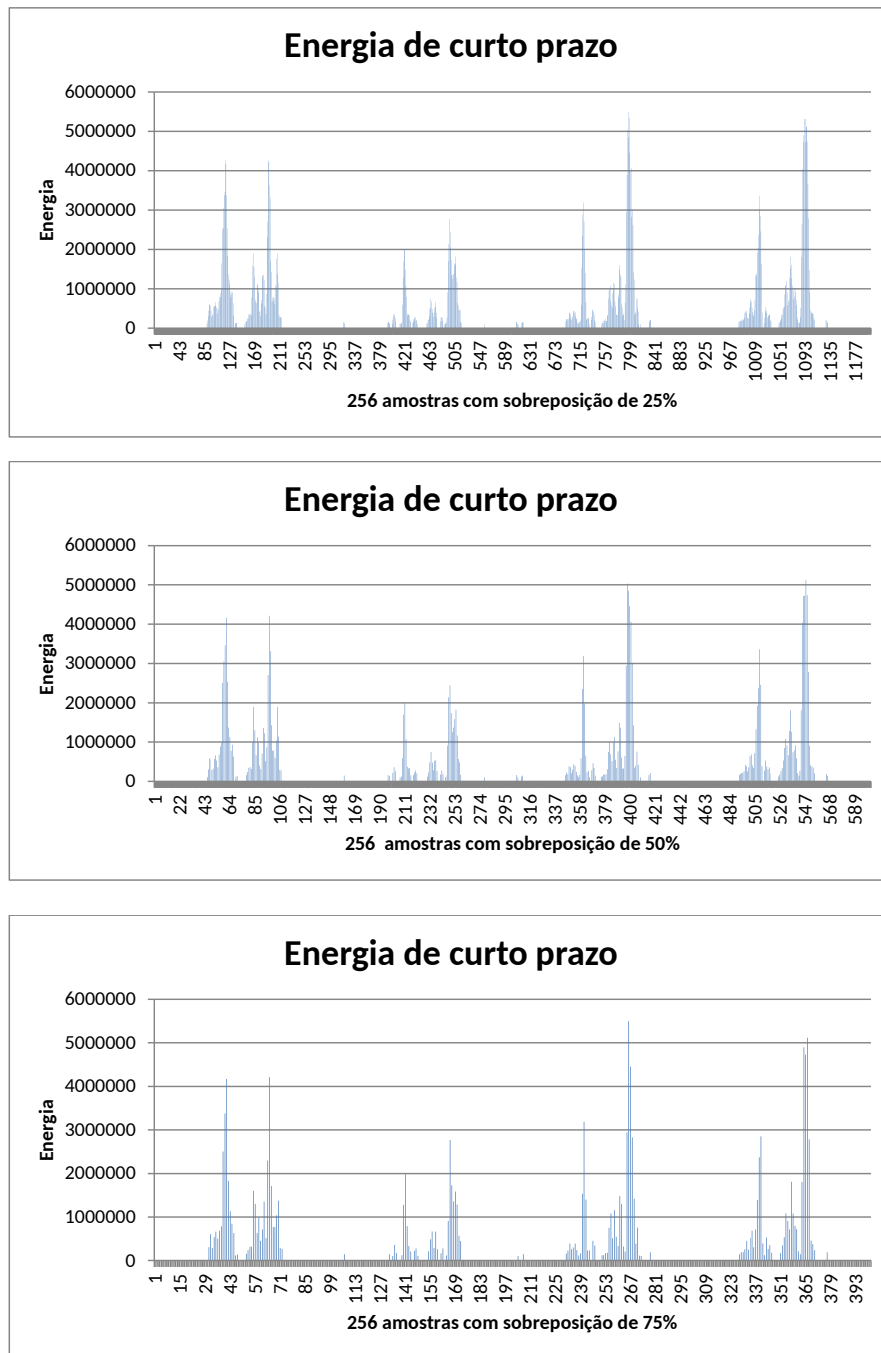
Fonte: autoria própria

Figura 55 - Resultado do processamento energia de curto prazo com 128 amostras com sobreposição de 25, 50 e 75%



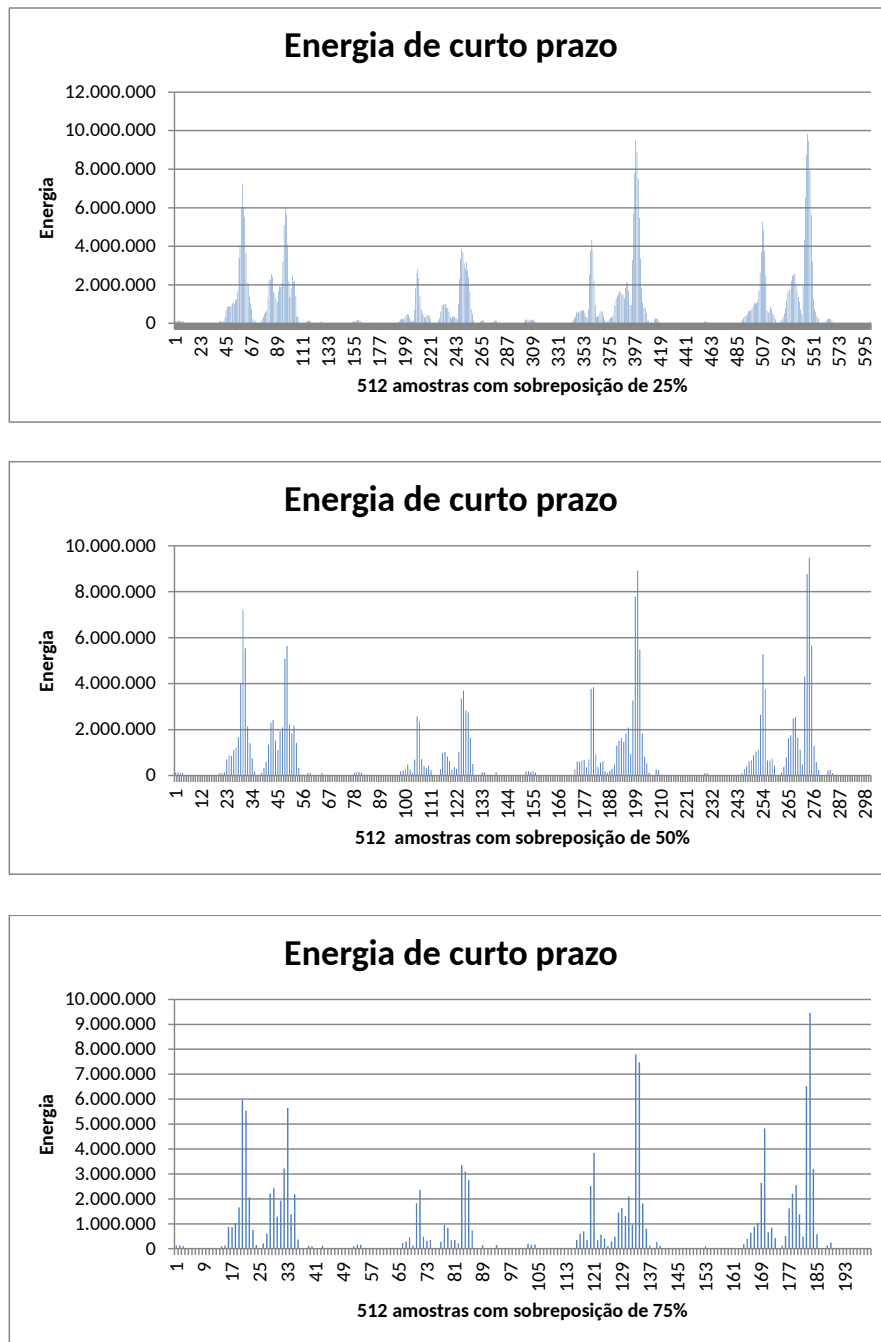
Fonte: autoria própria

Figura 56 - Resultado do processamento energia de curto prazo com 256 amostras com sobreposição de 25, 50 e 75%



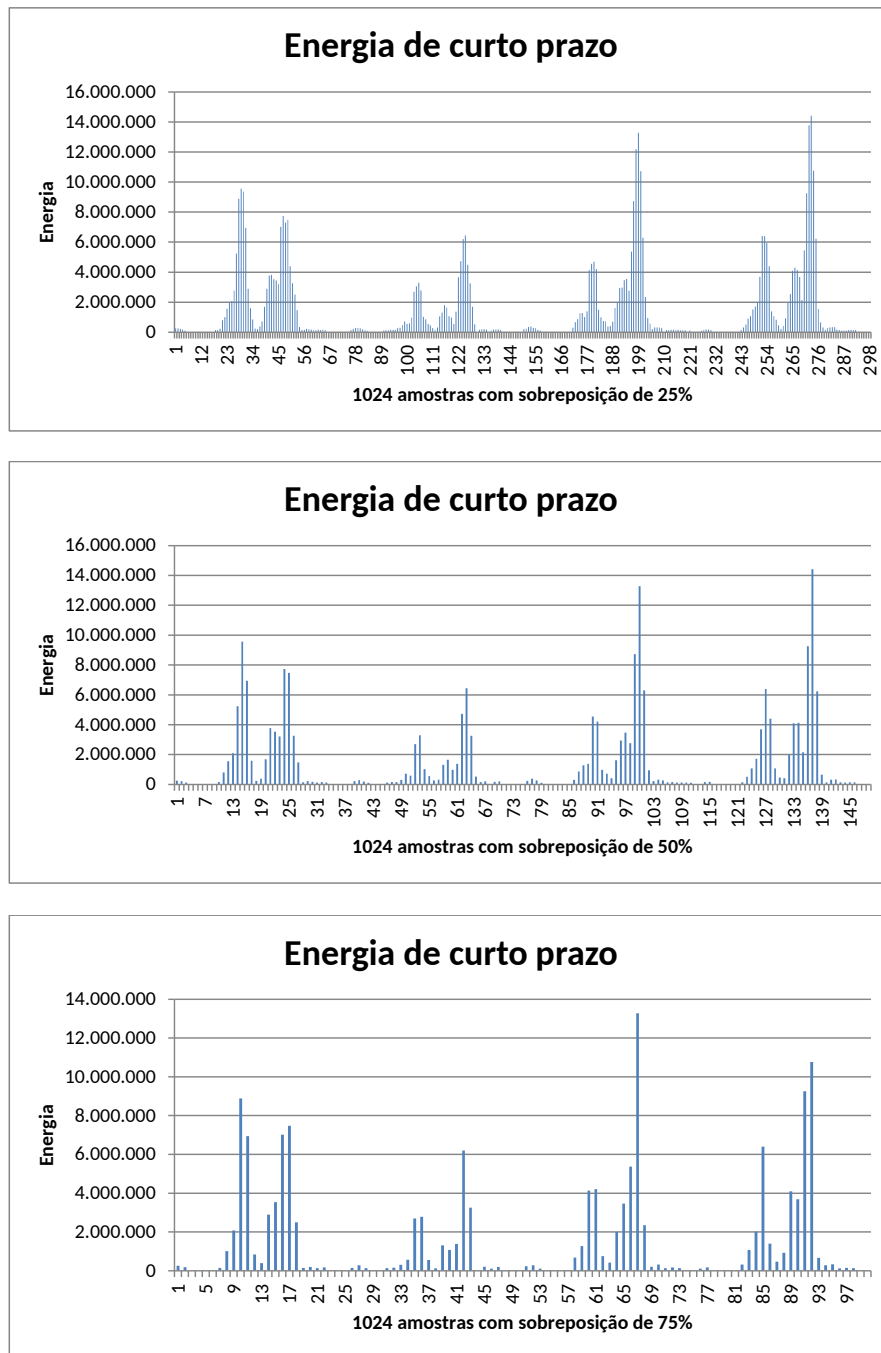
Fonte: autoria própria

Figura 57 - Resultado do processamento energia de curto prazo com 512 amostras com sobreposição de 25, 50 e 75%



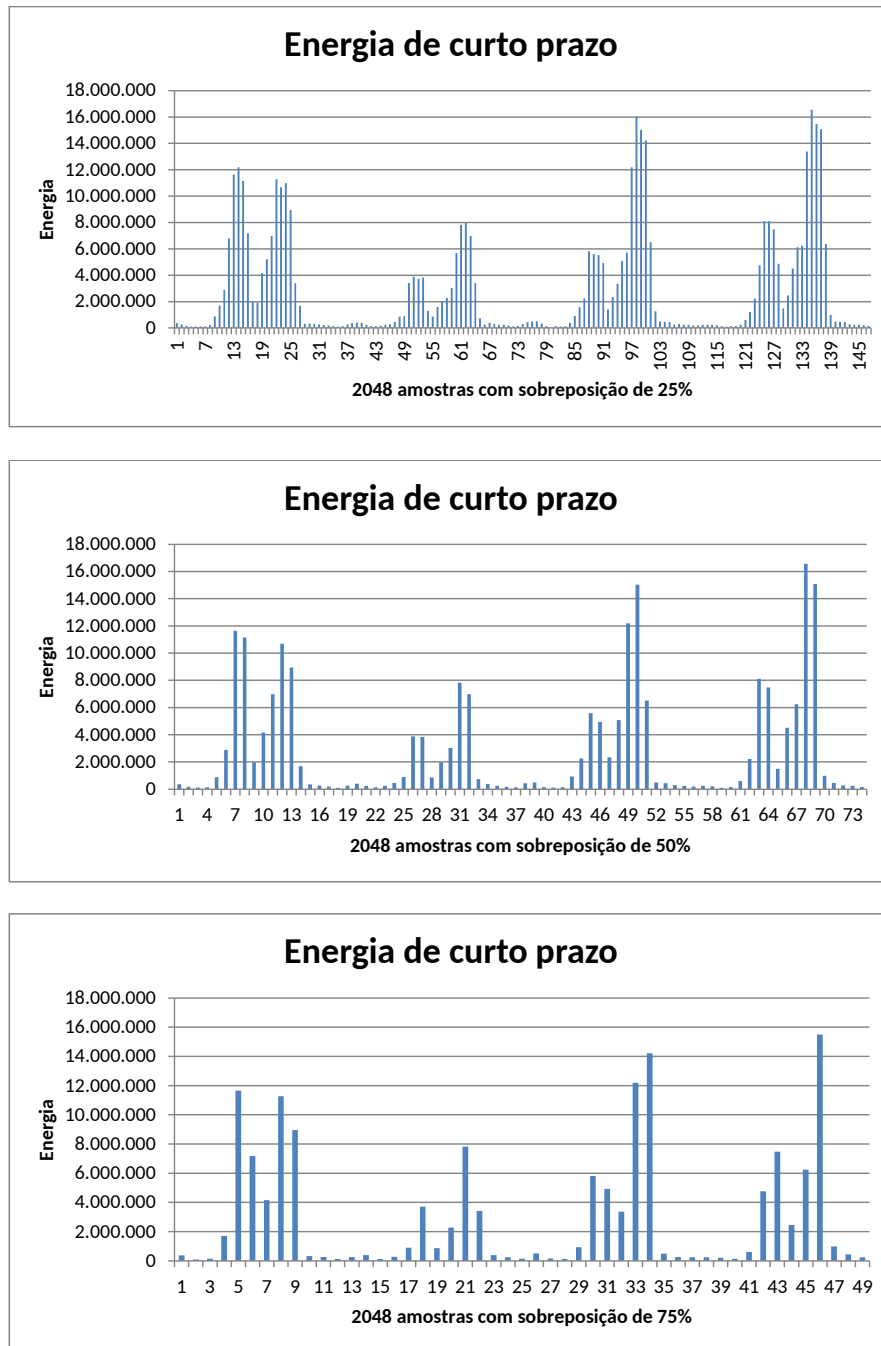
Fonte: autoria própria

Figura 58 - Resultado do processamento energia de curto prazo com 1024 amostras com sobreposição de 25, 50 e 75%



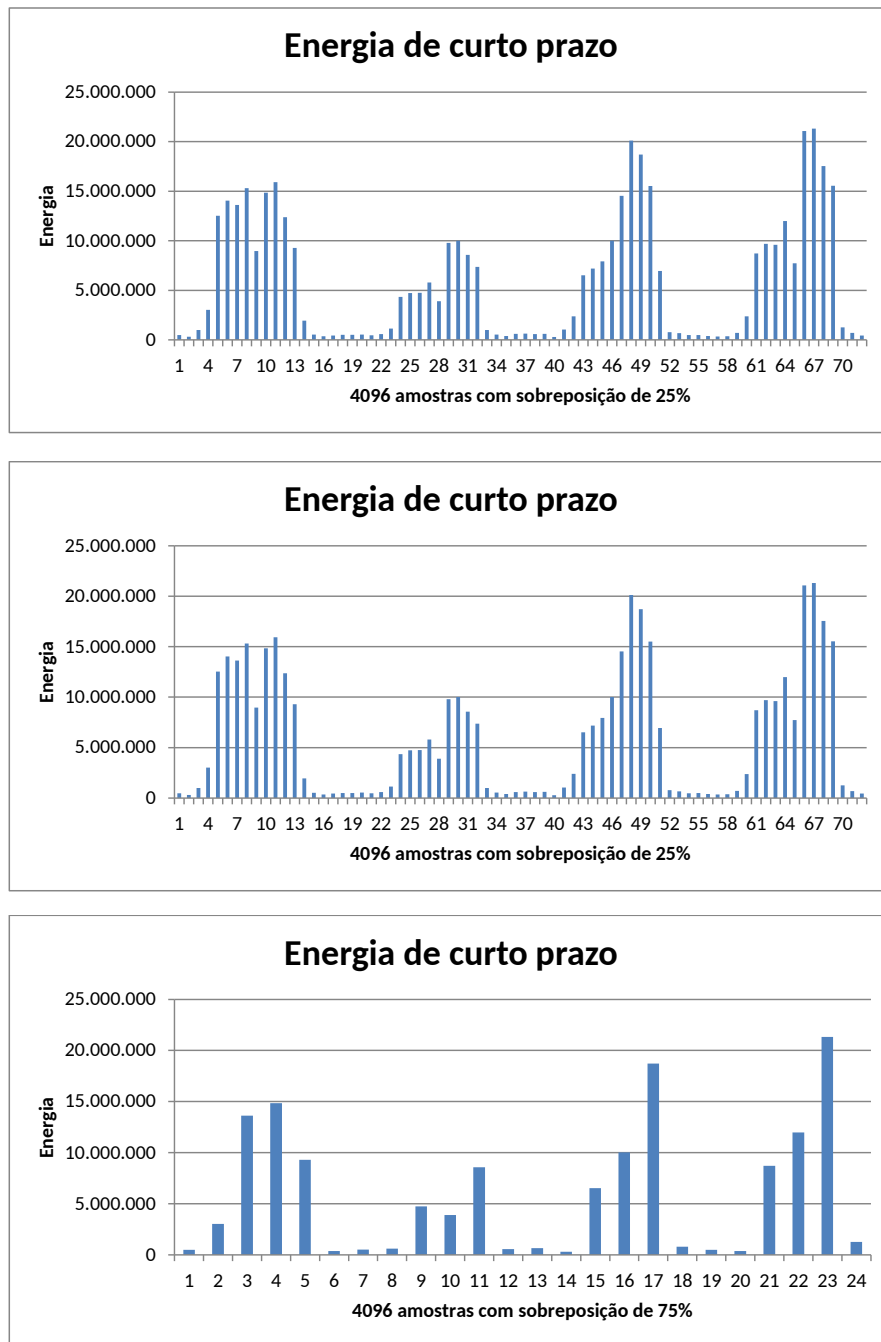
Fonte: autoria própria

Figura 59 - Resultado do processamento energia de curto prazo com 2048 amostras com sobreposição de 25, 50 e 75%



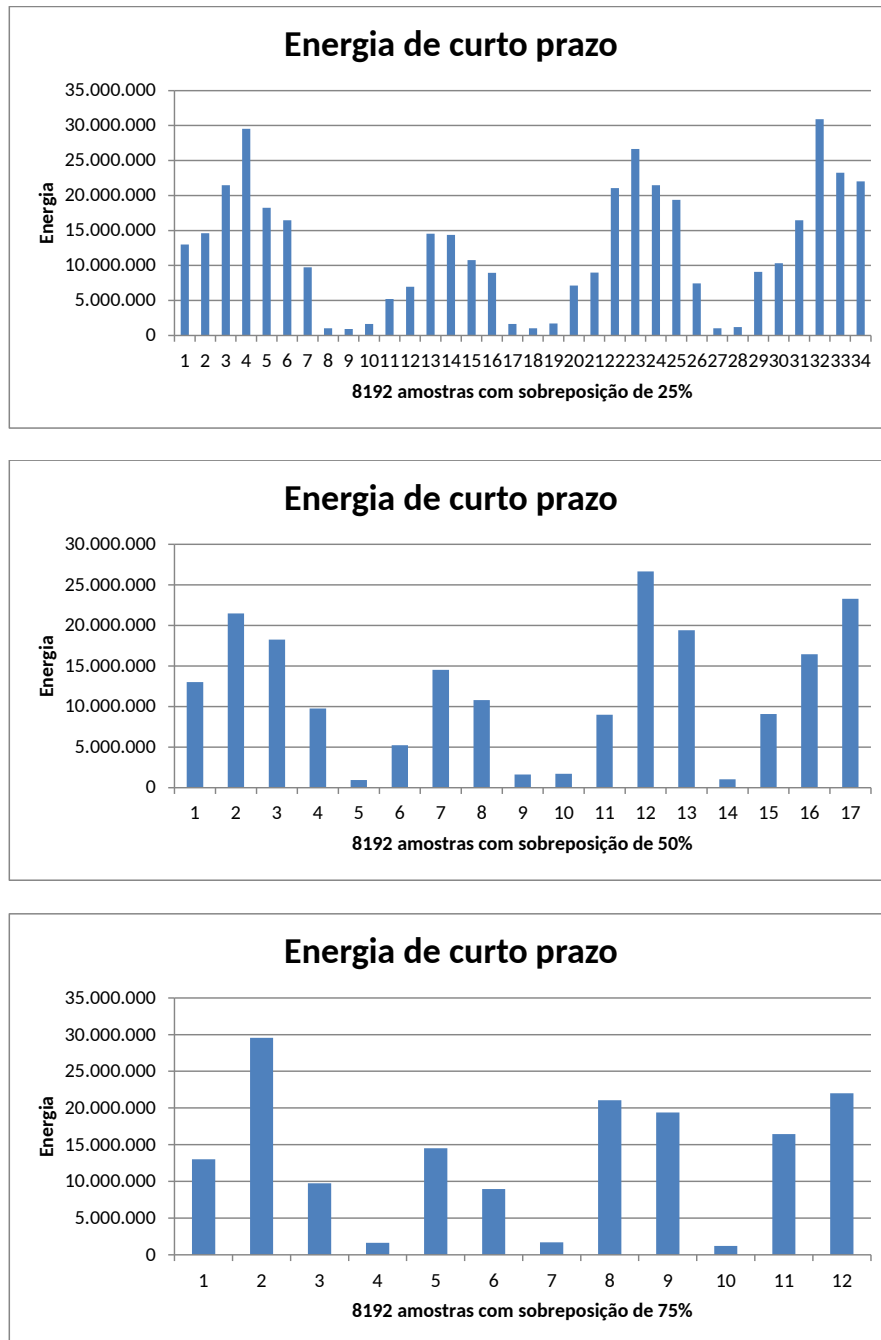
Fonte: autoria própria

Figura 60 - Resultado do processamento energia de curto prazo com 4096 amostras com sobreposição de 25, 50 e 75%



Fonte: autoria própria

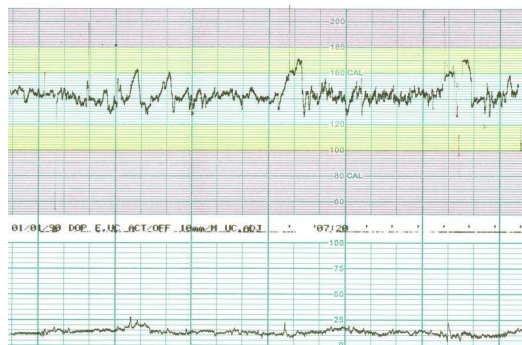
Figura 61 - Resultado do processamento energia de curto prazo com 8192 amostras com sobreposição de 25, 50 e 75%



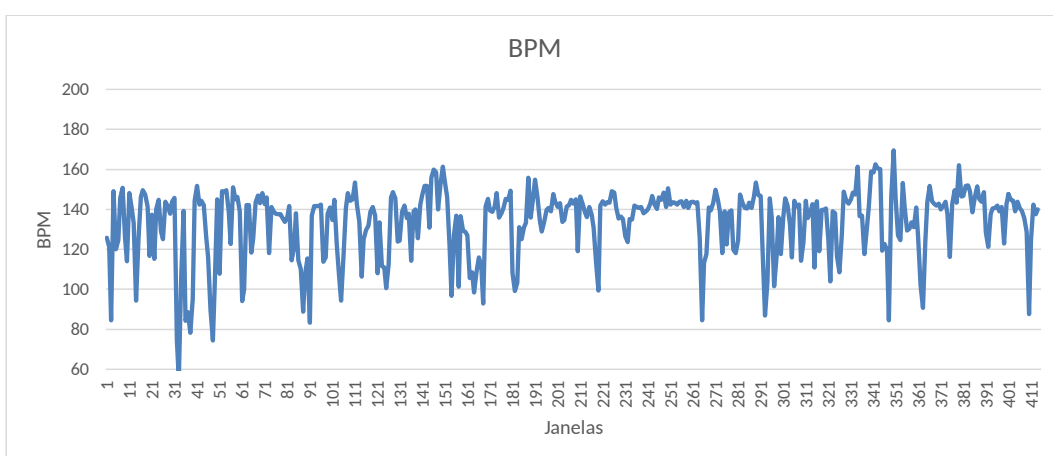
Fonte: autoria própria

**APÊNDICE D - RESULTADOS DOS  
PROCESSAMENTOS DO ALGORITMO DA  
CORRELAÇÃO E LAUDOS DAS GESTANTES**

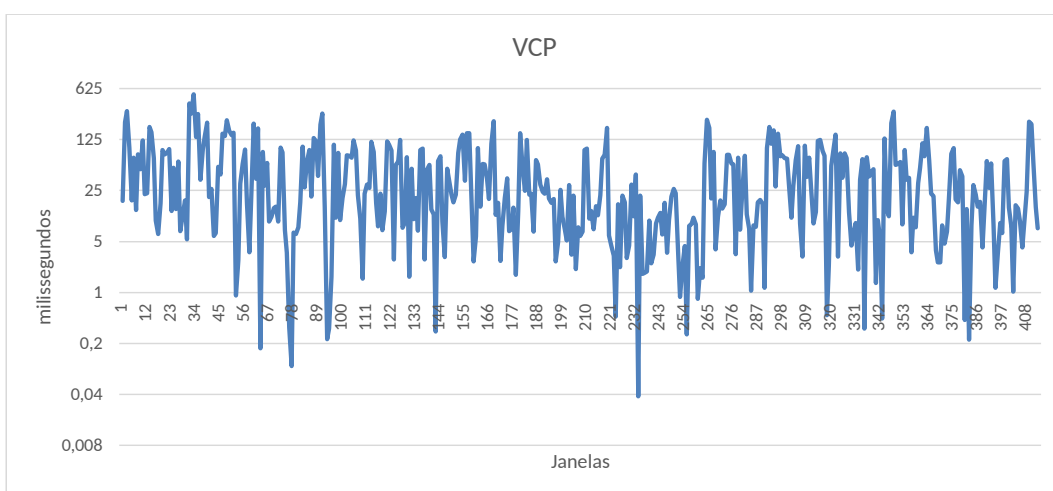
Figura 62 - Cardiocograma, gráficos da FCF e VCP da Gestante A  
Gestante A - Cardiocograma



Frequência Cardíaca Fetal x Janelas (FCFB = 133,52 bpm)

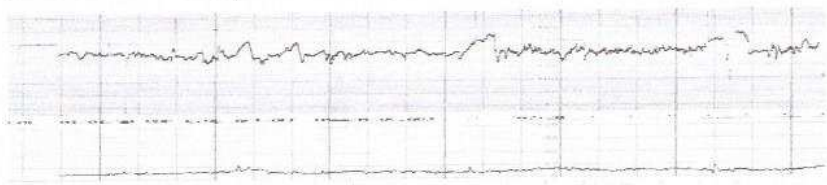


Variabilidade Curto Prazo (VCP = 48,70 ms)



Fonte: autoria própria

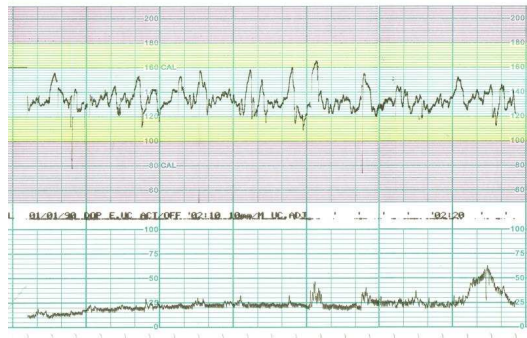
Figura 63 - Laudo da Gestante A

<b>CAMF</b>		MEDICINA FETAL GENÉTICA HUMANA ULTRA-SONOGRAFIA MAMOGRAFIA
Av. Brigadeiro Faria Lima, 5028 - São Pedro São José do Rio Preto - SP - CEP: 15090-000 Tel/Fax.: (17) 2139-6700		
<b>PACIENTE: Gestante A</b>		
<b>EXAME:</b>		
<b>MÉDICO:</b>		
<b>DATA:</b> 07/07/2015		
<b>IDADE:</b> 29A		
<b>PERFIL BIOFÍSICO DO FETO</b>		
Volume Do Líquido Amniótico:		Nota: 02
Tonus Fetal:		Nota: 02
Movimentos Corporais:		Nota: 02
Movimentos Respiratórios:		Nota: 02
Reatividade Cardíaca (cardiotocografia):		Nota: 02
Total		Nota: 10
<b>IMPRESSÃO:</b> Perfil Biofísico compatível com boa vitalidade fetal (Tranquilizador).		
<b>OBSERVAÇÃO:</b> Os testes antepartos de avaliação do bem estar fetal (Cardiotocografia e/ou Perfil Biofísico Fetal) tem valor preditor de, no máximo, uma semana.		
		
EM CASO DE RETORNO É MUITO IMPORTANTE TRAZER OS EXAMES ANTERIORES PARA ANÁLISE COMPARATIVA. *GUARDE E CONSERVE-OS COM CUIDADO*.		

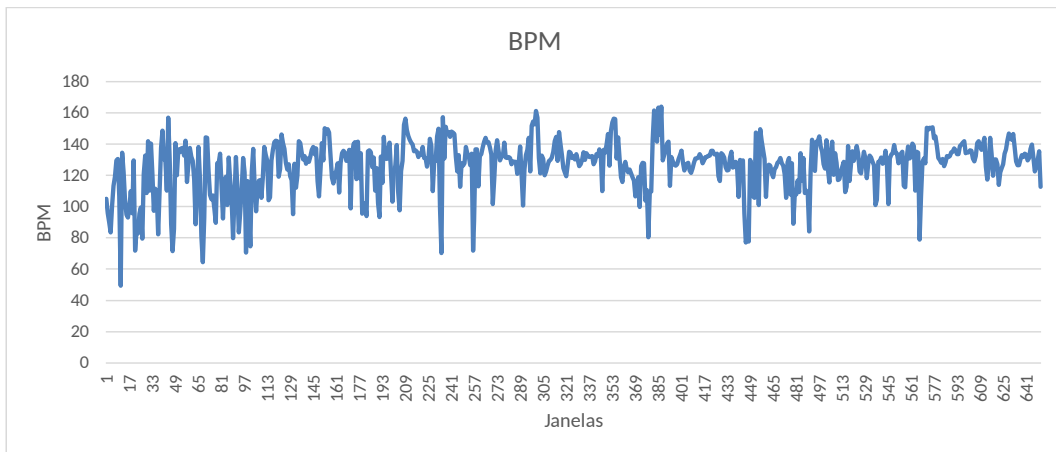
Fonte: CAMF

Figura 64 - Cardiograma, gráficos da FCF e VCP da Gestante B

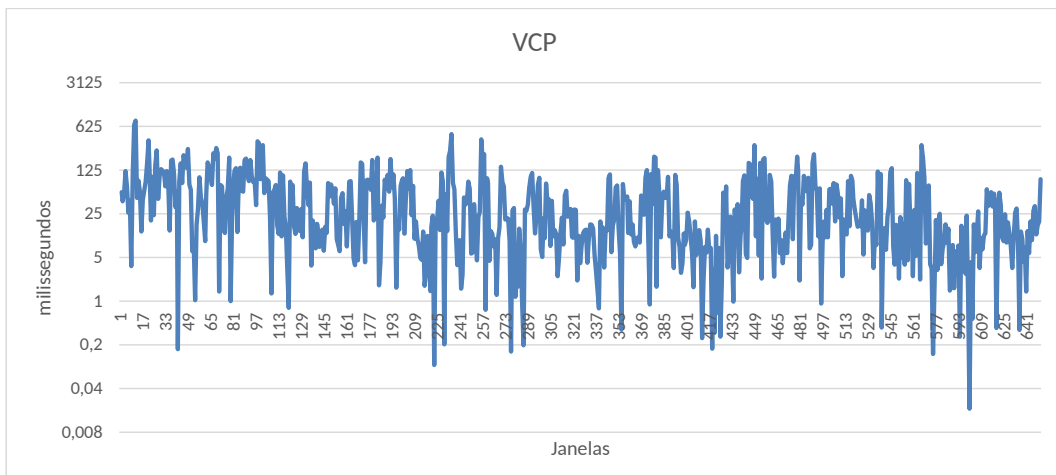
Gestante B - Cardiograma



Frequência Cardíaca Fetal x Janelas (FCFB = 126,22 bpm)




Variabilidade Curto Prazo (VCP = 49,37 ms)



Fonte: autoria própria

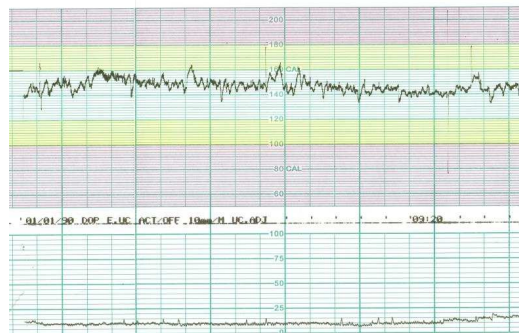
Figura 65 - Laudo da Gestante B

<b>CAMF</b>	<b>MEDICINA FETAL GENÉTICA HUMANA ULTRA-SONOGRAFIA MAMOGRAFIA</b>
Av. Brigadeiro Faria Lima, 5028 - São Pedro São José do Rio Preto - SP - CEP: 15090-000 Tel/Fax.: (17) 2139-6700	
<b>PACIENTE: Gestante B</b> EXAME: MÉDICO: DATA: 20/07/2015 IDADE: 31A	
<b>CARDIOTOCOGRAFIA ANTEPARTO</b>	
<b>INDICAÇÃO: AVALIAÇÃO</b>	
<b>RESULTADO: TESTE SEM SOBRECARGA. TESTE REATIVO (TRANQUILIZADOR), PELO APARECIMENTO DE ACELERAÇÕES TRANSITÓRIAS DA FREQUENCIA CARDÍACA FETAL.</b>	
<b>RECOMENDAÇÃO: OS TESTES ANTEPARTOS DE AVALIAÇÃO DO BEM ESTAR FETAL CARDIOTOCOGRAFIA TEM VALOR PREVISOR DE, NO MÁXIMO, UMA SEMANA.</b>	
	
EM CASO DE RETORNO É MUITO IMPORTANTE TRAZER OS EXAMES ANTERIORES PARA ANÁLISE COMPARATIVA. "GUARDE E CONSERVE-OS COM CUIDADO".	

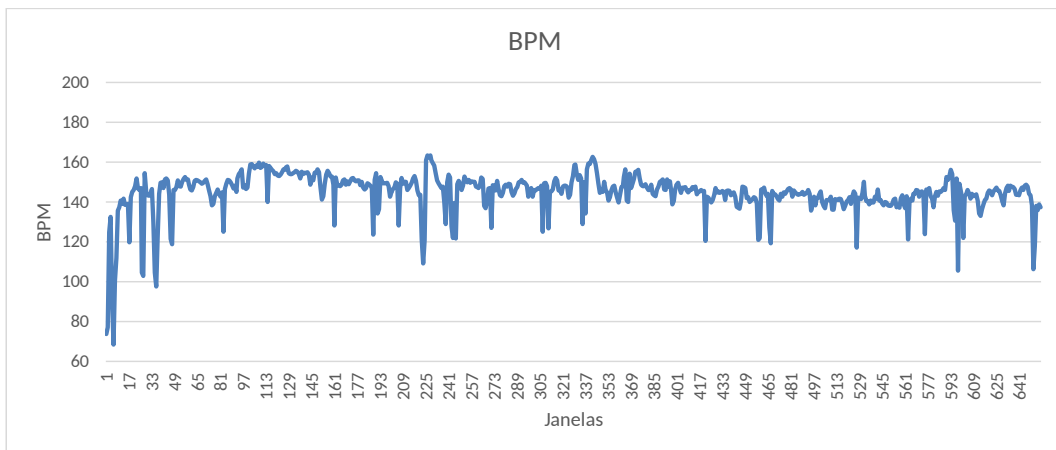
Fonte: CAMF

Figura 66 - Cardiocotograma, gráficos da FCF e VCP da Gestante C

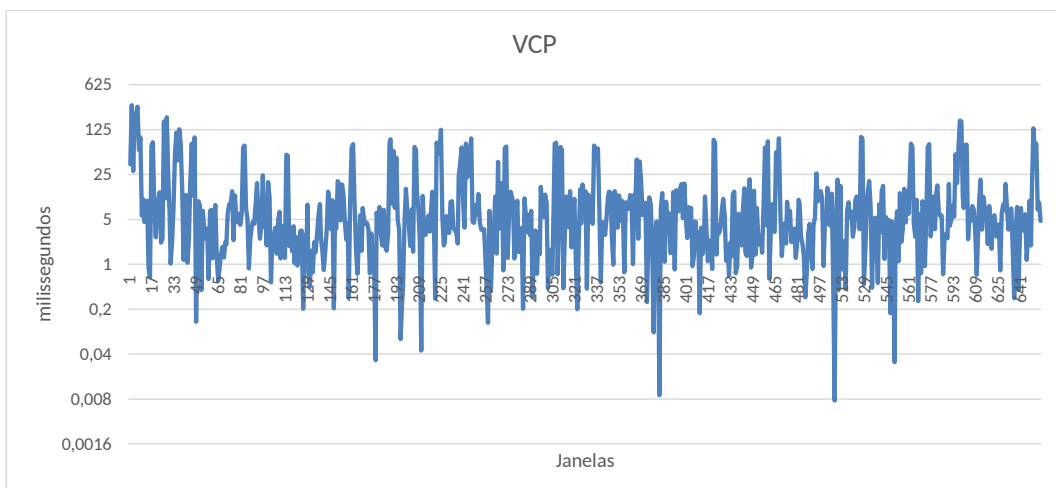
Gestante C - Cardiocotograma



Frequência Cardíaca Fetal x Janelas (FCFB = 144,70 bpm)

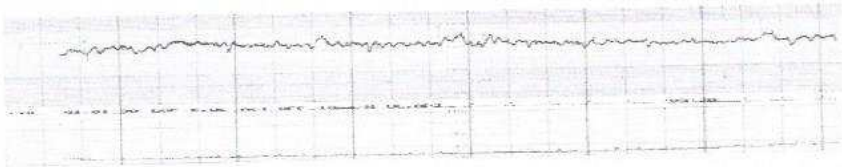


Variabilidade Curto Prazo (VCP = 14,68 ms)



Fonte: autoria própria

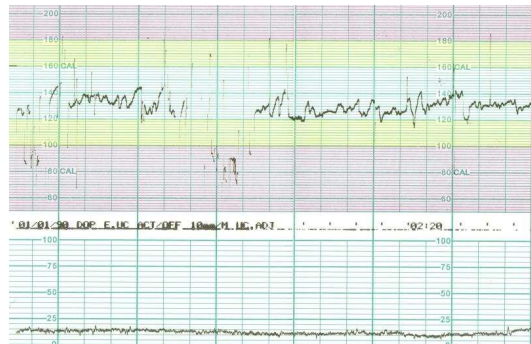
Figura 67 - Laudo da Gestante C

<b>CAMF</b>		MEDICINA FETAL GENÉTICA HUMANA ULTRA-SONOGRAFIA MAMOGRAFIA
Av. Brigadeiro Faria Lima, 5028 - São Pedro São José do Rio Preto - SP - CEP: 15090-000 Tel/Fax.: (17) 2139-6700		
<b>PACIENTE: Gestante C</b>		
EXAME:		
MÉDICO:		
DATA:	07/07/2015	
IDADE:	34A	
<b>PERFIL BIOFÍSICO DO FETO</b>		
Volume Do Líquido Amniótico:	Nota:	02
Tonus Fetal:	Nota:	02
Movimentos Corporais:	Nota:	02
Movimentos Respiratórios:	Nota:	02
Reatividade Cardíaca (cardiotocografia):	Nota:	02
Total	Nota:	10
<b>IMPRESSÃO:</b> Perfil Biofísico compatível com boa vitalidade fetal (Tranquilizador).		
<b>OBSERVAÇÃO:</b> Os testes antepartos de avaliação do bem estar fetal (Cardiotocografia e/ou Perfil Biofísico Fetal) tem valor predictor de, no máximo, uma semana.		
		
EM CASO DE RETORNO É MUITO IMPORTANTE TRAZER OS EXAMES ANTERIORES PARA ANÁLISE COMPARATIVA. *GUARDE E CONSERVE-OS COM CUIDADO*.		

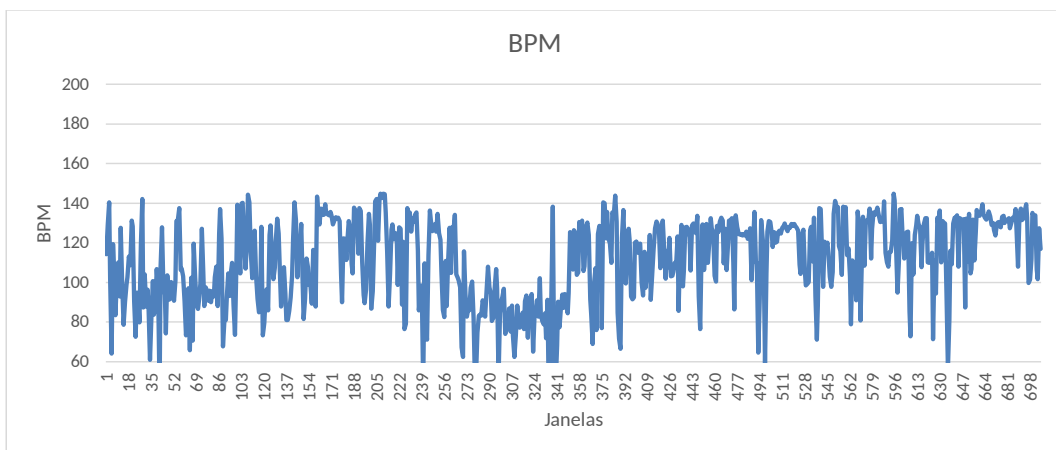
Fonte: CAMF

Figura 68 - Cardiocograma, gráficos da FCF e VCP da Gestante D

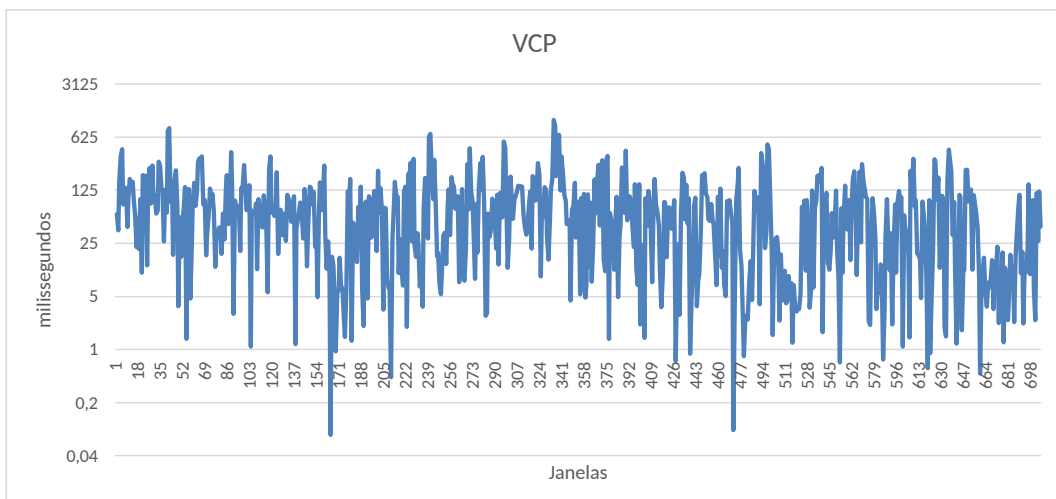
Gestante D - Cardiocograma



Frequência Cardíaca Fetal x Janelas (FCFB = 110,98 bpm)



Variabilidade Curto Prazo (VCP = 85,09 ms)



Fonte: autoria própria

Figura 69 - Laudo da Gestante D

<b>CAMF</b>	<b>MEDICINA FETAL GENÉTICA HUMANA ULTRA-SONOGRAFIA MAMOGRAFIA</b>
Av. Brigadeiro Faria Lima, 5028 - São Pedro São José do Rio Preto - SP - CEP: 15090-000 Tel/Fax.: (17) 2139-6700	

**PACIENTE: Gestante D**  
**EXAME:**  
**MÉDICO:**  
**DATA:** 14/07/2015  
**IDADE:** 31A

**PERFIL BIOFÍSICO DO FETO**

Volume Do Líquido Amniótico:	Nota: 02
Tonus Fetal:	Nota: 02
Movimentos Corporais:	Nota: 02
Movimentos Respiratórios:	Nota: 02
Reatividade Cardíaca (cardiotocografia):	Nota: 02
Total	Nota: 10

**IMPRESSÃO:** Perfil Biofísico compatível com boa vitalidade fetal (Tranquilizador).

**OBSERVAÇÃO:** Os testes antepartos de avaliação do bem estar fetal (Cardiotocografia e/ou Perfil Biofísico Fetal) tem valor preditor de, no máximo, uma semana.

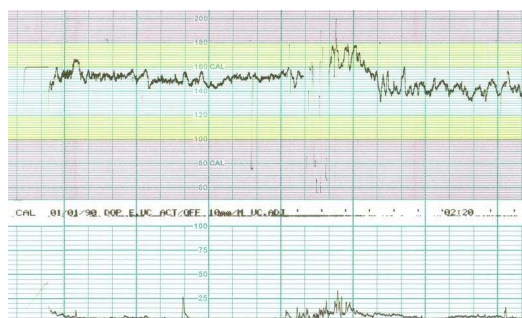


EM CASO DE RETORNO É MUITO IMPORTANTE TRAZER OS EXAMES ANTERIORES PARA ANÁLISE COMPARATIVA. "GUARDE E CONSERVE-OS COM CUIDADO".

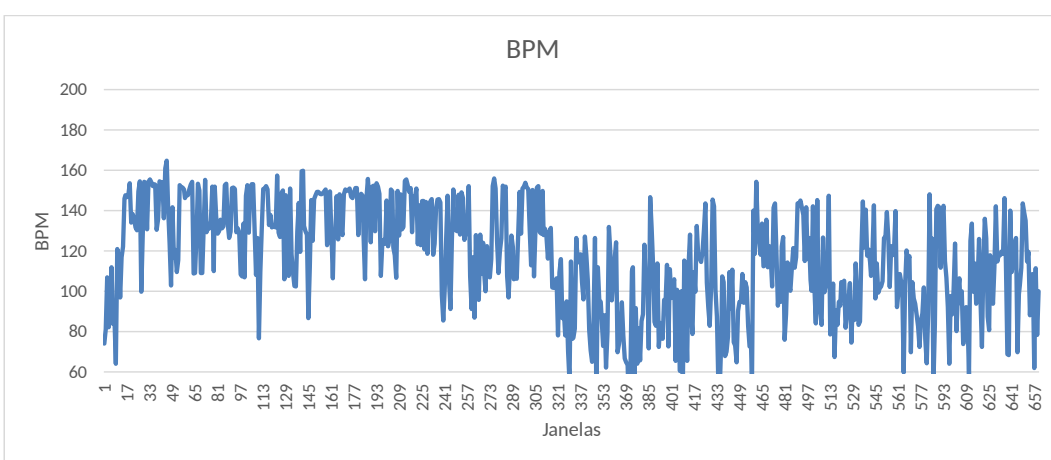
Fonte: CAMF

Figura 70 - Cardiocograma, gráficos da FCF e VCP da Gestante E

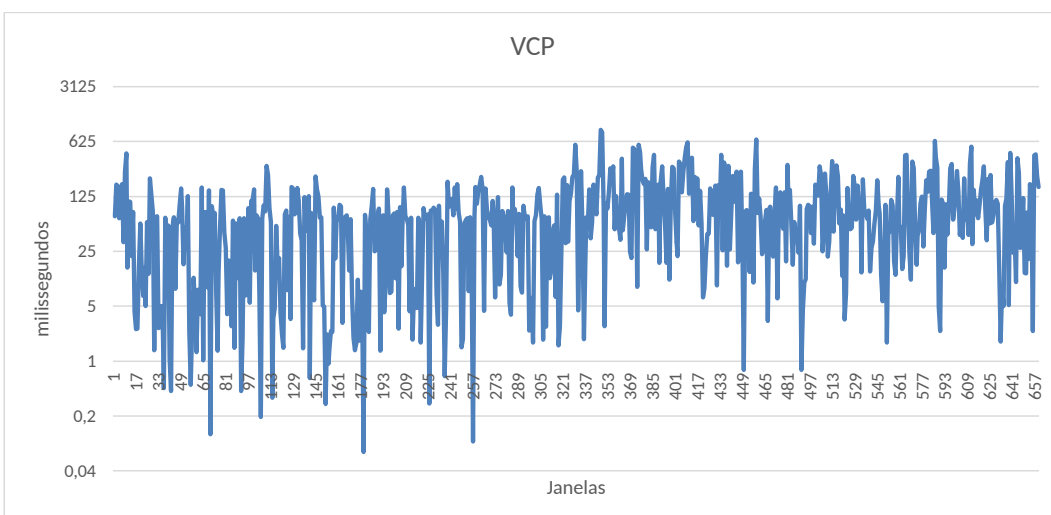
Gestante E - Cardiocograma



Frequência Cardíaca Fetal x Janelas (FCFB = 116,69 bpm)




Variabilidade Curto Prazo (VCP = 97,36 ms)



Fonte: autoria própria

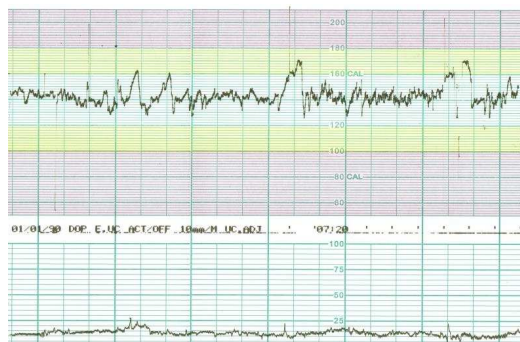
Figura 71 - Laudo da Gestante E

<b>CAMF</b>		<b>MEDICINA FETAL GENÉTICA HUMANA ULTRA-SONOGRAFIA MAMOGRAFIA</b>
Av. Brigadeiro Faria Lima, 5028 - São Pedro São José do Rio Preto - SP - CEP: 15090-000 Tel/Fax.: (17) 2139-6700		
<b>PACIENTE: Gestante E</b>		
<b>EXAME:</b>		
<b>MÉDICO:</b>		
<b>DATA:</b> 28/07/2015		
<b>IDADE:</b> 28A		
<b>PERFIL BIOFÍSICO DO FETO</b>		
<b>Volume Do Líquido Amniótico:</b>		<b>Nota: 02</b>
<b>Tonus Fetal:</b>		<b>Nota: 02</b>
<b>Movimentos Corporais:</b>		<b>Nota: 02</b>
<b>Movimentos Respiratórios:</b>		<b>Nota: 02</b>
<b>Reatividade Cardíaca (cardiotocografia):</b>		<b>Nota: 02</b>
<b>Total</b>		<b>Nota: 10</b>
<b>IMPRESSÃO:</b> Perfil Biofísico compatível com boa vitalidade fetal (Tranquilizador).		
<b>OBSERVAÇÃO:</b> Os testes antepartos de avaliação do bem estar fetal (Cardiotocografia e/ou Perfil Biofísico Fetal) tem valor predictor de, no máximo, uma semana.		
		
EM CASO DE RETORNO É MUITO IMPORTANTE TRAZER OS EXAMES ANTERIORES PARA ANÁLISE COMPARATIVA. *GUARDE E CONSERVE-OS COM CUIDADO*.		

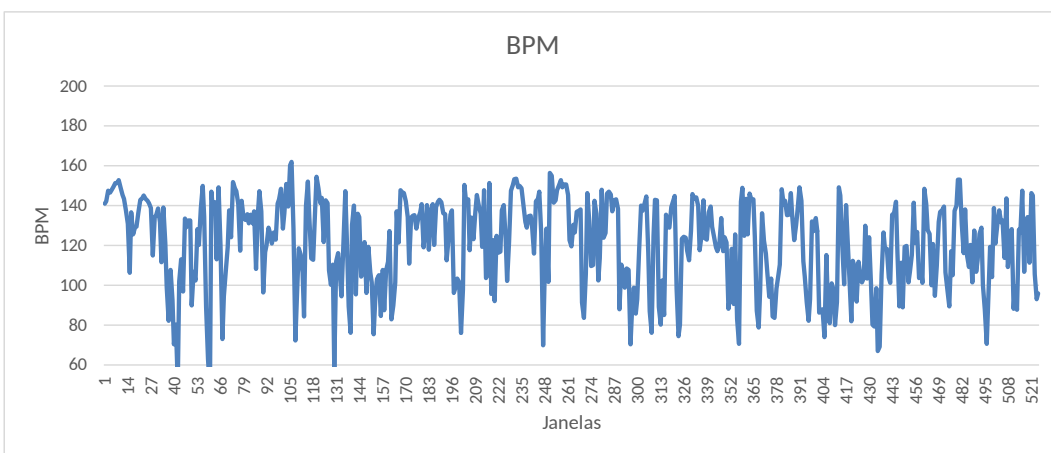
Fonte: CAMF

Figura 72 - Cardiograma, gráficos da FCF e VCP da Gestante F

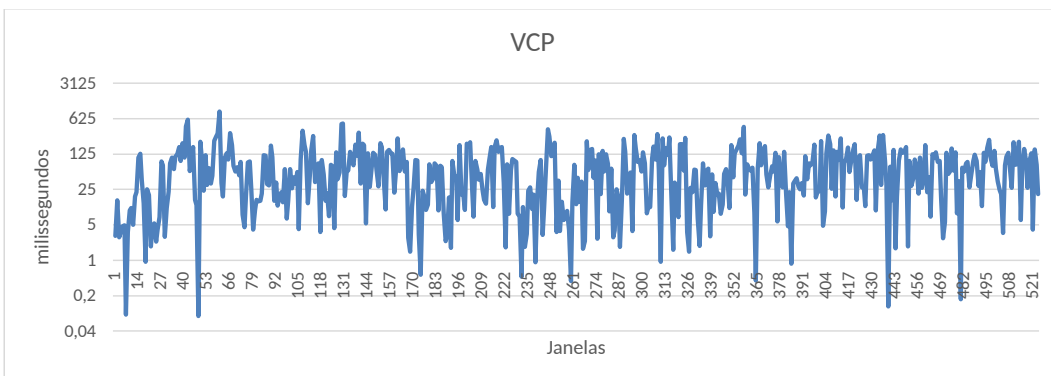
Gestante F - Cardiograma



Frequência Cardíaca Fetal x Janelas (FCFB = 120,96 bpm)




Variabilidade Curto Prazo (VCP = 78,67 ms)



Fonte: autoria própria

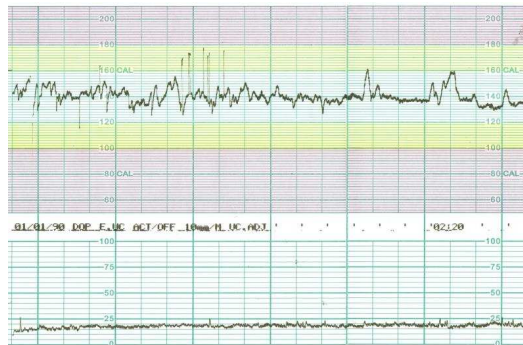
Figura 73 - Laudo da Gestante F

<b>CAMF</b>		MEDICINA FETAL GENÉTICA HUMANA ULTRA-SONOGRAFIA MAMOGRAFIA
Av. Brigadeiro Faria Lima, 5028 - São Pedro São José do Rio Preto - SP - CEP: 15090-000 Tel/Fax.: (17) 2139-6700		
<b>PACIENTE: Gestante F</b>		
<b>EXAME:</b>		
<b>MÉDICO:</b>		
<b>DATA:</b> 07/07/2015		
<b>IDADE:</b> 31A		
<b>PERFIL BIOFÍSICO DO FETO</b>		
Volume Do Líquido Amniótico:	Nota: 02	
Tonus Fetal:	Nota: 02	
Movimentos Corporais:	Nota: 02	
Movimentos Respiratórios:	Nota: 02	
Reatividade Cardíaca (cardiotocografia):	Nota: 02	
Total	Nota: 10	
<b>IMPRESSÃO:</b> Perfil Biofísico compatível com boa vitalidade fetal (Tranquilizador).		
<b>OBSERVAÇÃO:</b> Os testes antepartos de avaliação do bem estar fetal (Cardiotocografia e/ou Perfil Biofísico Fetal) tem valor preditor de, no máximo, uma semana.		
		
EM CASO DE RETORNO É MUITO IMPORTANTE TRAZER OS EXAMES ANTERIORES PARA ANÁLISE COMPARATIVA. "GUARDE E CONSERVE-OS COM CUIDADO".		

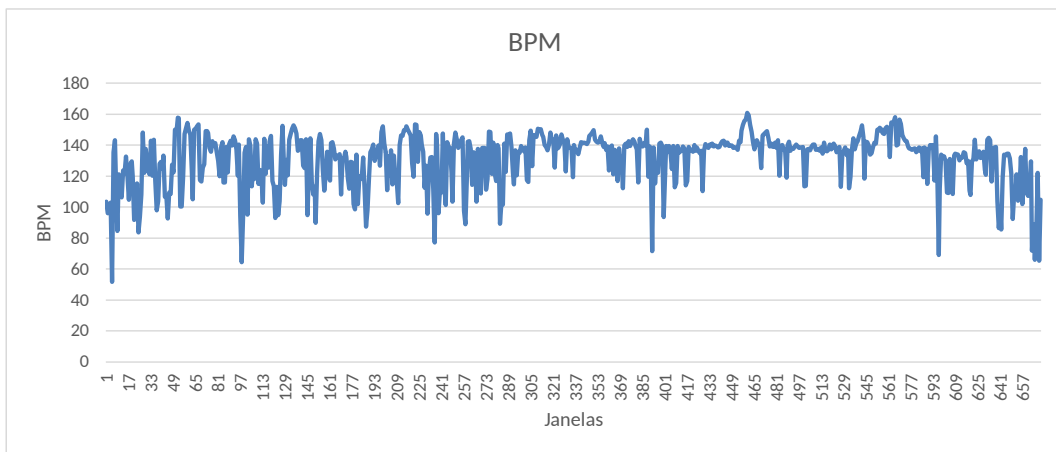
Fonte: CAMF

Figura 74 - Cardiocograma, gráficos da FCF e VCP da Gestante G

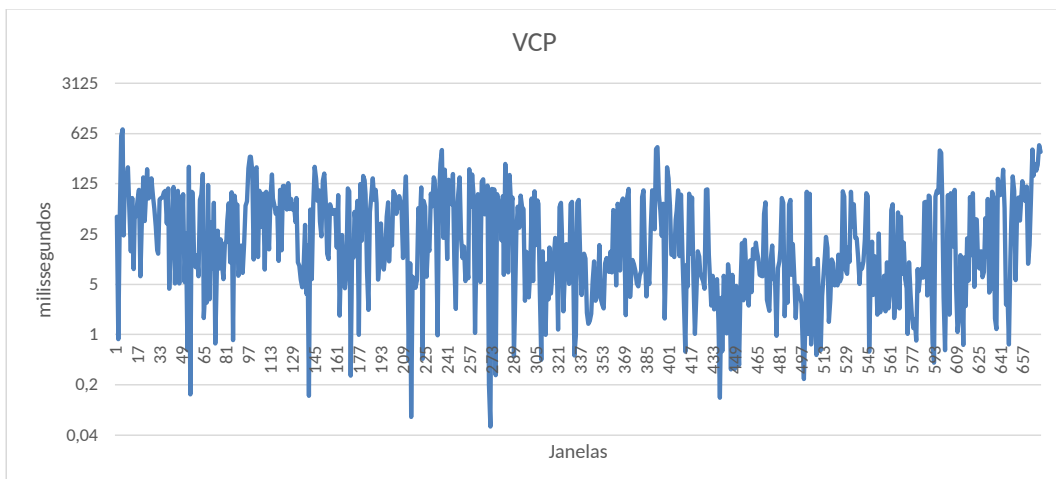
Gestante G - Cardiocograma



Frequência Cardíaca Fetal x Janelas (FCFB = 133,52 bpm)

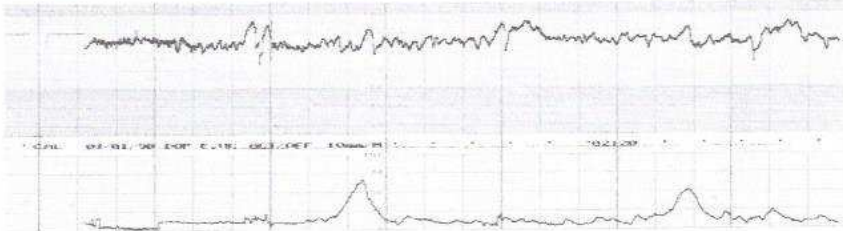


Variabilidade Curto Prazo (VCP = 48,70 ms)



Fonte: autoria própria

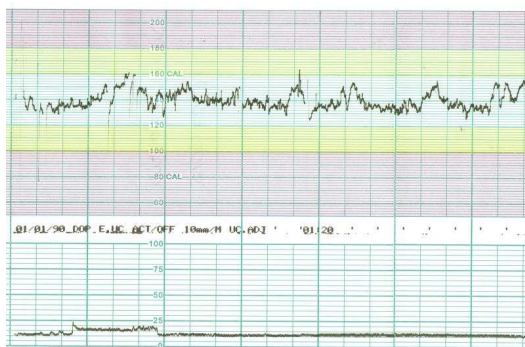
Figura 75 - Laudo da Gestante G

<b>CAMF</b>		MEDICINA FETAL GENÉTICA HUMANA ULTRA-SONOGRAFIA MAMOGRAFIA
Av. Brigadeiro Faria Lima, 5028 - São Pedro São José do Rio Preto - SP - CEP: 15090-000 Tel/Fax.: (17) 2139-6700		
<b>PACIENTE: Gestate G</b>		
<b>EXAME:</b>		
<b>MÉDICO:</b>		
<b>DATA:</b>	12/11/2015	
<b>IDADE:</b>	28A	
<b>PERFIL BIOFÍSICO DO FETO</b>		
Volume Do Líquido Amniótico:	Nota:	00
Tonus Fetal:	Nota:	02
Movimentos Corporais:	Nota:	02
Movimentos Respiratórios:	Nota:	02
Reatividade Cardíaca (cardiotocografia):	Nota:	02
Total	Nota:	08
<b>IMPRESSÃO:</b> Perfil Biofísico compatível com boa vitalidade fetal (Tranquilizador).		
<b>OBSERVAÇÃO:</b> Os testes antepartos de avaliação do bem estar fetal (Cardiotocografia e/ou Perfil Biofísico Fetal) tem valor predictor de, no máximo, uma semana.		
		
EM CASO DE RETORNO É MUITO IMPORTANTE TRAZER OS EXAMES ANTERIORES PARA ANÁLISE COMPARATIVA. "GUARDE E CONSERVE-OS COM CUIDADO".		

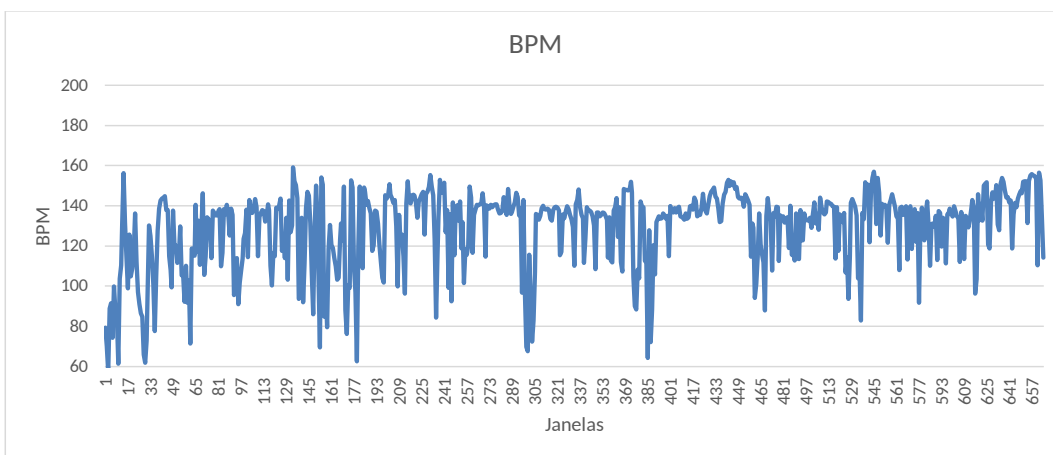
Fonte: CAMF

Figura 76 - Cardiocotograma, gráficos da FCF e VCP da Gestante H

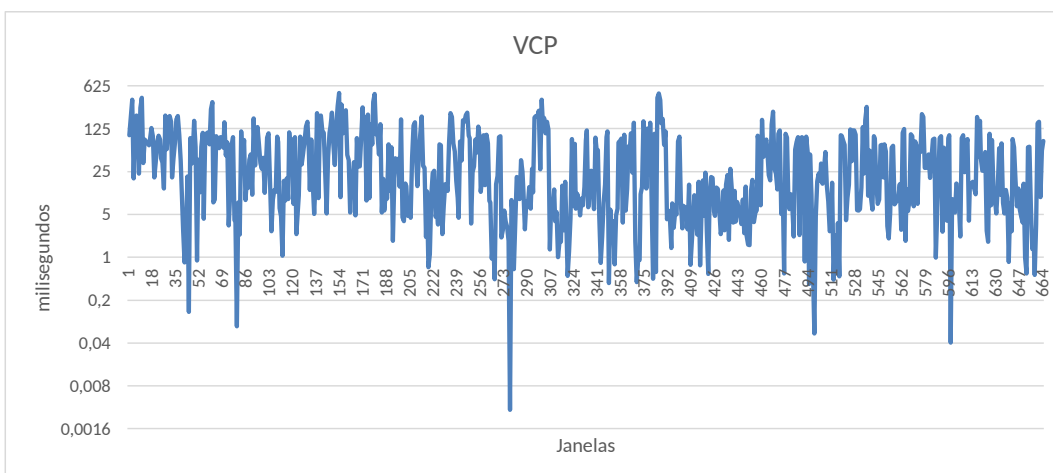
Gestante H - Cardiocotograma



Frequência Cardíaca Fetal x Janelas (FCFB = 128,85 bpm)

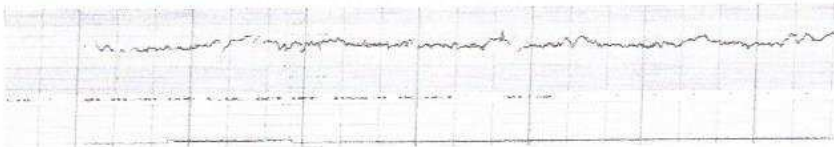


Variabilidade Curto Prazo (VCP = 53,63 ms)



Fonte: autoria própria

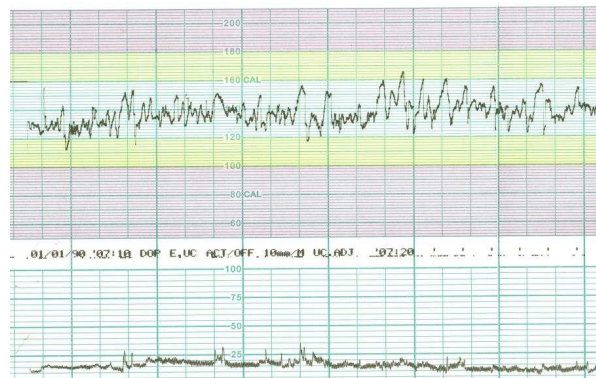
Figura 77 - Laudo da Gestante H

<b>CAMF</b>		MEDICINA FETAL GENÉTICA HUMANA ULTRA-SONOGRAFIA MAMOGRAFIA
Av. Brigadeiro Faria Lima, 5028 - São Pedro São José do Rio Preto - SP - CEP: 15090-000 Tel/Fax.: (17) 2139-6700		
<b>PACIENTE: Gestante H</b>		
<b>EXAME:</b>		
<b>MÉDICO:</b>		
<b>DATA:</b>	16/07/2015	
<b>IDADE:</b>	29A	
<b>PERFIL BIOFÍSICO DO FETO</b>		
Volume Do Líquido Amniótico:	Nota:	02
Tonus Fetal:	Nota:	02
Movimentos Corporais:	Nota:	02
Movimentos Respiratórios:	Nota:	02
Reatividade Cardíaca (cardiotocografia):	Nota:	02
Total	Nota:	10
<b>IMPRESSÃO:</b> Perfil Biofísico compatível com boa vitalidade fetal (Tranquilizador).		
<b>OBSERVAÇÃO:</b> Os testes antepartos de avaliação do bem estar fetal (Cardiotocografia e/ou Perfil Biofísico Fetal) tem valor previsor de, no máximo, uma semana.		
		
<small>EM CASO DE RETORNO É MUITO IMPORTANTE TRAZER OS EXAMES ANTERIORES PARA ANÁLISE COMPARATIVA. "GUARDE E CONSERVE-OS COM CUIDADO".</small>		

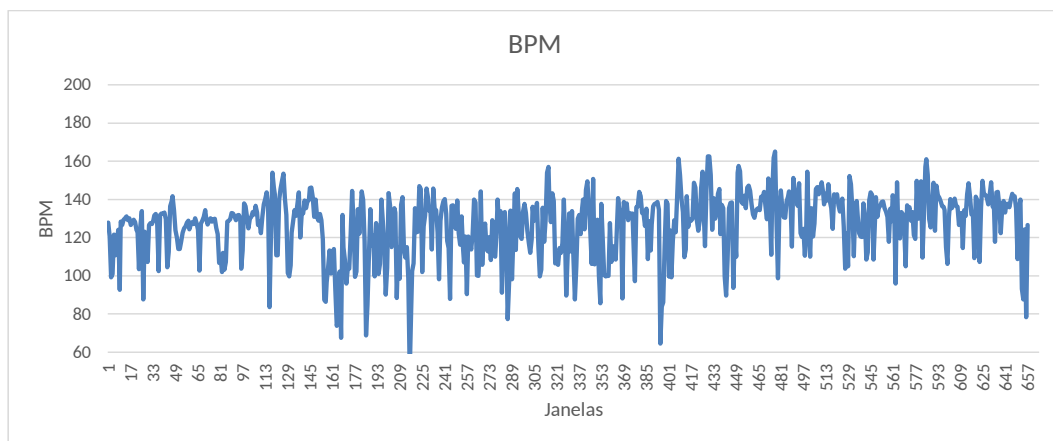
Fonte: CAMF

Figura 78 - Cardiotocograma, gráficos da FCF e VCP da Gestante I

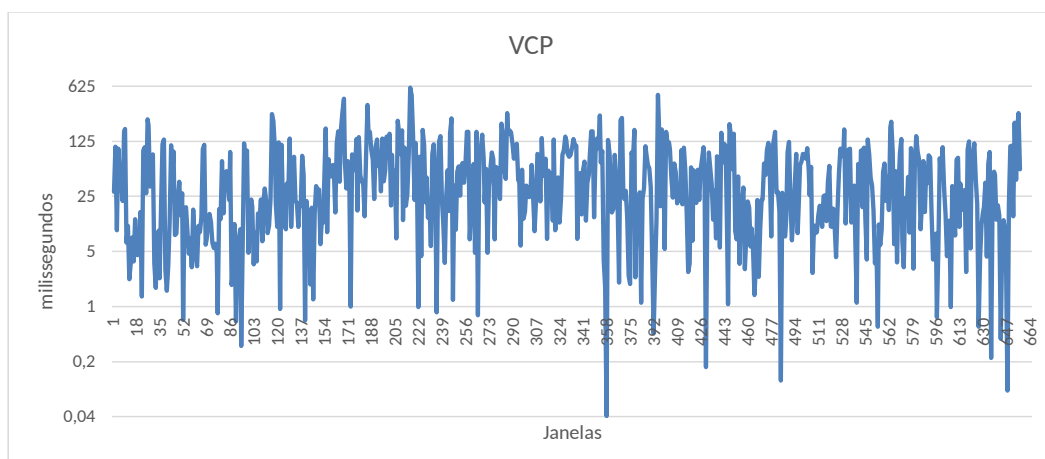
Gestante I - Cardiotocograma



Frequência Cardíaca Fetal x Janelas (FCFB = 126,49 bpm)



Variabilidade Curto Prazo (VCP = 54,98 ms)



Fonte: autoria própria

Figura 79 - Laudo da Gestante I

**CAMF**

**MEDICINA FETAL  
GENÉTICA HUMANA  
ULTRASSONOGRAFIA  
MAMOGRAFIA**

Av. Brigadeiro Faria Lima, 5028 - São Pedro  
São José do Rio Preto - SP - CEP: 15090-000  
Tel/Fax: (17) 2339-6700

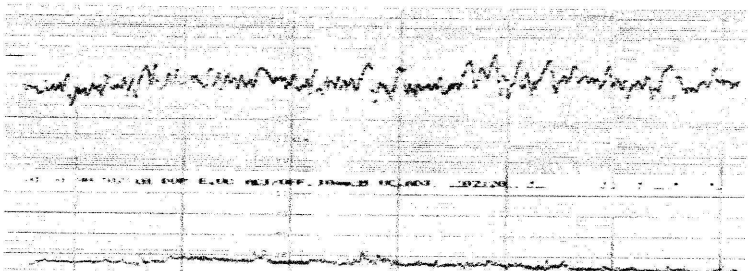
**PACIENTE: Gestante I**  
**EXAME:**  
**MÉDICO:**  
**DATA: 21/07/2015**  
**IDADE: 22A**

**CARDIOTOCOGRAFIA ANTEPARTO**

**INDICAÇÃO: AVALIAÇÃO**

**RESULTADO: TESTE SEM SOBRECARGA  
TESTE REATIVO (TRANQUILIZADOR), PELO APARECIMENTO DE  
ACELERAÇÕES TRANSITÓRIAS DA FREQUENCIA CARDÍACA FETAL**

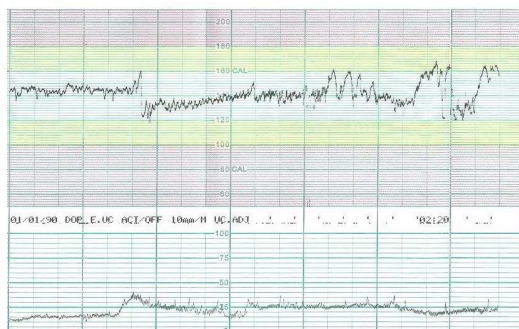
**RECOMENDAÇÃO: OS TESTES ANTEPARTOS DE AVALIAÇÃO DO BEM ESTAR  
FETAL (CARDIOTOCOGRAFIA E / OU PERFIL BIOFÍSICO FETAL)  
TEM VALOR PREVISOR DE, NO MÁXIMO, UMA SEMANA.**



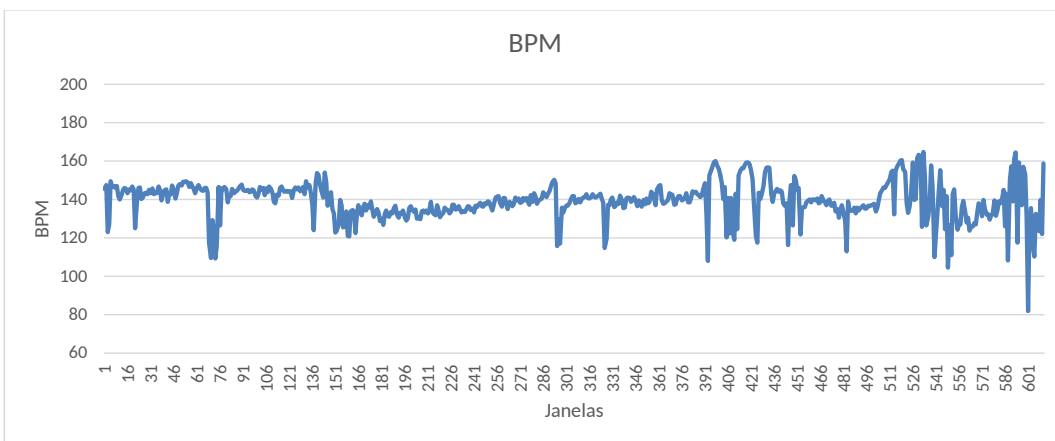
**EM CASO DE RETORNO É MUITO IMPORTANTE TRAZER OS EXAMES ANTERIORES PARA ANÁLISE  
COMPARATIVA. "GUARDE E CONSERVE OS COM CUIDADO".**

Figura 80 - Cardiograma, gráficos da FCF e VCP da Gestante J

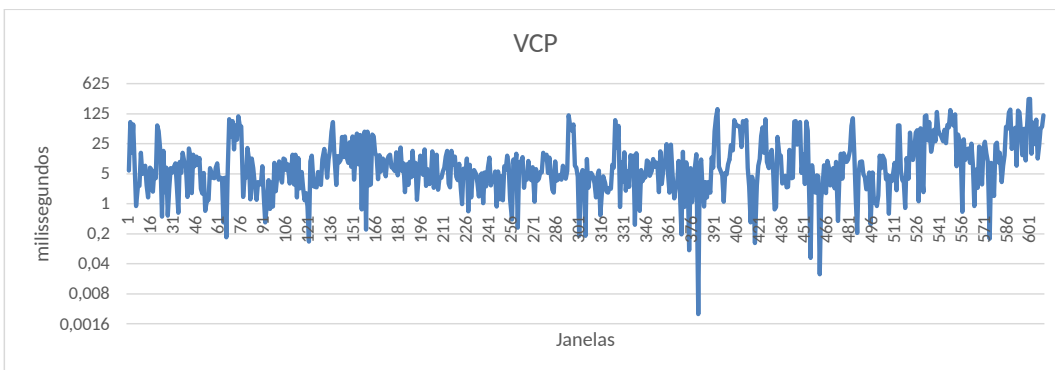
Gestante J - Cardiograma



Frequência Cardíaca Fetal x Janelas (FCFB = 127,93 bpm)

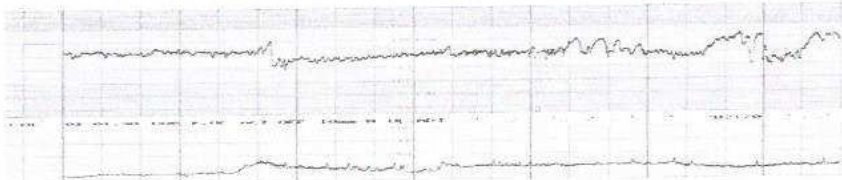


Variabilidade Curto Prazo (VCP = 16,18 ms)



Fonte: autoria própria

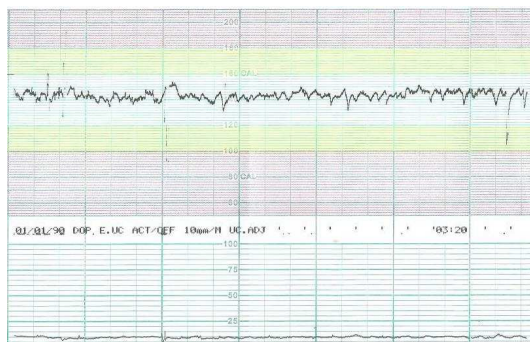
Figura 81 - Laudo da Gestante J

<b>CAMF</b>		<b>MEDICINA FETAL GENÉTICA HUMANA ULTRA-SONOGRAFIA MAMOGRAFIA</b>
Av. Brigadeiro Faria Lima, 5028 - São Pedro São José do Rio Preto - SP - CEP: 15090-000 Tel/Fax.: (17) 2139-6700		
<b>PACIENTE: Gestante J</b>		
<b>EXAME:</b>		
<b>MÉDICO:</b>		
<b>DATA:</b> 21/07/2015		
<b>IDADE:</b> 30A		
<b>PERFIL BIOFÍSICO DO FETO</b>		
Volume Do Líquido Amniótico:	Nota: 02	
Tonus Fetal:	Nota: 02	
Movimentos Corporais:	Nota: 02	
Movimentos Respiratórios:	Nota: 02	
Reatividade Cardíaca (cardiotocografia):	Nota: 02	
Total	Nota: 10	
<b>IMPRESSÃO:</b> Perfil Biofísico compatível com boa vitalidade fetal (Tranquilizador).		
<b>OBSERVAÇÃO:</b> Os testes anteparto de avaliação do bem estar fetal (Cardiotocografia e/ou Perfil Biofísico Fetal) tem valor preditor de, no máximo, uma semana.		
		
EM CASO DE RETORNO É MUITO IMPORTANTE TRAZER OS EXAMES ANTERIORES PARA ANÁLISE COMPARATIVA. "GUARDE E CONSERVE-OS COM CUIDADO".		

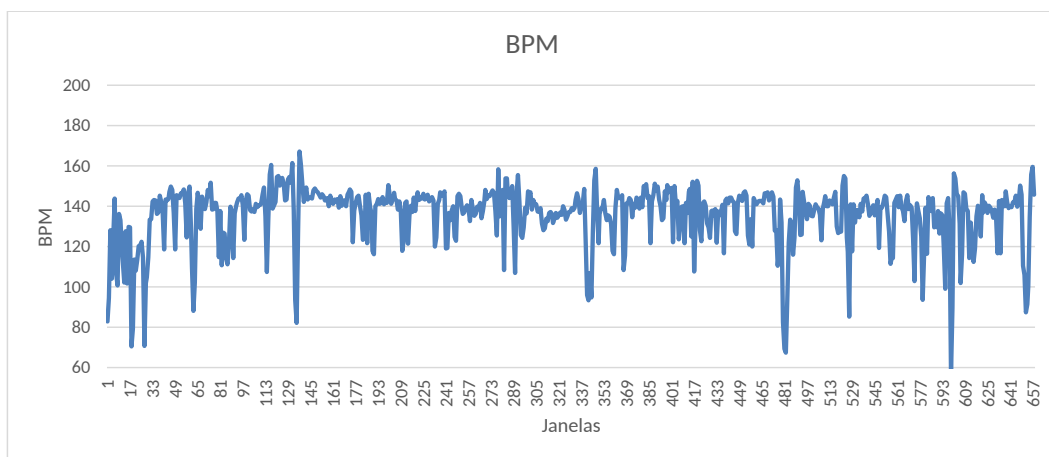
Fonte: CAMF

Figura 82 - Cardiocotograma, gráficos da FCF e VCP da Gestante K

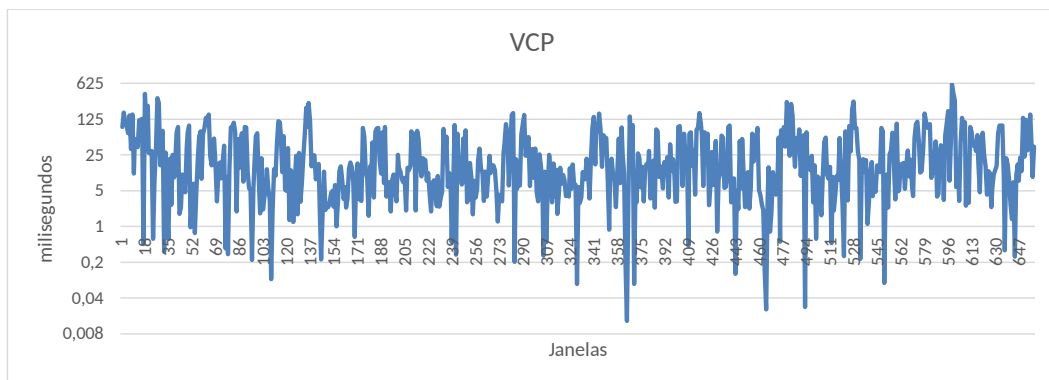
Gestante K - Cardiocotograma



Frequência Cardíaca Fetal x Janelas (FCFB = 139,57 bpm)

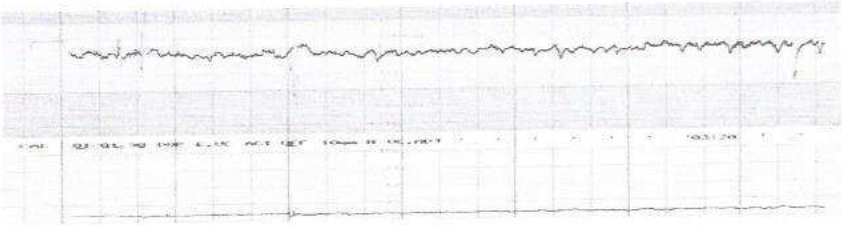


Variabilidade Curto Prazo (VCP = 22,35 ms)



Fonte: autoria própria

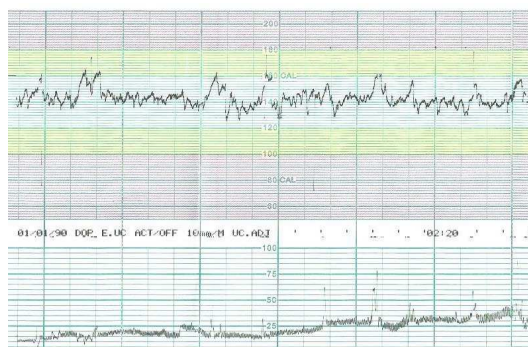
Figura 83 - Laudo da Gestante K

<b>CAMF</b>		MEDICINA FETAL GENÉTICA HUMANA ULTRA-SONOGRAFIA MAMOGRAFIA
Av. Brigadeiro Faria Lima, 5028 - São Pedro São José do Rio Preto - SP - CEP: 15090-000 Tel/Fax.: (17) 2139-6700		
<b>PACIENTE: Gestante K</b>		
<b>EXAME:</b>		
<b>MÉDICO:</b>		
<b>DATA:</b>	12/11/2015	
<b>IDADE:</b>	33A	
<b>PERFIL BIOFÍSICO DO FETO</b>		
Volume Do Líquido Amniótico:	Nota:	02
Tonus Fetal:	Nota:	02
Movimentos Corporais:	Nota:	02
Movimentos Respiratórios:	Nota:	02
Reatividade Cardíaca (cardiotocografia):	Nota:	02
Total	Nota:	10
<b>IMPRESSÃO:</b> Perfil Biofísico compatível com boa vitalidade fetal (Tranquilizador).		
<b>OBSERVAÇÃO:</b> Os testes antepartos de avaliação do bem estar fetal (Cardiotocografia e/ou Perfil Biofísico Fetal) tem valor previsor de, no máximo, uma semana.		
		
EM CASO DE RETORNO É MUITO IMPORTANTE TRAZER OS EXAMES ANTERIORES PARA ANÁLISE COMPARATIVA. "GUARDE E CONSERVE-OS COM CUIDADO".		

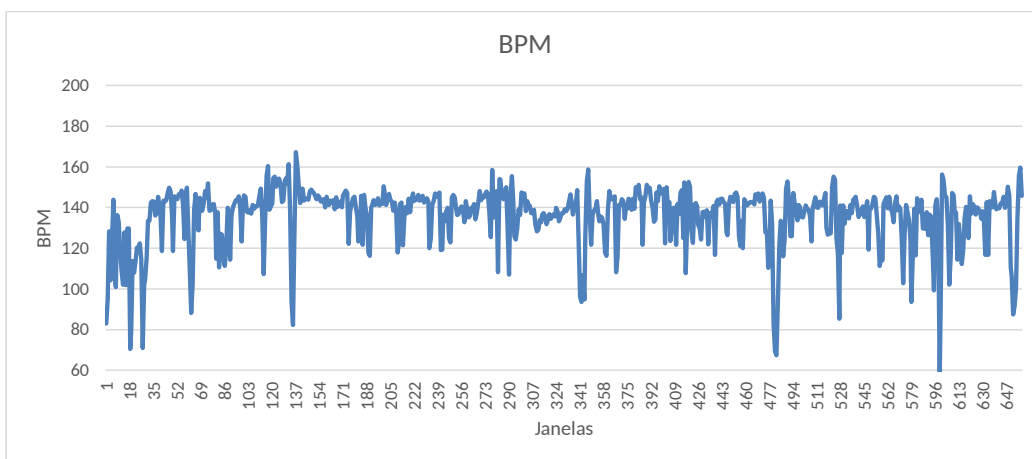
Fonte: CAMF

Figura 84 - Cardiocotograma, gráficos da FCF e VCP da Gestante L

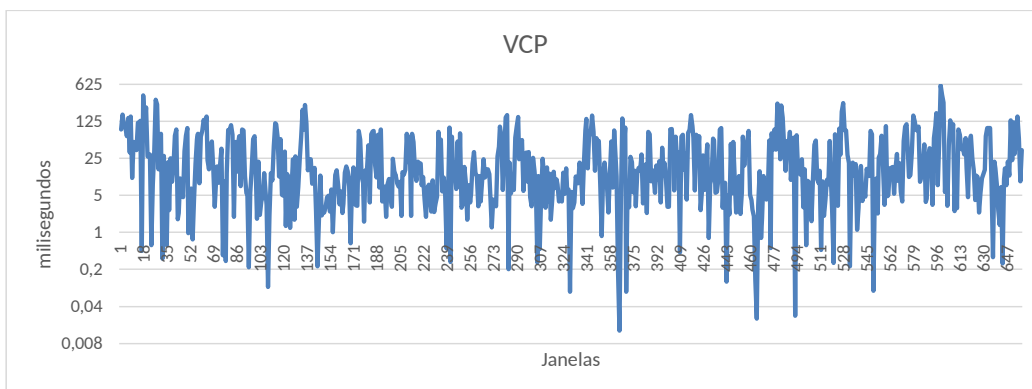
Gestante L - Cardiocotograma



Frequência Cardíaca Fetal x Janelas (FCFB = 135,64 bpm)

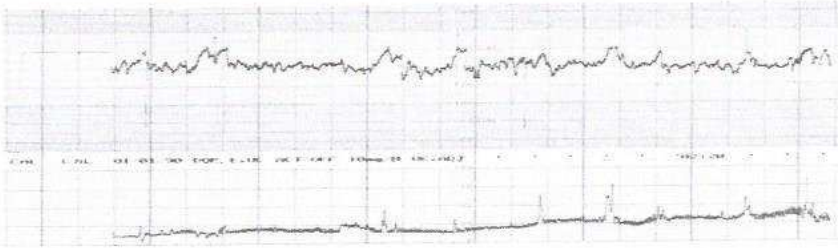


Variabilidade Curto Prazo (VCP = 34,66 ms)



Fonte: autoria própria

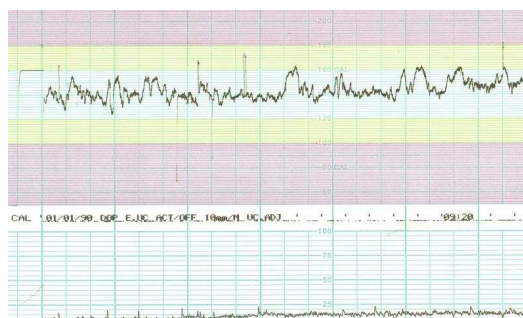
Figura 85 - Laudo da Gestante L

<b>CAMF</b>		MEDICINA FETAL GENÉTICA HUMANA ULTRA-SONOGRAFIA MAMOGRAFIA
Av. Brigadeiro Faria Lima, 5028 - São Pedro São José do Rio Preto - SP - CEP: 15090-000 Tel/Fax.: (17) 2139-6700		
<b>PACIENTE: Gestante L</b>		
<b>EXAME:</b>		
<b>MÉDICO:</b>		
<b>DATA:</b> 23/07/2015		
<b>IDADE:</b> 30A		
<b>PERFIL BIOFÍSICO DO FETO</b>		
Volume Do Líquido Amniótico:	Nota: 02 (Bolsão maior que 4,0 cm)	
Tonus Fetal:	Nota: 02	
Movimentos Corporais:	Nota: 02	
Movimentos Respiratórios:	Nota: 02	
Reatividade Cardíaca (cardiotocografia):	Nota: 02	
Total	Nota: 10	
<b>IMPRESSÃO:</b> Perfil Biofísico compatível com boa vitalidade fetal (Tranquilizador).		
<b>OBSERVAÇÃO:</b> Os testes antepartos de avaliação do bem estar fetal (Cardiotocografia e/ou Perfil Biofísico Fetal) tem valor preditor de, no máximo, uma semana.		
		
EM CASO DE RETORNO É MUITO IMPORTANTE: TRAZER OS EXAMES ANTERIORES PARA ANÁLISE COMPARATIVA. "GUARDE E CONSERVE-OS COM CUIDADO".		

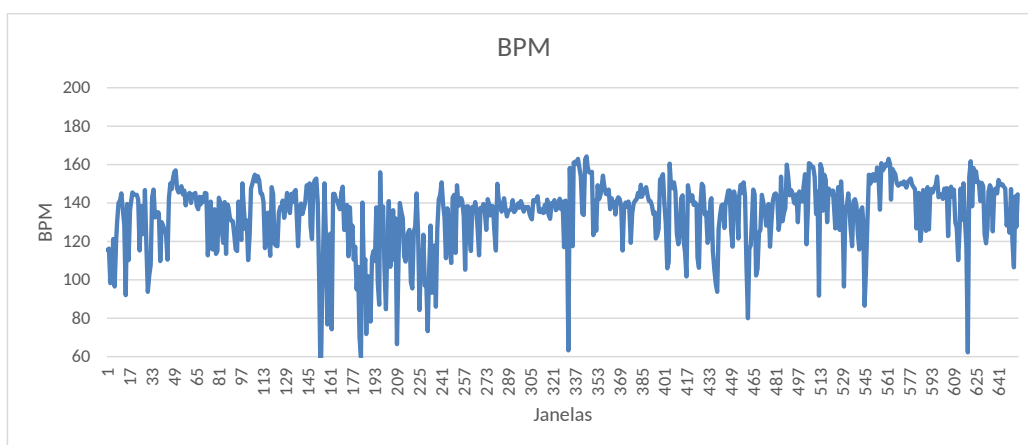
Fonte: CAMF

Figura 86 - Cardiocotograma, gráficos da FCF e VCP da Gestante M

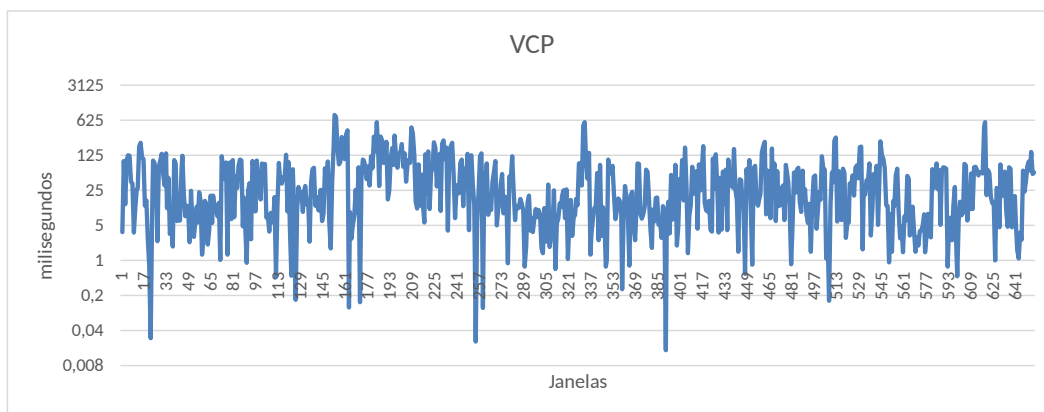
Gestante M - Cardiocotograma



Frequência Cardíaca Fetal x Janelas (FCFB = 134,03 bpm)

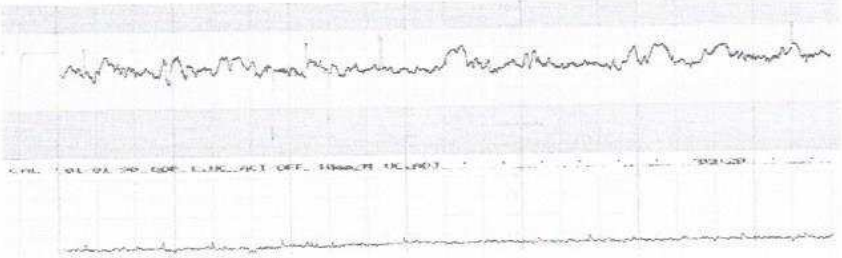


Variabilidade Curto Prazo (VCP = 51,52 ms)



Fonte: autoria própria

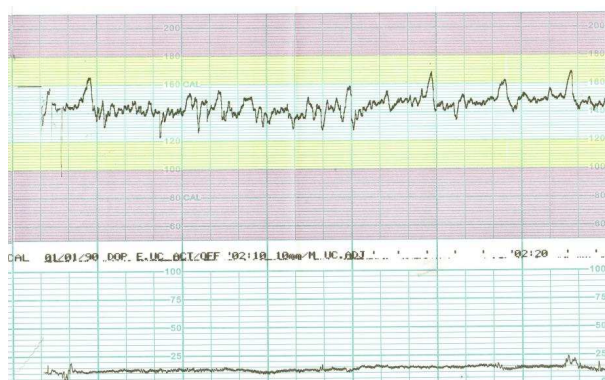
Figura 87 - Laudo da Gestante M

<b>CAMF</b>	<b>MEDICINA FETAL GENÉTICA HUMANA ULTRA-SONOGRAFIA MAMOGRAFIA</b>
Av. Brigadeiro Faria Lima, 5028 - São Pedro São José do Rio Preto - SP - CEP: 15090-000 Tel/Fax.: (17) 2139-6700	
<b>PACIENTE: Gestante M</b> <b>EXAME:</b> <b>MÉDICO:</b> <b>DATA:</b> 17/12/2015 <b>IDADE:</b> 35A	
<b>CARDIOTOCOGRAFIA ANTEPARTO</b>	
<b>INDICAÇÃO: AVALIAÇÃO</b>	
<b>RESULTADO:</b> TESTE SEM SOBRECARGA. TESTE REATIVO (TRANQUILIZADOR), PELO APARECIMENTO DE ACELERAÇÕES TRANSITÓRIAS DA FREQUENCIA CARDÍACA FETAL.	
<b>RECOMENDAÇÃO:</b> OS TESTES ANTEPARTOS DE AVALIAÇÃO DO BEM ESTAR FETAL (CARDIOTOCOGRAFIA E / OU PERFIL BIOFÍSICO FETAL) TEM VALOR PREVISOR DE, NO MÁXIMO, UMA SEMANA.	
	
EM CASO DE RETORNO É MUITO IMPORTANTE TRAZER OS EXAMES ANTERIORES PARA ANÁLISE COMPARATIVA, "GUARDE E CONSERVE-OS COM CUIDADO".	

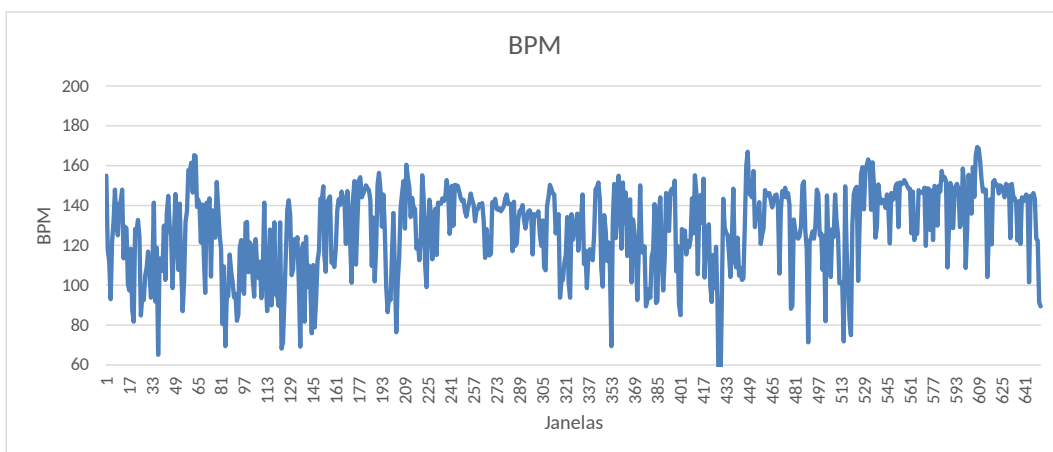
Fonte: CAMF

Figura 88 - Cardiocograma, gráficos da FCF e VCP da Gestante N

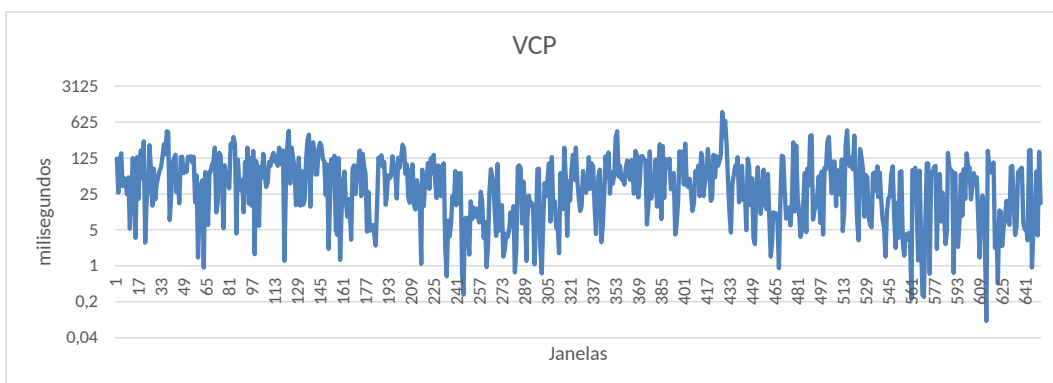
Gestante N - Cardiocograma



Frequência Cardíaca Fetal x Janelas (FCFB = 127,11 bpm)



Variabilidade Curto Prazo (VCP = 66,19 ms)



Fonte: autoria própria

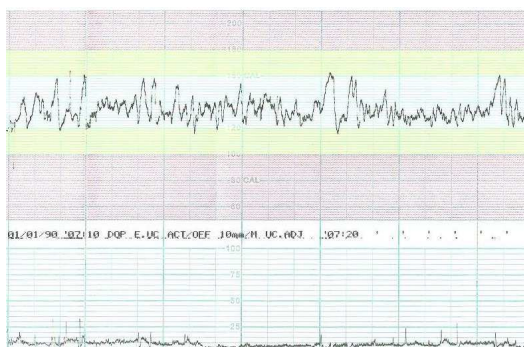
Figura 89 - Laudo da Gestante N

<b>CAMF</b>		MEDICINA FETAL GENÉTICA HUMANA ULTRA-SONOGRAFIA MAMOGRAFIA
Av. Brigadeiro Faria Lima, 5028 - São Pedro São José do Rio Preto - SP - CEP: 15090-000 Tel/Fax.: (17) 2139-6700		
<b>PACIENTE: Gestante N</b>		
<b>EXAME:</b>		
<b>MÉDICO:</b>		
<b>DATA:</b>	17/12/2015	
<b>IDADE:</b>	35A	
<b>PERFIL BIOFÍSICO DO FETO</b>		
Volume Do Líquido Amniótico:	Nota:	02
Tonus Fetal:	Nota:	02
Movimentos Corporais:	Nota:	02
Movimentos Respiratórios:	Nota:	02
Reatividade Cardíaca (cardiotocografia):	Nota:	02
Total	Nota:	10
<b>IMPRESSÃO:</b> Perfil Biofísico compatível com boa vitalidade fetal (Tranquilizador).		
<b>OBSERVAÇÃO:</b> Os testes anteparto de avaliação do bem estar fetal (Cardiotocografia e/ou Perfil Biofísico Fetal) tem valor previsor de, no máximo, uma semana.		
EM CASO DE RETORNO É MUITO IMPORTANTE TRAZER OS EXAMES ANTERIORES PARA ANÁLISE COMPARATIVA. *GUARDE E CONSERVE-OS COM CUIDADO*.		

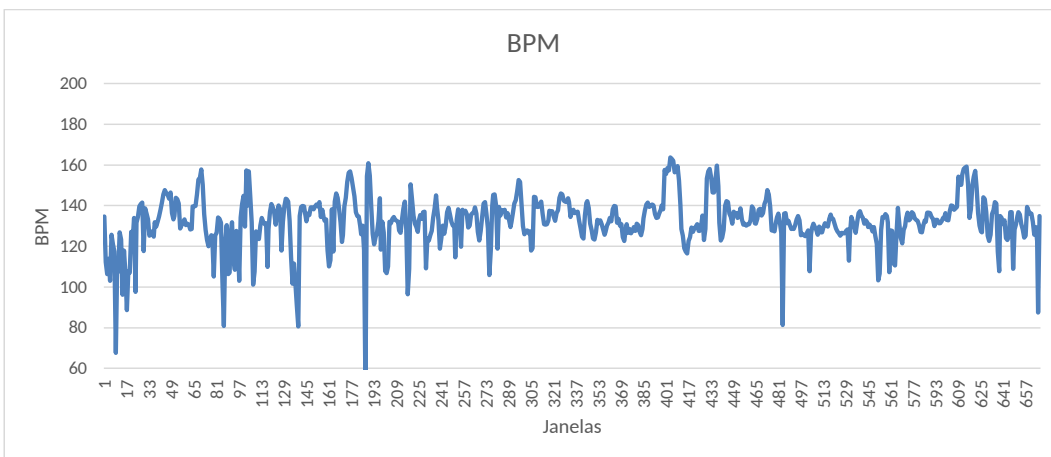
Fonte: CAMF

Figura 90 - Cardiocotograma, gráficos da FCF e VCP da Gestante O

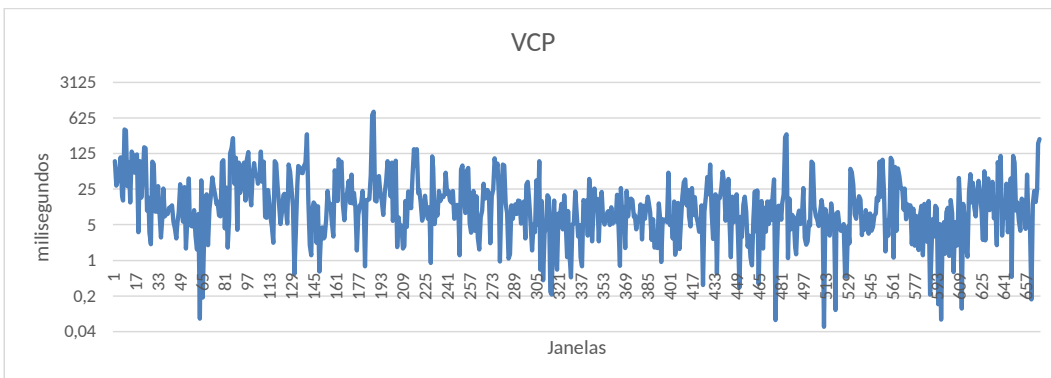
Gestante O - Cardiocotograma



Frequência Cardíaca Fetal x Janelas (FCFB = 134,06 bpm)




Variabilidade Curto Prazo (VCP = 26,70 ms)



Fonte: autoria própria

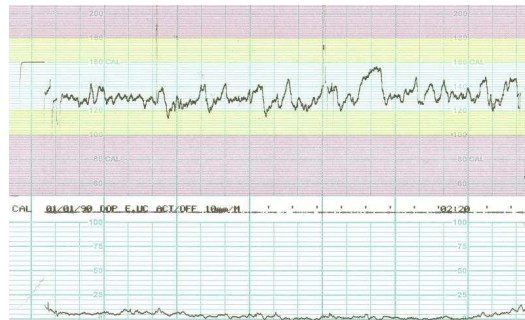
Figura 91 - Laudo da Gestante O

<b>CAMF</b>		<b>MEDICINA FETAL GENÉTICA HUMANA ULTRA-SONOGRAFIA MAMOGRAFIA</b>
Av. Brigadeiro Faria Lima, 5028 - São Pedro São José do Rio Preto - SP - CEP: 15090-000 Tel/Fax.: (17) 2139-6700		
<b>PACIENTE: Gestante O</b>		
<b>EXAME:</b>		
<b>MÉDICO:</b>		
<b>DATA:</b> 17/12/2015		
<b>IDADE:</b> 34A		
<b>PERFIL BIOFÍSICO DO FETO</b>		
Volume Do Líquido Amniótico:		Nota: 02
Tonus Fetal:		Nota: 02
Movimentos Corporais:		Nota: 02
Movimentos Respiratórios:		Nota: 02
Reatividade Cardíaca (cardiotocografia):		Nota: 02
Total		Nota: 10
<b>IMPRESSÃO:</b> Perfil Biofísico compatível com boa vitalidade fetal (Tranquilizador).		
<b>OBSERVAÇÃO:</b> Os testes antepartos de avaliação do bem estar fetal (Cardiotocografia e/ou Perfil Biofísico Fetal) tem valor predictor de, no máximo, uma semana.		
		
EM CASO DE RETORNO É MUITO IMPORTANTE TRAZER OS EXAMES ANTERIORES PARA ANÁLISE COMPARATIVA. *GUARDE E CONSERVE-OS COM CUIDADO*.		

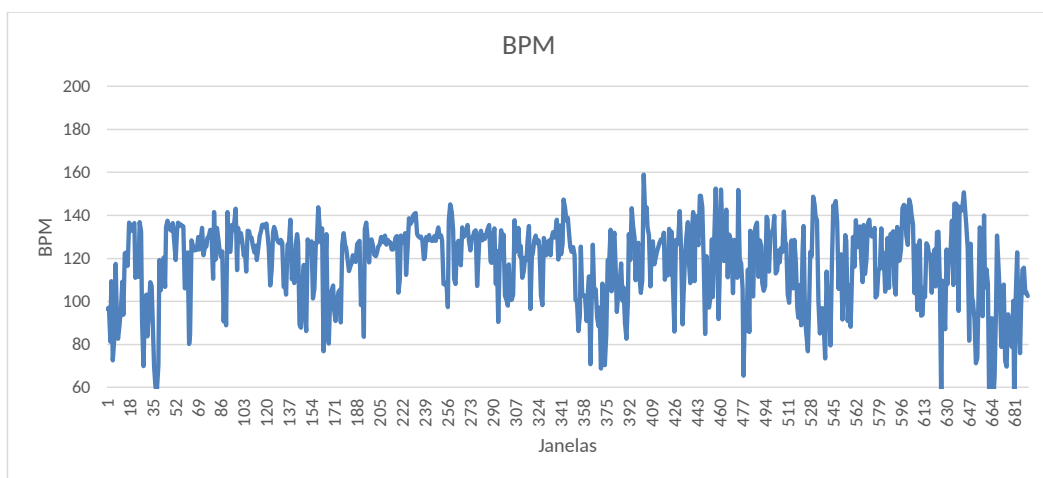
Fonte: CAMF

Figura 92 - Cardiograma, gráficos da FCF e VCP da Gestante P

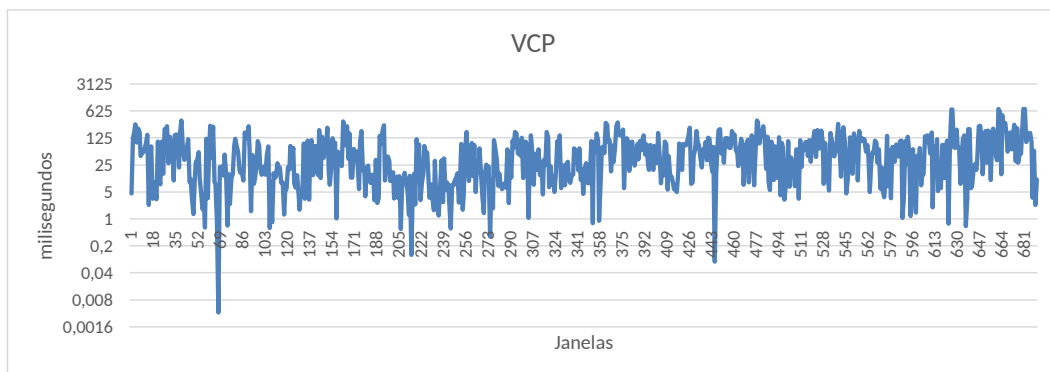
Gestante P - Cardiograma



Frequência Cardíaca Fetal x Janelas (FCFB = 117,70 bpm)

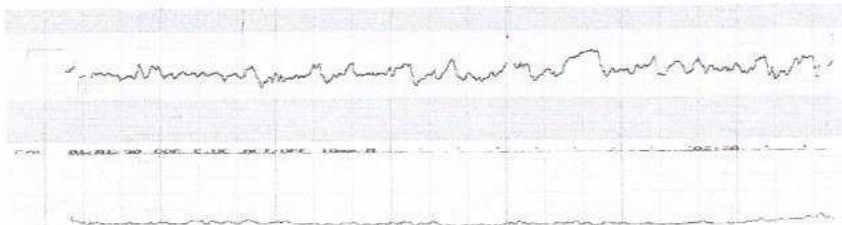


Variabilidade Curto Prazo (VCP = 68,48 ms)



Fonte: autoria própria

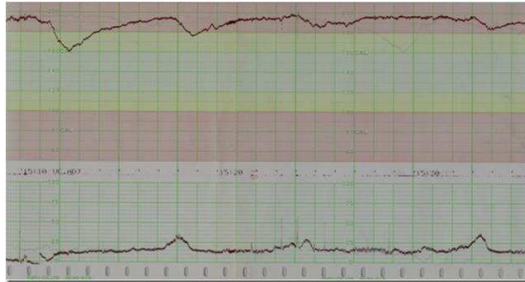
Figura 93 - Laudo da Gestante P

<b>CAMF</b>	MEDICINA FETAL GENÉTICA HUMANA ULTRA-SONOGRAFIA MAMOGRAFIA
Av. Brigadeiro Faria Lima, 5028 - São Pedro São José do Rio Preto - SP - CEP: 15090-000 Tel/Fax.: (17) 2139-6700	
<b>PACIENTE: Gestante P</b>	
<b>EXAME:</b>	
<b>MÉDICO:</b>	
<b>DATA:</b> 17/12/2015	
<b>IDADE:</b> 23A	
<b>CARDIOTOCOGRAFIA ANTEPARTO</b>	
<b>INDICAÇÃO:</b> AVALIAÇÃO	
<b>RESULTADO:</b> TESTE SEM SOBRECARGA. TESTE REATIVO (TRANQUILIZADOR), PELO APARECIMENTO DE ACELERAÇÕES TRANSITÓRIAS DA FREQUENCIA CARDÍACA FETAL.	
<b>RECOMENDAÇÃO:</b> OS TESTES ANTEPARTOS DE AVALIAÇÃO DO BEM ESTAR FETAL (CARDIOTOCOGRAFIA E / OU PERFIL BIOFÍSICO FETAL) TEM VALOR PREVISOR DE, NO MÁXIMO, UMA SEMANA.	
	
EM CASO DE RETORNO É MUITO IMPORTANTE TRAZER OS EXAMES ANTERIORES PARA ANÁLISE COMPARATIVA. "GUARDE E CONSERVE-OS COM CUIDADO".	

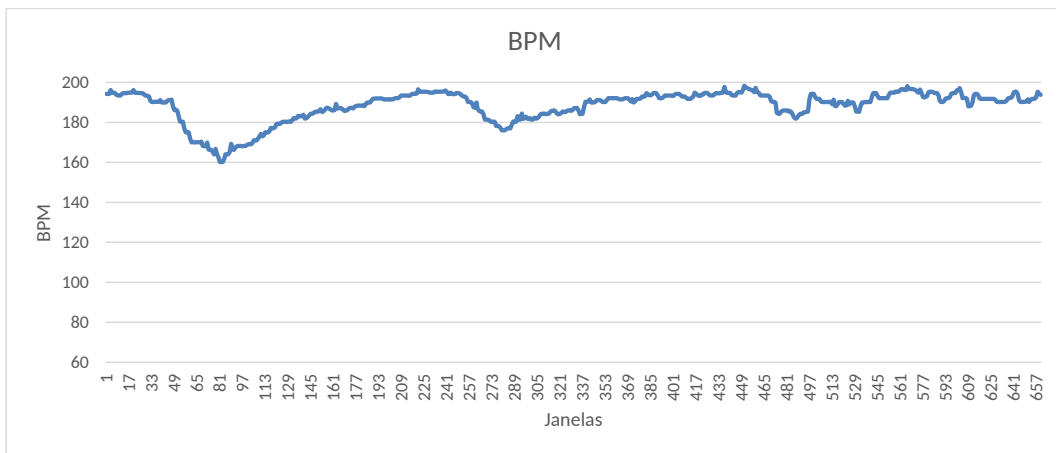
Fonte: CAMF

Figura 94 - Cardiograma, gráficos da FCF e VCP da Gestante com patologia anormal

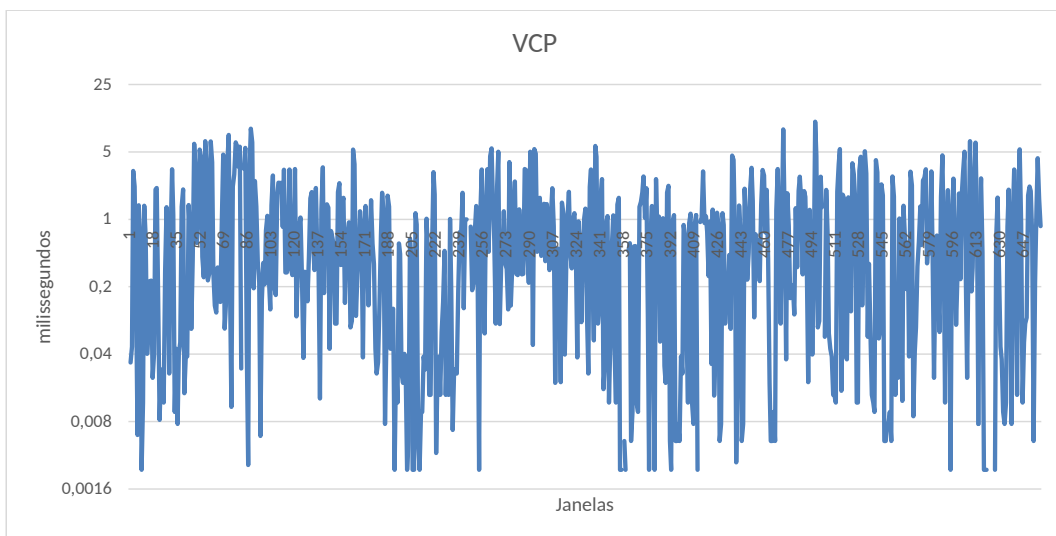
Gestante Q - Cardiograma



Frequência Cardíaca Fetal x Janelas (FCFB = 188,19 bpm)



Variabilidade Curto Prazo (VCP = 1,07 ms)



Fonte: autoria própria