

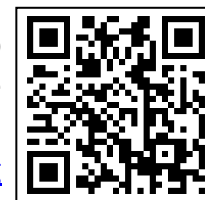
Departamento de Sistemas e Computação – FURB  
Curso de Ciência da Computação  
Trabalho de Conclusão de Curso – 2013/2

# CardioReader: Sistema de identificação de batimentos cardíacos

**Acadêmico: Anderson Mordhorst**  
anderson.mordhorst@gmail.com

**Orientador: Prof. Aurélio Hoppe**  
aurelio.hoppe@gmail.com

Grupo de Pesquisa em Computação  
Gráfica, Processamento de Imagens e  
Entretenimento Digital  
<http://www.inf.furb.br/gcg>



# Roteiro

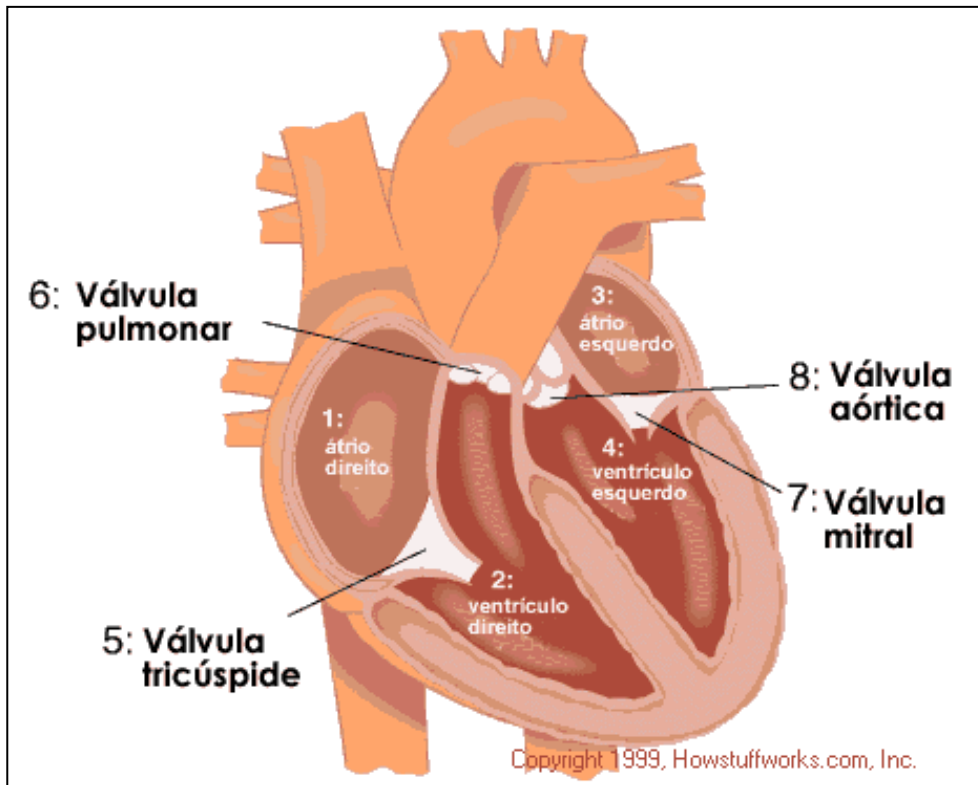
- Motivação
- Fundamentação
- Trabalho proposto
- Requisitos
- Desenvolvimento
- Experimentos
- Conclusão
- Limitações
- Extensões
- Demonstração

# Motivação

- Sistemas *Home Health Care* promovem redução de custos e riscos de infecção hospitalar
- Fornece ao profissional da área da saúde um diagnóstico mais preciso
- Traz comodidade de versatilidade ao usuário

# Fundamentação

## Funcionamento do coração



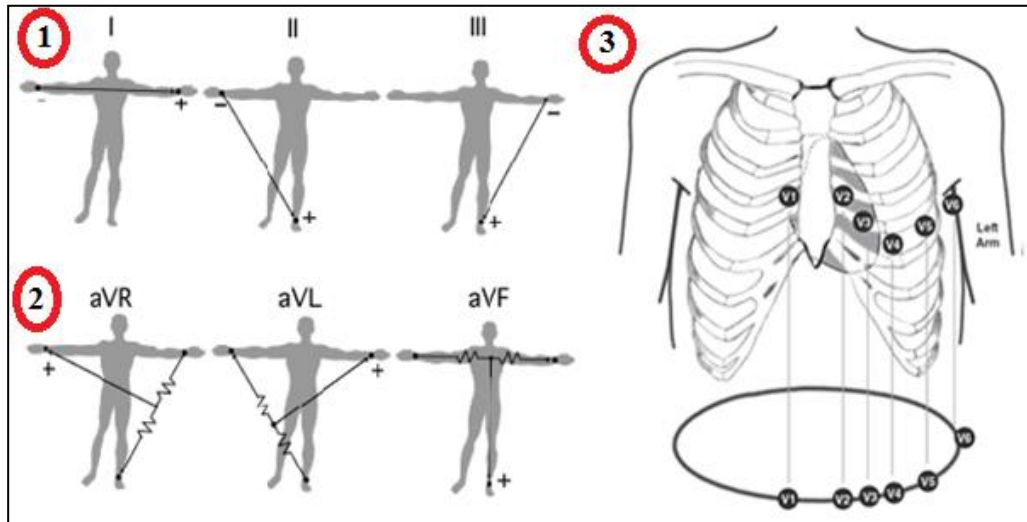
Funcão: impulsionar o sangue para que este circule por todo o corpo

Divido em: dois átrios (parte superior) e dois ventrículos (parte inferior)

Ciclo cardíaco dividido em: sístole e diástole

# Fundamentação

## Eletrocardiograma



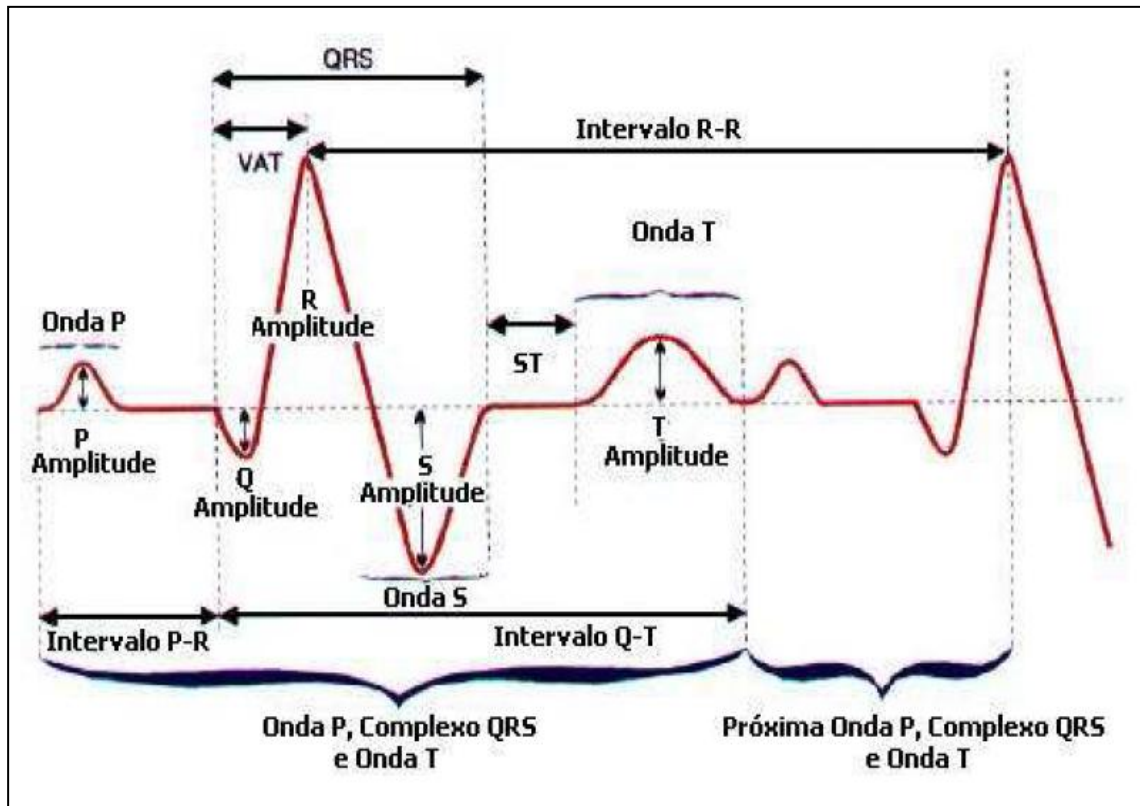
- Procedimento técnico não-invasivo, reproduzível e de baixo custo
- Tem como função medir as atividades elétricas que controlam o coração

Para que se efetue uma correta leitura, deve-se posicionar os eletrodos corretamente

Para utilização neste projeto foi escolhido a derivação unipolar de Wilson devido a posição em que os eletrodos são posicionados (Item 3)

# Fundamentação

## Eletrocardiograma



Sinal emitido pelo ECG

Onda P inicia a contração dos átrios (início da sístole)

Ondas Q, R e S resultam da contração dos ventrículos (fim da sístole)

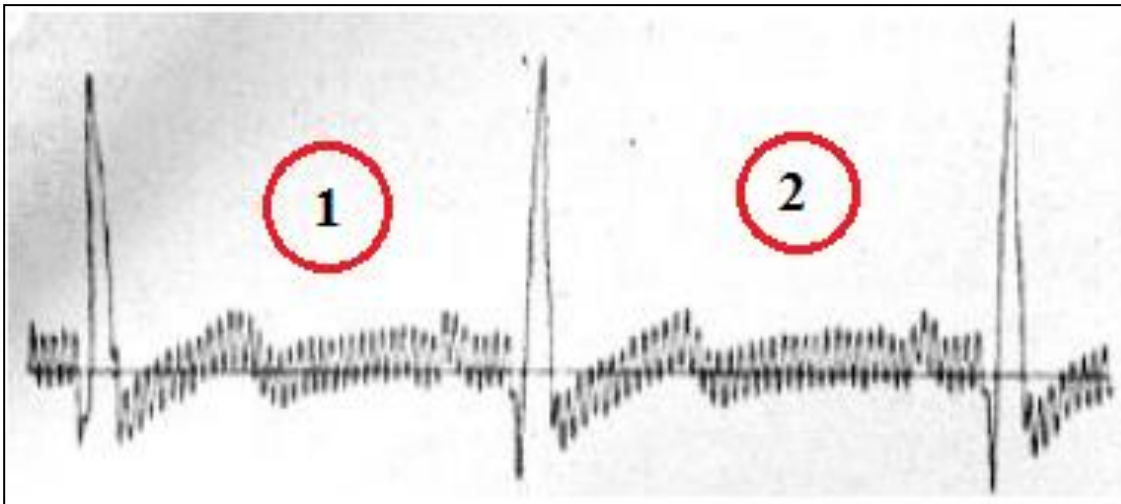
Onda T resulta do relaxamento dos átrios e ventrículos (diástole)

# Fundamentação

## Ruídos

Sinais que não representam atividade elétrica

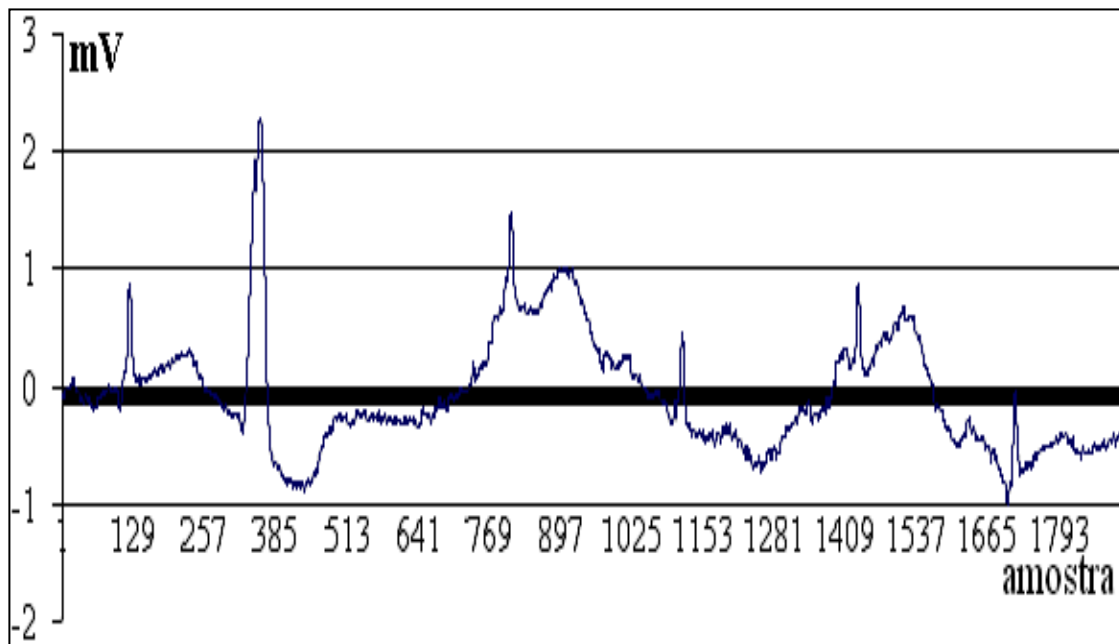
São gerados através de interferência elétrica ou movimentação muscular



Sinal  
eletrocardiográfico  
contaminado por  
interferência elétrica  
(itens 1 e 2)

# Fundamentação

## Ruídos



Sinal eletrocardiográfico contaminado por movimentação muscular (ocasiona oscilação da onda em relação a linha base 0)



# Fundamentação

## Arritmias

Perturbações que alteram a frequência cardíaca e o ritmo cardíaco dos batimentos do coração

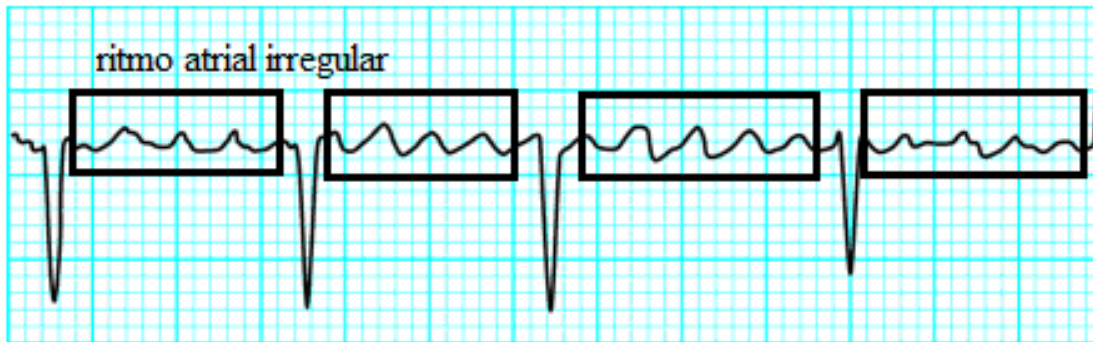
São classificados pelo ritmo rápido (taquicardia), lentos (bradicardia) e irregulares



Taquicardia Ventricular: ocorre quando há três ou mais batimentos extra-sístole ventricular.

# Fundamentação

## Arritmias



## Fibrilação atrial



## Flutter

Descargas elétricas rápidas, resultando na contração dos átrios e ventrículos mais rápida que o normal, ocasionando a ineficácia do batimento.

# Fundamentação

## Trabalhos relacionados

Características / trabalhos relacionados	Bhatia et al. (2010)	Sampaio (2011)	Ferreira et al. (2012)
comunicação utilizada	Bluetooth	Bluetooth	Bluetooth
possui interação com dispositivo móvel	Sim	Sim	Sim
possui interface Web	Sim	Sim	Sim
cenário utilizado para aplicação do trabalho	Genérico	Residência	Bicicleta

# Trabalho proposto

Implementar um sistema de identificação de batimentos cardíacos a partir de sinais eletrocardiográficos.

## Objetivos:

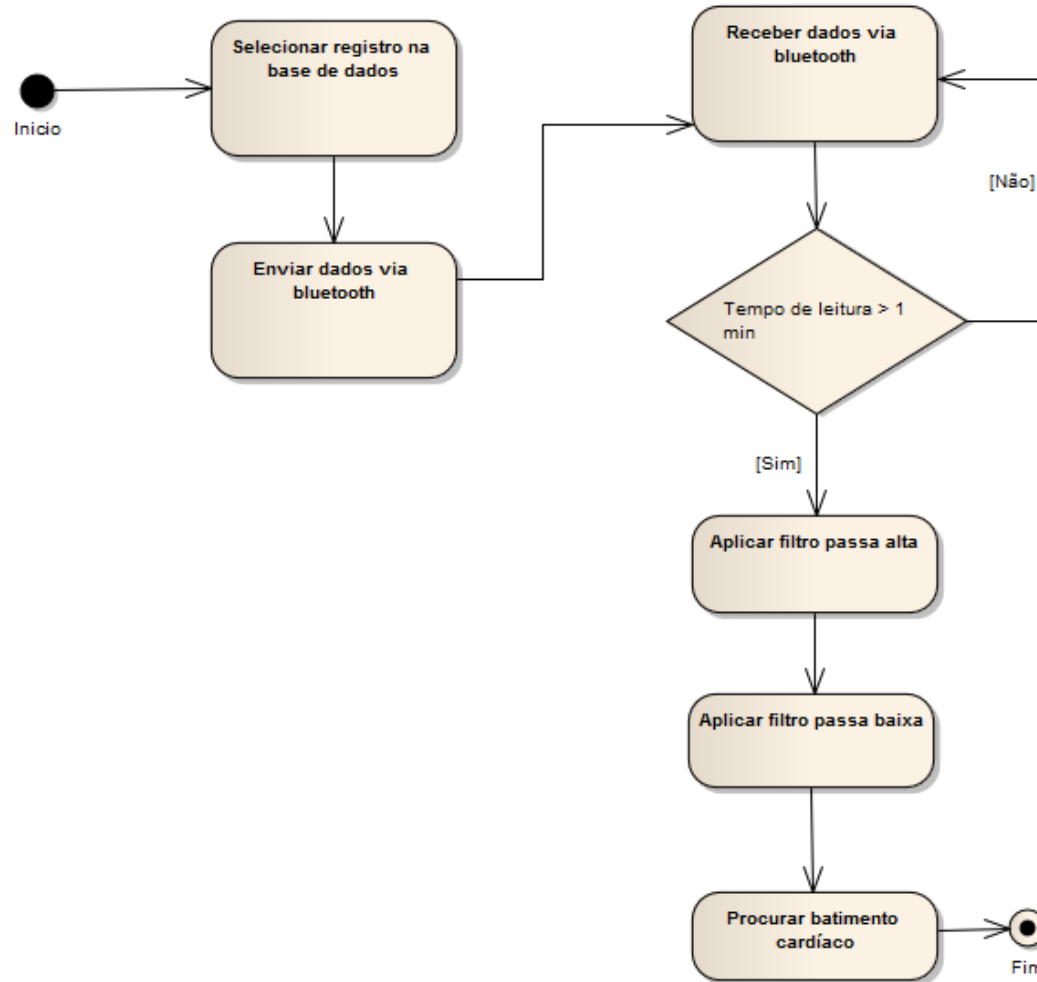
- Disponibilizar a comunicação bluetooth entre o dispositivo emissor e o receptor utilizando protocolo SPP (*Serial Port Profile*)
- Reduzir os ruídos existentes no sinal aplicando filtros passa-alta e passa-baixa
- Identificar a quantidade de batimentos cardíacos existentes em um sinal eletrocardiográfico
- Disponibilizar uma interface com informações do usuário sobre sua saúde cardíaca utilizando sistema operacional Android

# Requisitos

A seguir estão enumerados os requisitos funcionais do projeto:

- Permitir que o usuário selecione o arquivo da base de dados MIT-BIH *Arrhythmia Database* (RF)
- Filtrar o sinal eletrocardiográfico para eliminação de ruídos (RF)
- Calcular a quantidade de batimentos cardíacos a partir do sinal filtrado (RF)
- Disponibilizar uma interface contendo informações da saúde cardíaca do usuário (frequência, data e hora) (RF)

# Processo de identificação de batimentos cardíacos



# Etapa 1: Seleção de registro na base de dados

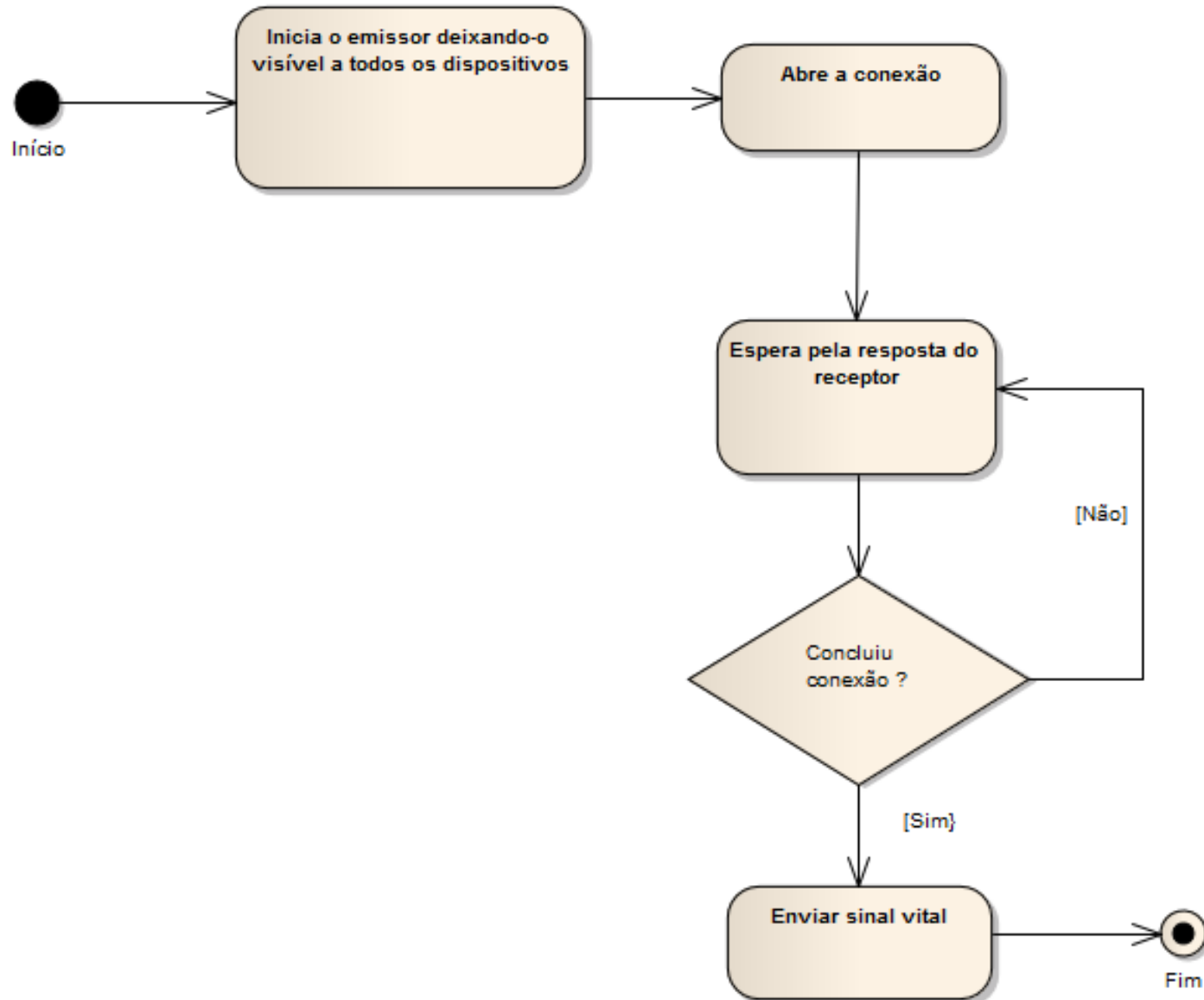
Seleciona-se um arquivo da base de dados para processamento

Utiliza-se como informações a primeira e a terceira coluna (tempo e valor)

A terceira coluna foi escolhida pelos eletrodos possíveis utilizados na base de dados (V1, V2, V4 ou V5)

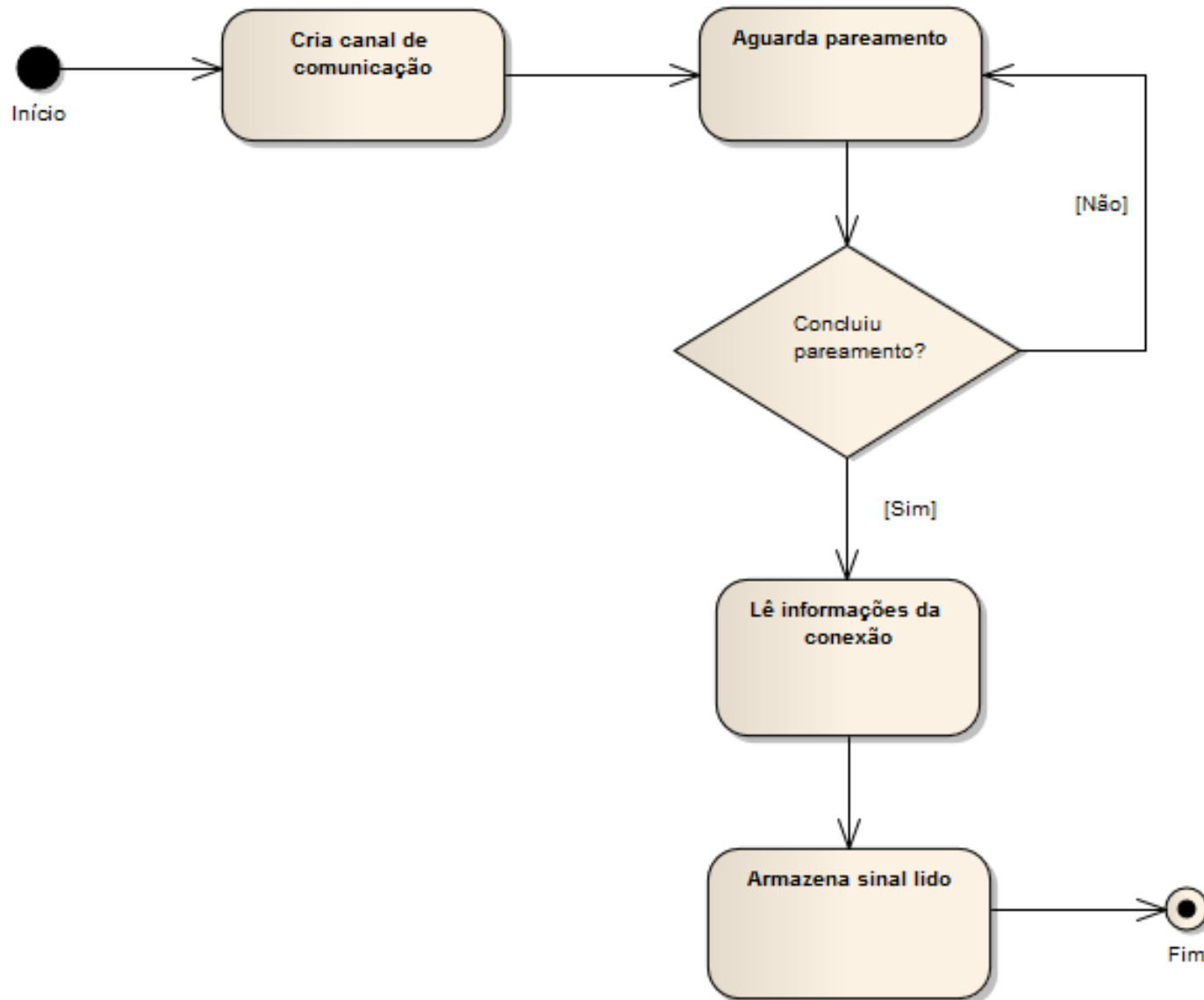
1	Elapsed time	MLII	V5
2	(seconds)	(mV)	(mV)
3	0.000	-0.145	-0.065
4	0.003	-0.145	-0.065
5	0.006	-0.145	-0.065
6	0.008	-0.145	-0.065
7	0.011	-0.145	-0.065
8	0.014	-0.145	-0.065
9	0.017	-0.145	-0.065
10	0.019	-0.145	-0.065
11	0.022	-0.120	-0.080
12	0.025	-0.135	-0.080
13	0.028	-0.145	-0.085
14	0.031	-0.150	-0.085
15	0.033	-0.160	-0.075
16	0.036	-0.155	-0.070
17	0.039	-0.160	-0.070

# Etapa 2: Transmissão de dados via *bluetooth*

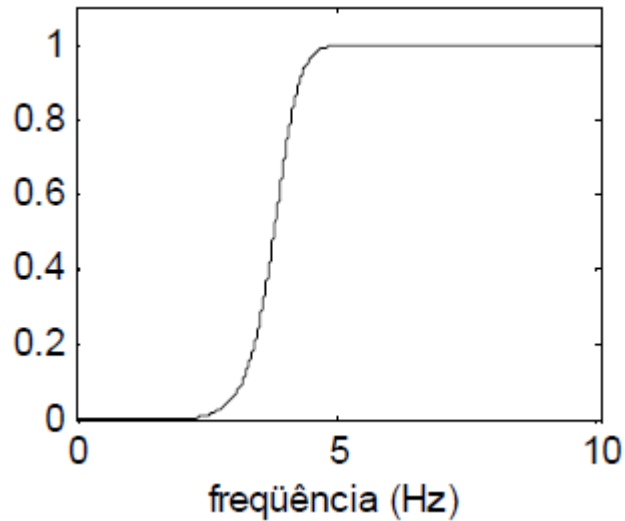




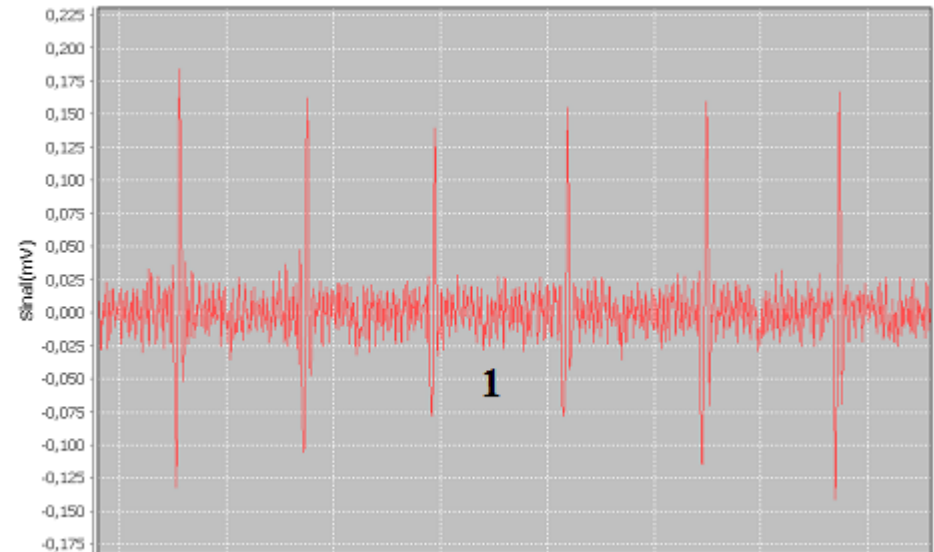
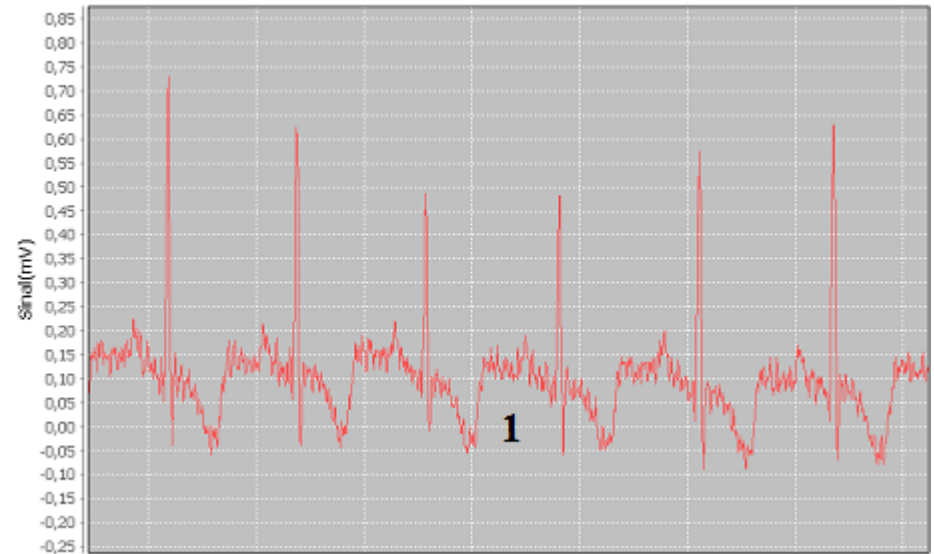
# Etapa 3: Recepção de dados via *bluetooth*



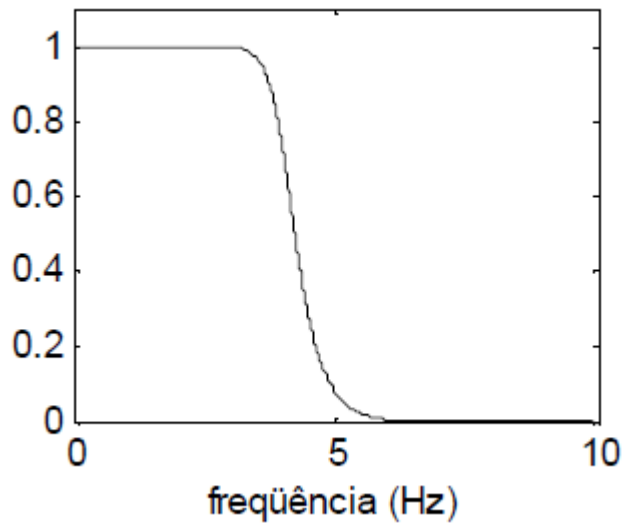
# Etapa 4: Filtros Passa-alta



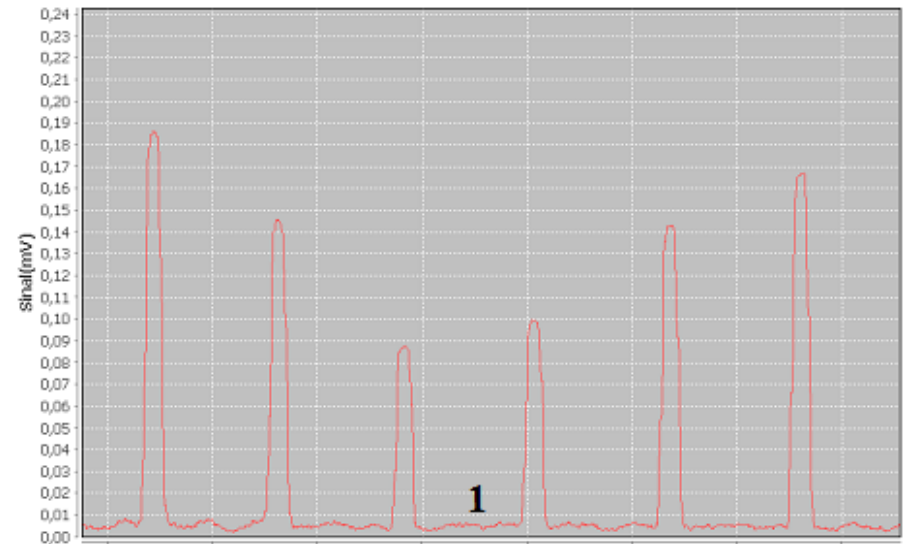
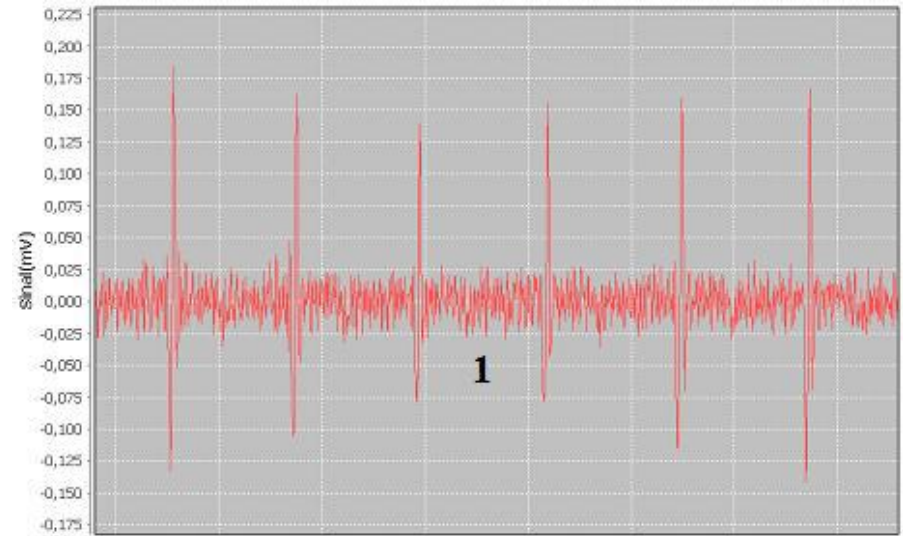
Serve para eliminar ou atenuar frequências abaixo da faixa desejada.



# Etapa 5: Filtros Passa-baixa



Serve para eliminar ou atenuar frequências acima da faixa desejada.

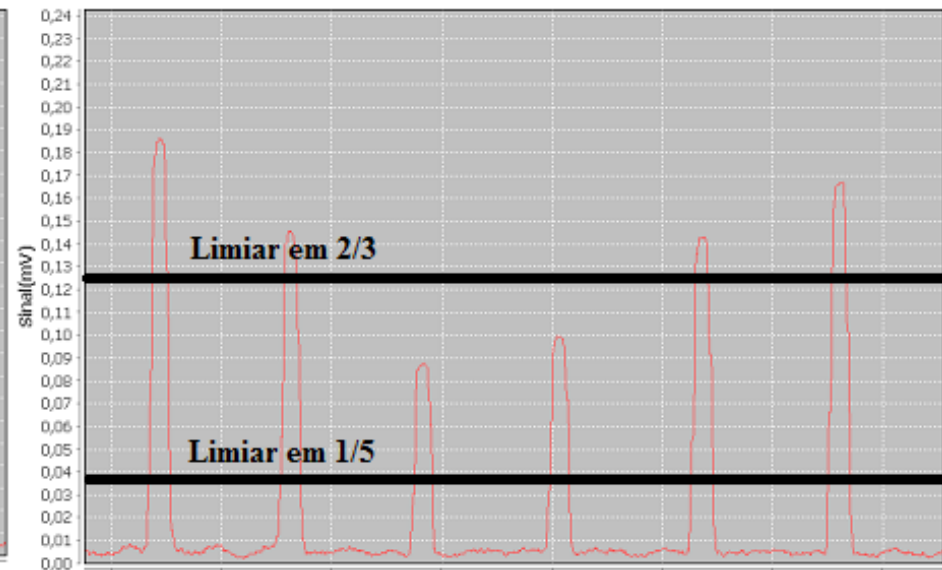
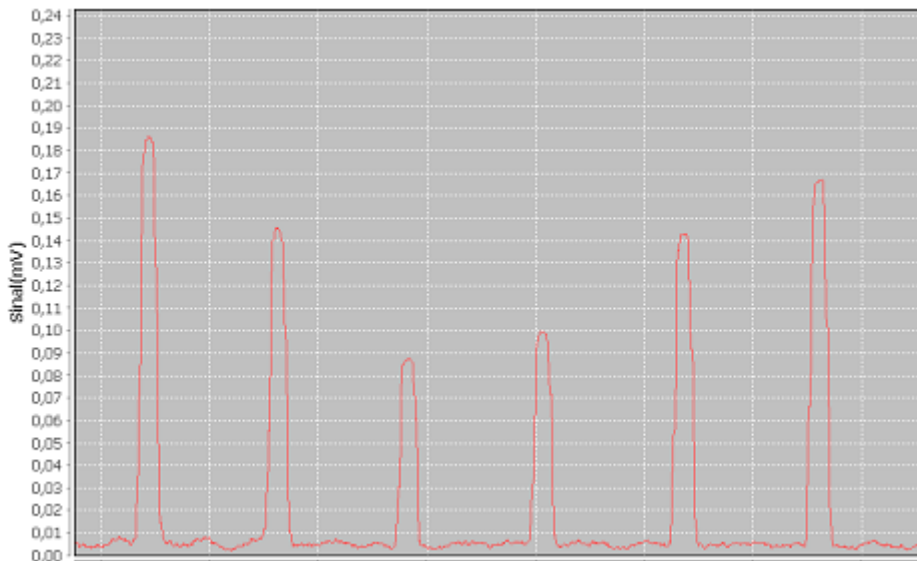


# Etapa 6: Algoritmos de reconhecimentos

- Limiar Fixo
- Limiar Adaptativo

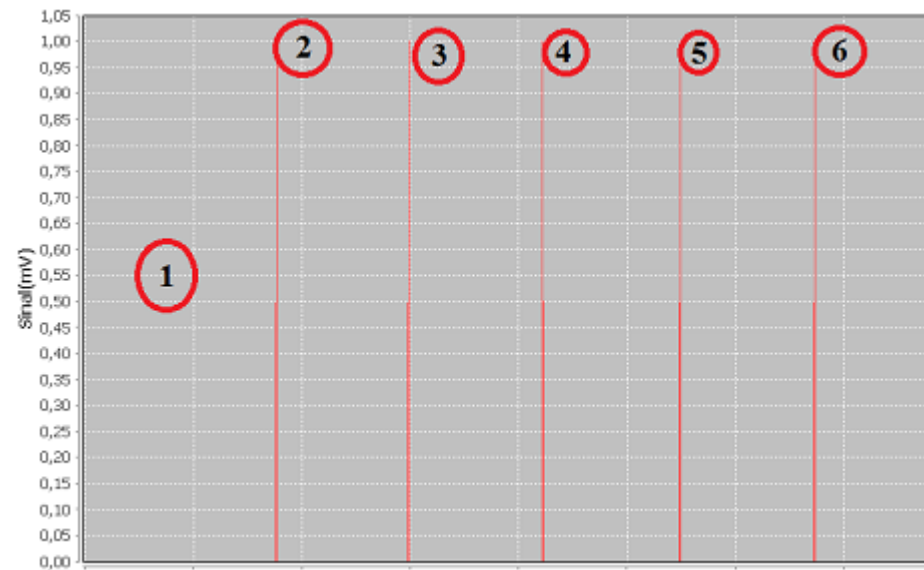
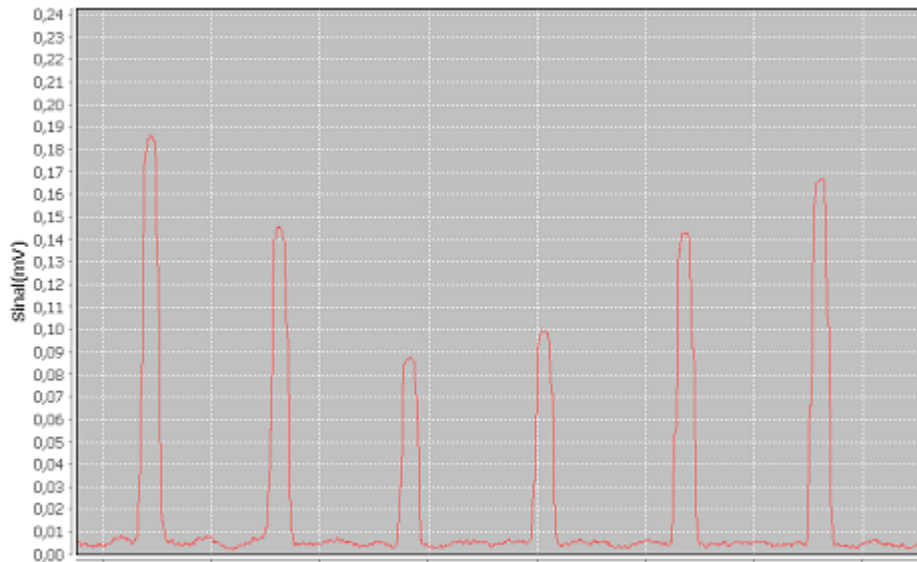
# Etapa 6: Algoritmo com limiar Fixo

- Limiar Fixo: aplica-se um limiar (limite) com uma faixa específica (no projeto o limiar possui dois valores:  $2/3$  e  $1/5$  do maior valor encontrado no intervalo)

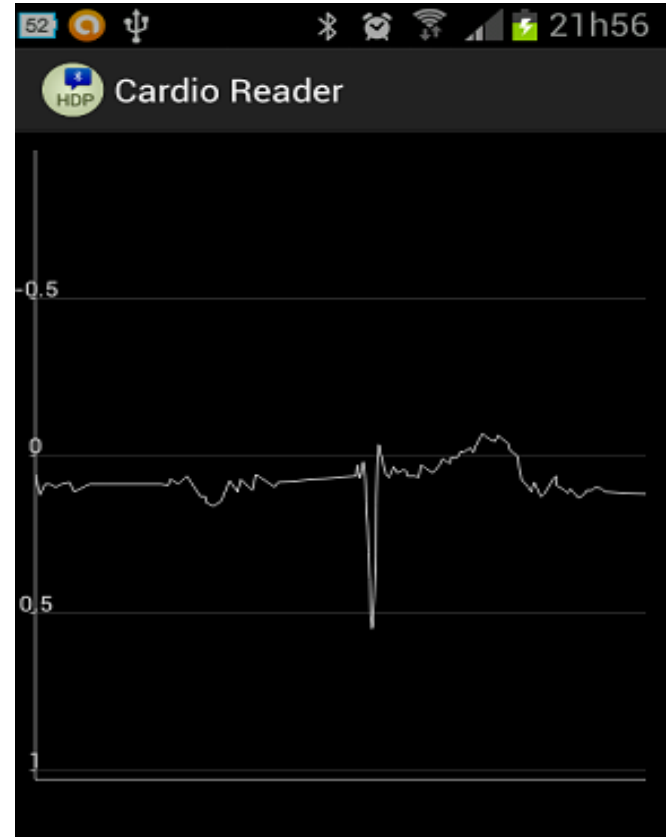
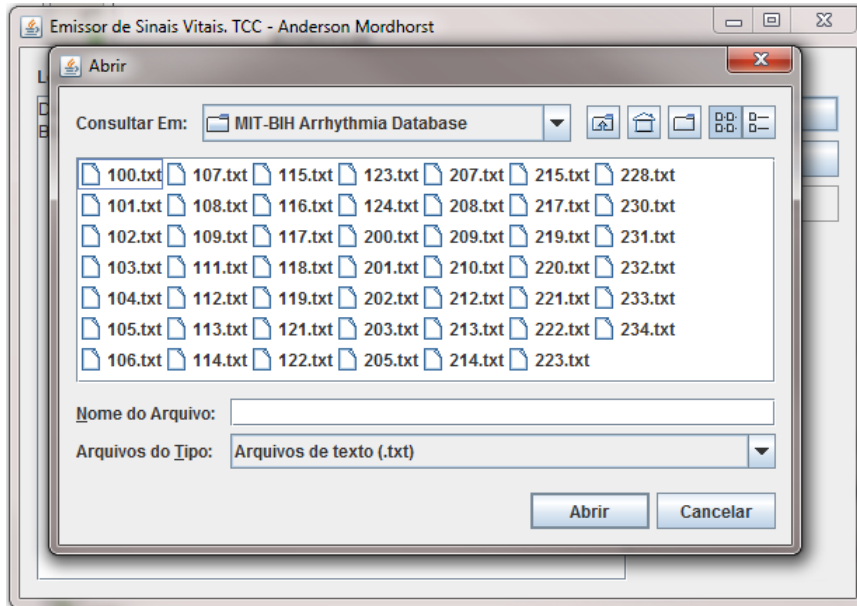


# Etapa 6: Algoritmo com limiar adaptativo

- Limiar Adaptativo: o limiar se adapta de acordo com o sinal processado



# Operacionalidade



092<sub>BPM</sub>  
21:53:32

# Experimentos

## *Bluetooth*

Aplicado em dois cenários: ambiente fechado que consiste em um quarto de aprox. 12m<sup>2</sup> com um corredor de acesso de 1,5m<sup>2</sup> e um ambiente aberto que consiste em uma sala comercial com tamanho total não calculado

O teste consiste em enviar um sinal de 4 *bytes* para verificar a distância/tempo em que é possível transmitir os dados

<b>Ambiente</b>	<b>Distância máxima de conexão (metros)</b>
Aberto	Aprox. 15 metros
Fechado	Aprox. 5 metros

A perda de sinal no ambiente fechado ocorreu no corredor de acesso devido a quantidade de obstáculos (paredes e móveis) que havia entre o emissor e o receptor

O tempo médio de transmissão foi de 58ms



# Experimentos

## Identificação de batimentos cardíacos

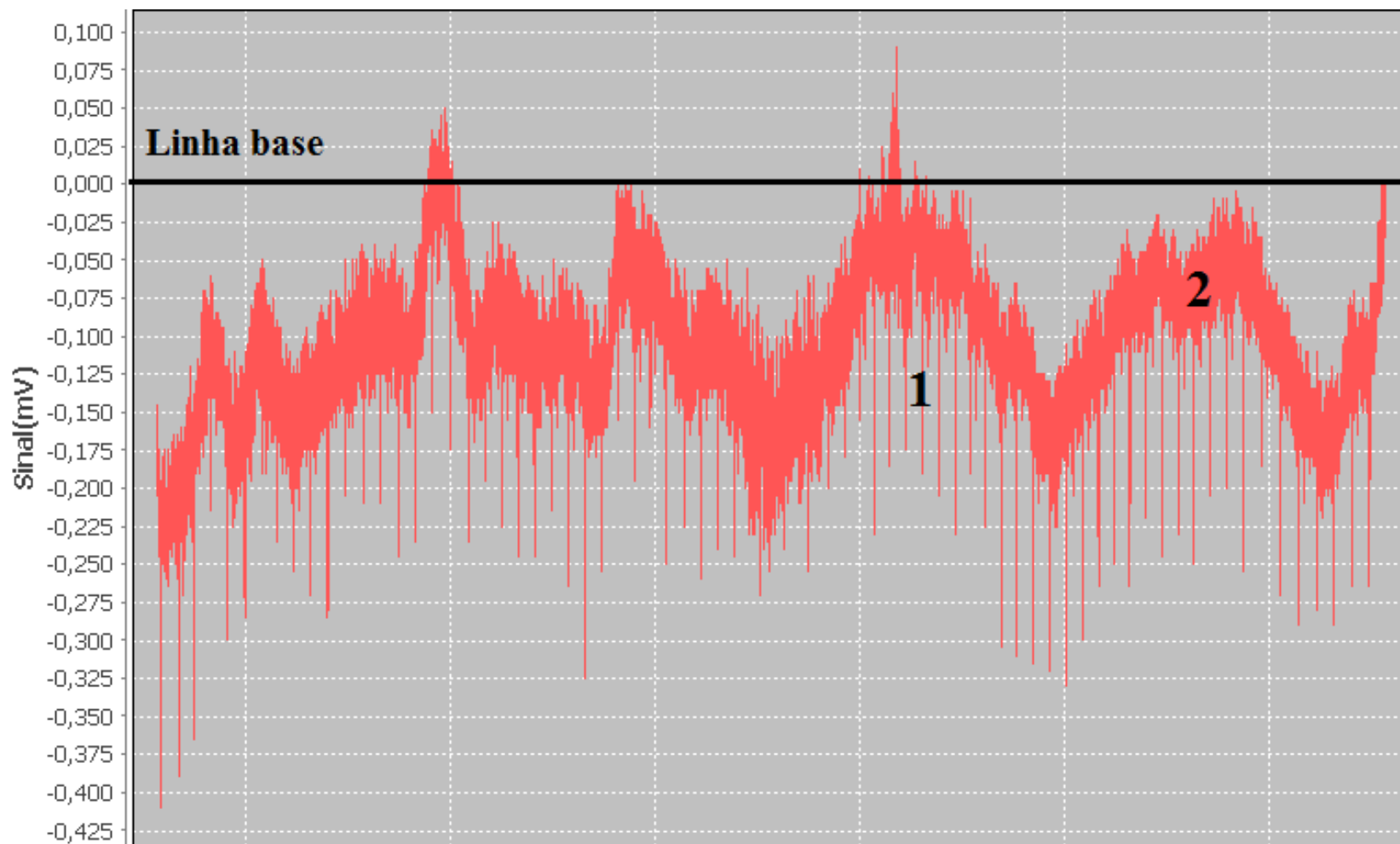
Para efetuar os testes sobre a identificação dos batimentos cardíacos foi utilizado a MIT-BIH *Arrhythmia Database*. A base de dados é formada por 48 amostras de 30 minutos cada, coletadas de 47 pacientes (sendo que um dos paciente possui duas amostras na base). Porém a base utilizada contém 48 amostras de aproximadamente 24 minutos cada.

# Experimentos

Paciente	Qtd Batim. base	Limiar					
		Adaptativo		Fixo 2/3		Fixo 1/5	
		Batim. recon.	Dif. (%)	Batim. recon.	Dif. (%)	Batim. recon.	Dif. (%)
100	2273	2477	36,21	1038	-42,94	2264	24,51
101	1865	2465	65,20	889	-40,43	12632	746,65
102	2187	2328	33,06	909	-48,06	3062	74,99
103	2084	2210	32,53	1145	-31,33	1826	9,50
104	2229	2439	36,74	359	-79,90	2312	29,65
105	2572	2351	14,23	120	-94,17	1337	-35,03
106	2027	2095	29,16	180	-88,90	969	-40,26
107	2137	2432	42,26	1143	-33,18	3648	113,38
121	1863	2106	41,28	1030	-30,92	1901	27,54
122	2476	2561	29,28	2068	4,40	12459	528,96
123	1518	1766	45,39	1305	7,44	1515	24,70
124	1619	1880	45,15	1412	9,02	1612	24,46
200	2601	1978	-4,96	521	-74,97	2909	39,79
201	2000	1935	20,90	750	-53,15	1723	7,65
202	2136	2104	23,13	749	-56,18	2113	23,64
203	2980	2391	0,27	178	-92,55	2487	4,30
205	2656	2490	17,17	607	-71,46	2635	23,98
207	2332	2068	10,85	809	-56,65	1894	1,50
208	2955	2256	-4,57	197	-91,68	1721	-27,21
209	3005	2453	2,03	169	-92,98	2347	-2,40
210	2650	2328	9,81	122	-94,26	2207	4,08
	110159	107554		40277		122982	

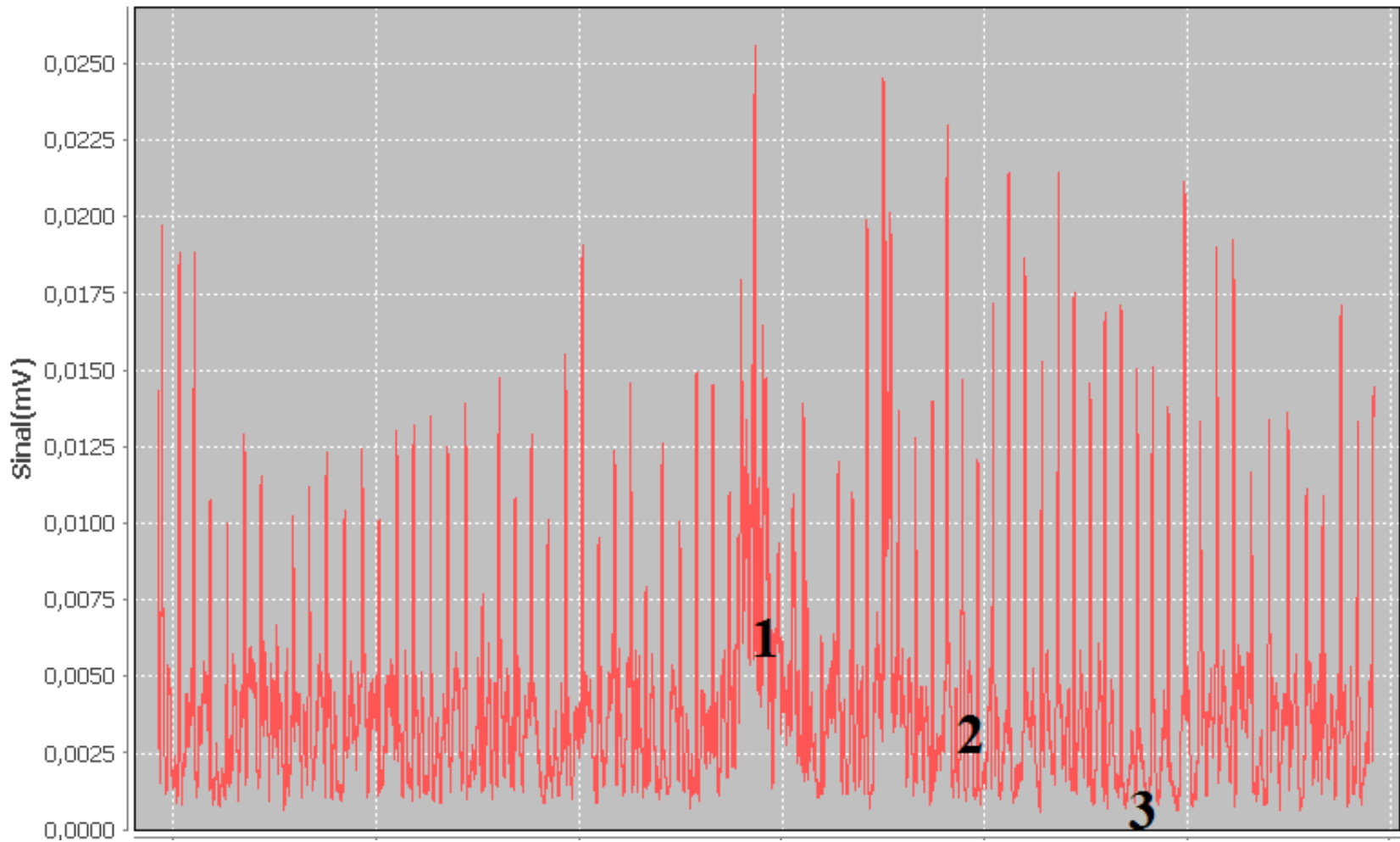
# Experimentos

## Registro original do paciente 101



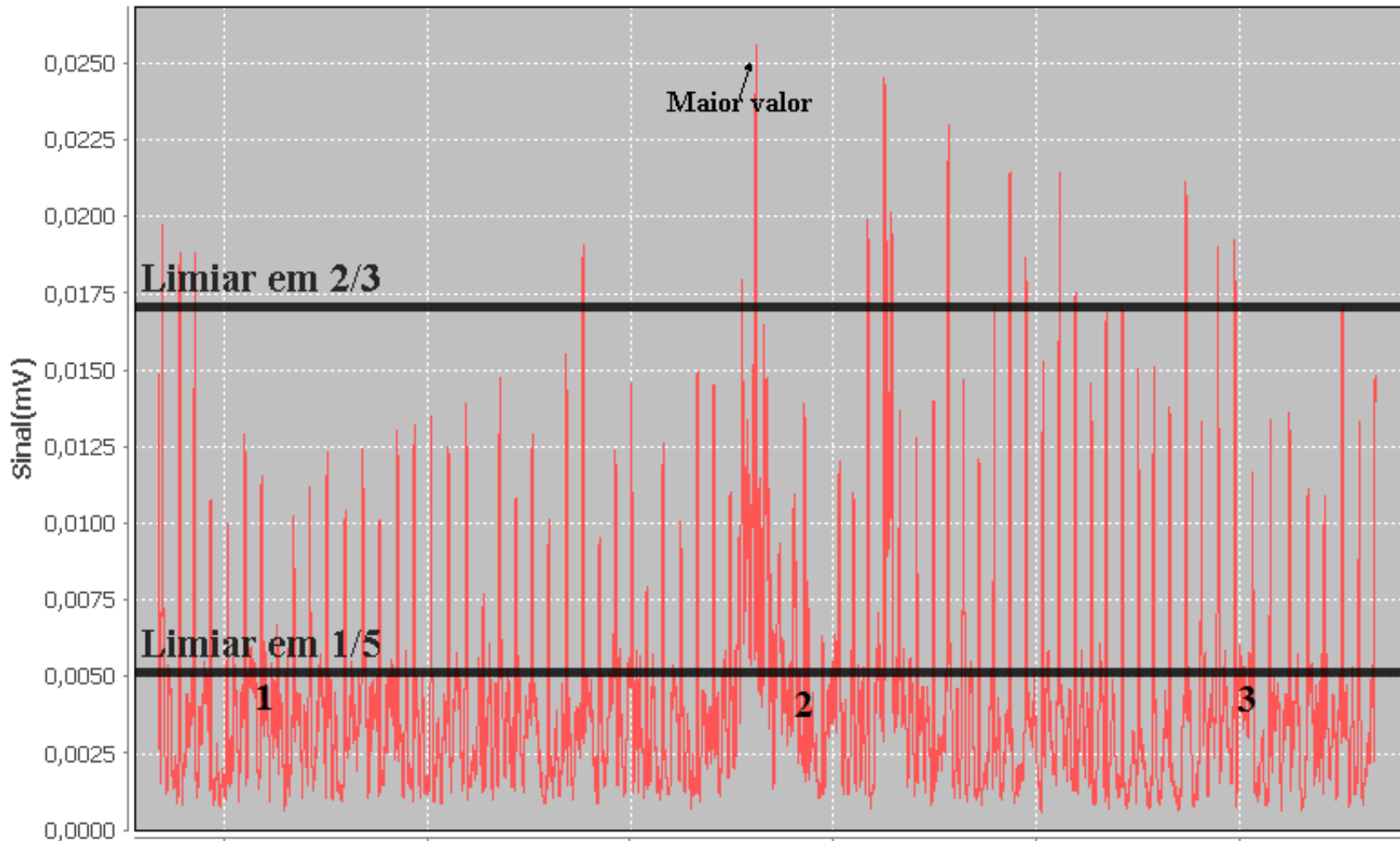
# Experimentos

## Registro com filtro do paciente 101



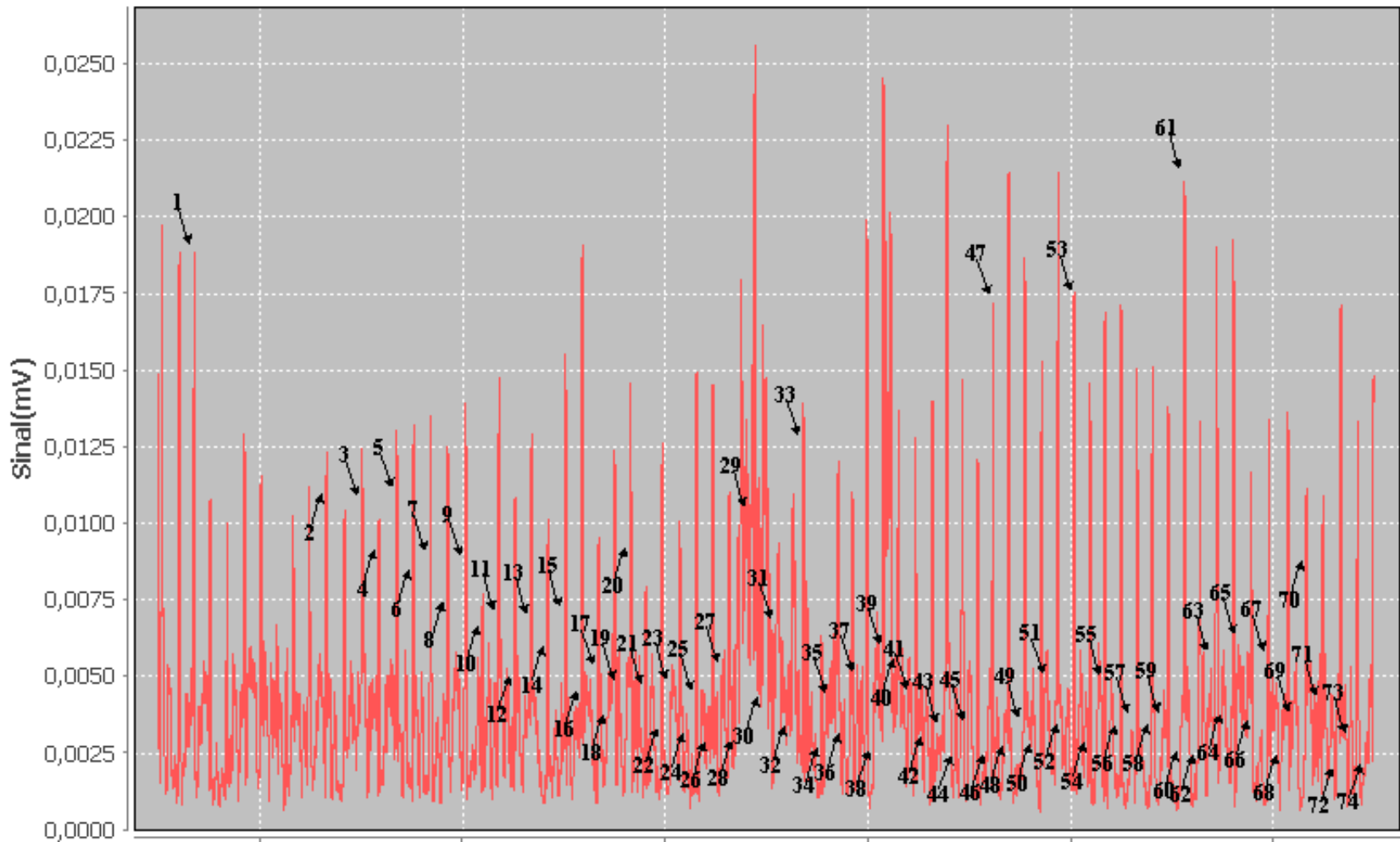
# Experimentos

## Registro com limiar fixo do paciente 101



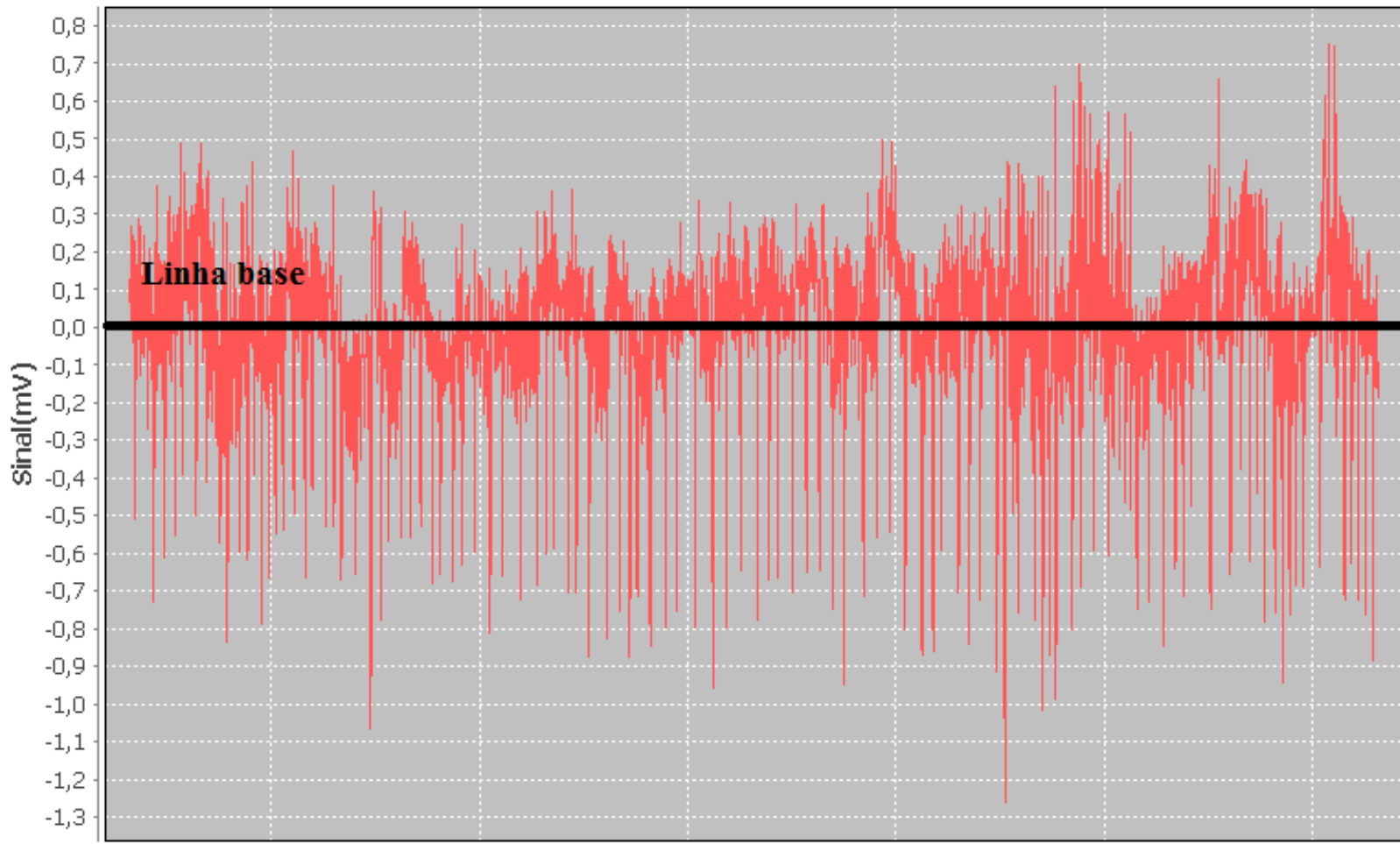
# Experimentos

## Registro com limiar adaptativo do paciente 101



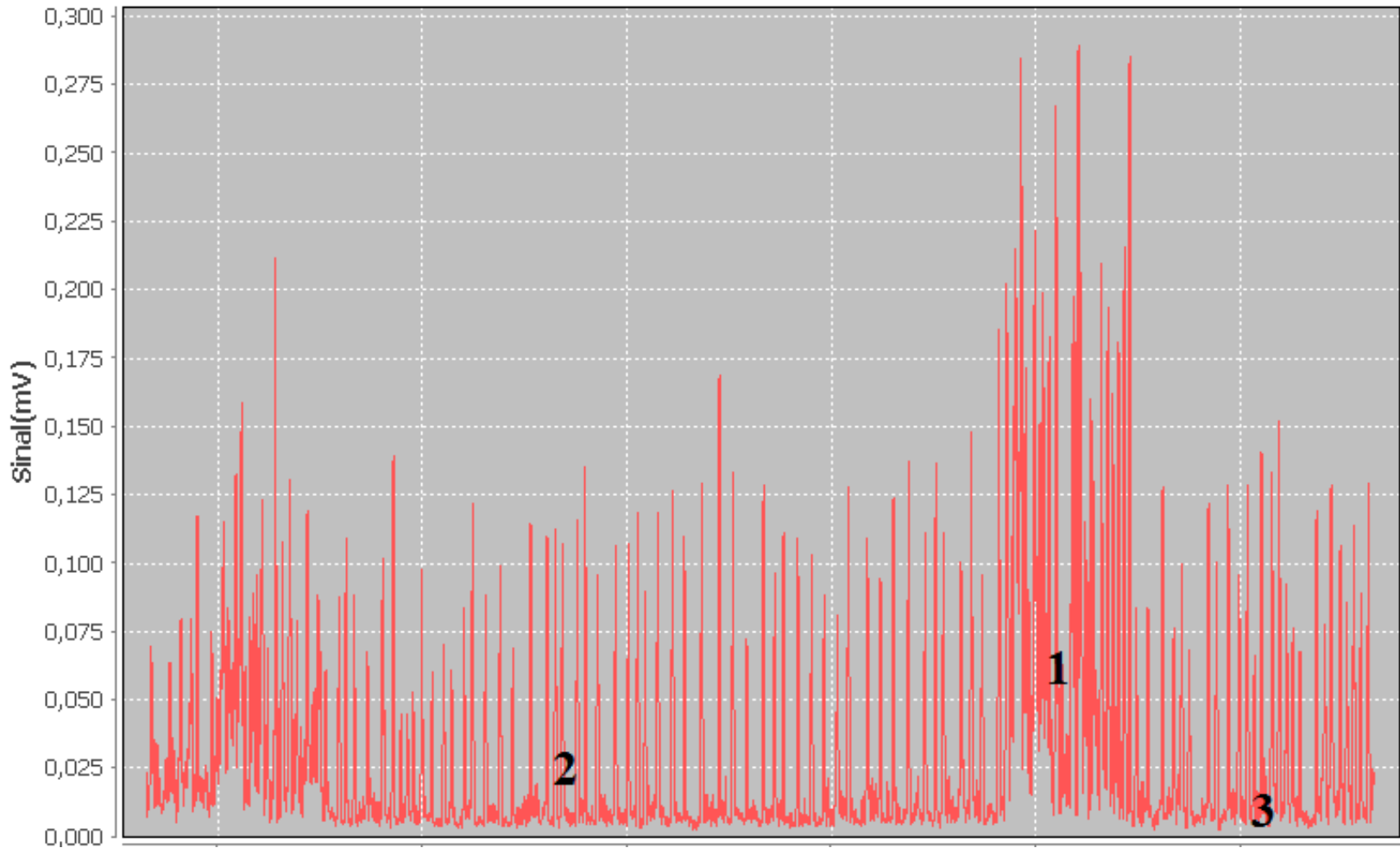
# Experimentos

## Registro original do paciente 203



# Experimentos

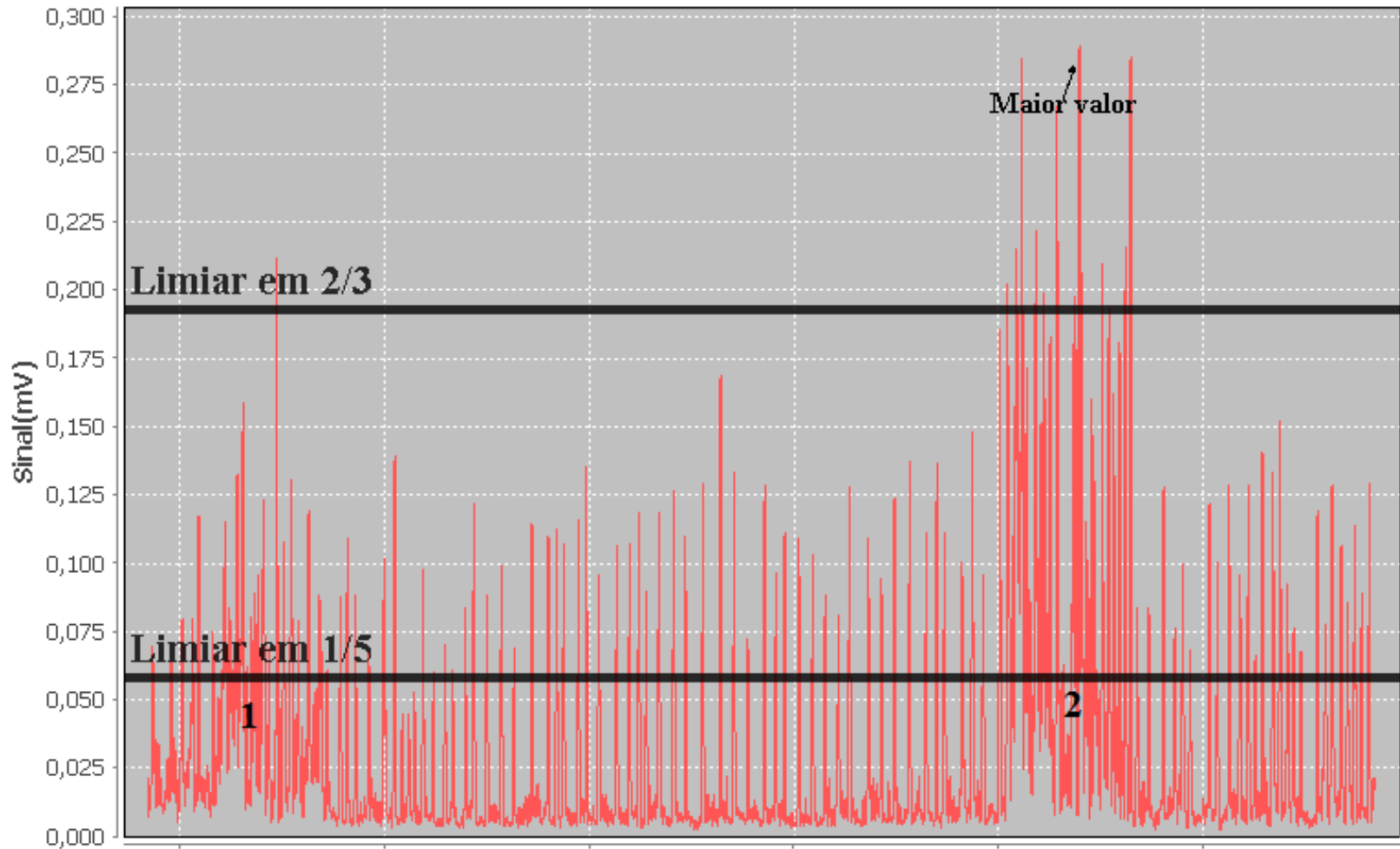
## Registro com filtro do paciente 203





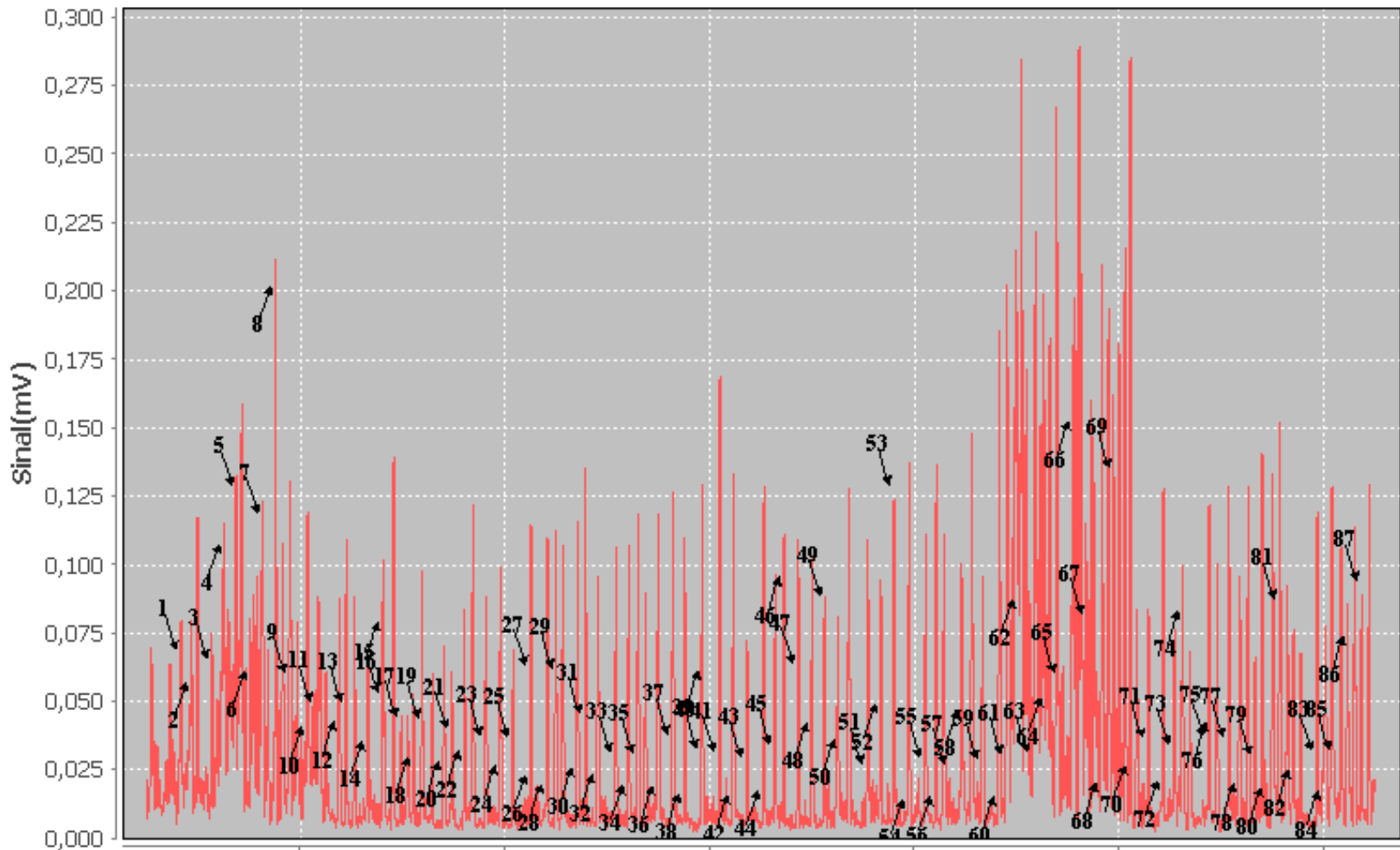
# Experimentos

## Registro com limiar fixo do paciente 203



# Experimentos

## Registro com limiar adaptativo do paciente 203



# Resultados e discussões

Ao analisar os registros 101 e 203 nota-se a importância dos filtros passa-alta e passa-baixa

Influencia na identificação dos batimentos cardíacos

Limiar em  $2/3$  está muito alto, não identificando a maioria dos batimentos cardíacos existentes

Limiar fixo em  $1/5$  possui resultados melhores que seu antecessor ( $2/3$ ), porém, sua eficácia é prejudicada pelos filtros aplicados

Limiar adaptativo é o que mais se adequa ao comportamento das ondas dos sinais vitais, mas a ineficácia dos filtros aplicados prejudica sua precisão

# Conclusões

Resultados considerados razoáveis. Os algoritmos de filtragem obtiveram resultados ruins na maioria dos registros testados

Os algoritmos de identificação de batimentos tiveram seus resultados prejudicados pela existência de ruído no sinal filtrado

No entanto, os resultados obtidos demonstram que o sistema de identificação de batimentos proposto pode ser facilmente aplicado nos cenários idealizados pelos autores dos trabalhos correlatos

O trabalho proposto apresenta um conjunto de funcionalidades que podem servir de base para trabalhos futuros empregados na área de identificação de arritmias cardíacas, item muito importante para diagnóstico preciso para um cardiologista

# Limitações

- Módulo emissor funciona apenas com máquina virtual Java 32 bits devido a restrição da biblioteca utilizada BlueCove
- Módulo receptor efetua conexão com dispositivos já pareados (não é feita o pareamento automático)
- A análise de sinais vitais é feita em um intervalo de um em um minuto

# Extensões

- Melhorar a técnica de filtragem de sinais vitais
- Melhorar a técnica de identificação de batimentos cardíacos
- Calcular a frequência cardíaca em um intervalo menor de tempo (sugestão de 3 em 3 segundos)
- Desenvolver a integração do sistema com *hardwares* específicos de emissão de sinais vitais via *bluetooth*
- Desenvolver um gráfico diário das frequências cardíacas computadas pelo sistema

# Extensões

- Desenvolver uma comunicação direta entre o aplicativo emissor e um outro aplicativo utilizado por um cardiologista

Demonstração



Obrigado!