

MEDIÇÃO DE ELETROCARDIOGRAMA EM PEQUENOS ANIMAIS

Carina M. Germer¹ e José W. M. Bassani^{1,2}

e-mail: carina@ceb.unicamp.br, bassani@ceb.unicamp.br

¹FACULDADE DE ENGENHARIA ELÉTRICA E DE COMPUTAÇÃO, ²CENTRO DE ENGENHARIA BIOMÉDICA

Apoio: CNPq (Proc. N. 300632/2005-3)

Palavras-chave: Eletrocardiograma - Amplificador diferencial - Pequenos animais.

Introdução

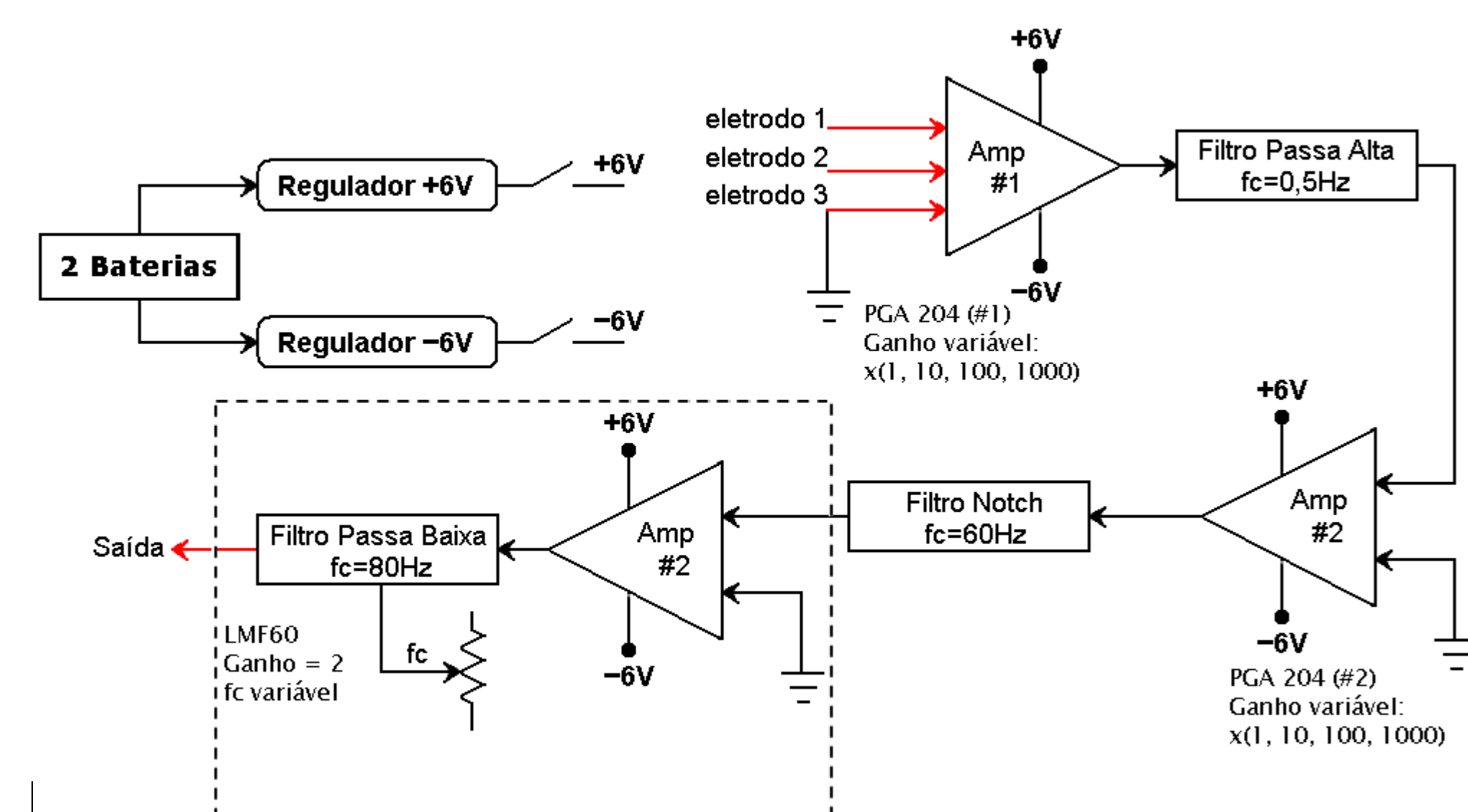
A quantidade de sangue bombeada pelo coração em um determinado período é definida como o produto da frequência cardíaca (FC) pelo volume sistólico, o que deixa claro que o conhecimento de FC seja de real importância para estudo do coração e, por ser uma variável cuja medição típica é não-invasiva, inúmeras avaliações clínicas levam em conta o seu valor médio ou dados resultantes da análise de sua variabilidade (Vanderlei et al., 2009).

Uma das maneiras de abordar o estudo do coração é por meio da comparação entre espécies (Lillywhite et al., 1999). A FC varia amplamente com a massa corporal de répteis, aves e mamíferos, mas a informação é ainda deficiente quando se trata de pequenos animais (massa corporal de aproximadamente ~ 10 g), em especial dos pequenos répteis.

No presente trabalho foi projetado e construído um instrumento para medição não-invasiva de biopotenciais, visando a determinação da FC em pequenos animais. O instrumento foi testado, nesta fase inicial, em ratos neonatos (de 1 a 5 dias de idade), mostrando resultados promissores.

Metodologia

O instrumento desenvolvido baseia-se em um amplificador diferencial clássico (Webster, 1997), e foi construído com o amplificador operacional PGA204 (Burr-Brown, Tucson, AZ), cujo ganho é variável digitalmente. Afim de centralizar nas frequências do sinal procurado, foram construídos filtros passa altas com frequência de corte (f_c) em 0,5Hz, passa baixas com f_c em 80Hz e *notch* de 60Hz. A Figura 1 ilustra o diagrama de blocos do circuito



Para a realização dos testes em bancada foi utilizado um gerador de ECG desenvolvido no CEB-UNICAMP. O gerador foi conectado de forma a diferenciar os potenciais entre braços. Como apresentado na Figura 2.

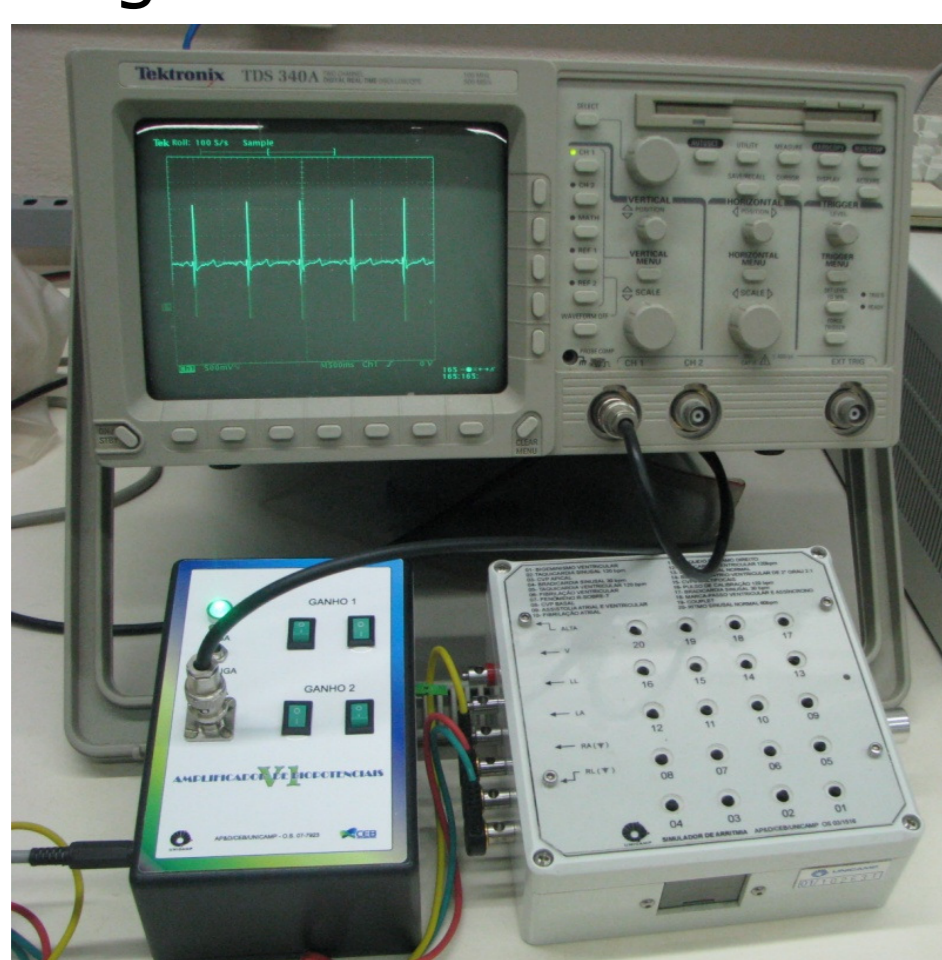


Figura 2 – Configuração em bancada para teste do instrumento, usando um simulador de ECG.

Os animais utilizados foram ratos neonatos (1 a 5 dias, peso médio de 10,5±5g), Wistar, ambos os sexos, provenientes do CEMIB-UNICAMP. Após as medições não-invasivas os animais foram usados em outro experimento para o qual o processo de eutanásia foi aprovado previamente (Proc. N. 2086-1).

Resultados e Discussão

A FC média dos animais estudados foi de 357,4 ± 64,2 bpm (temperatura ~25°C, N = 3). O intervalo entre picos da atividade elétrica mostrou-se irregular (129,8 ± 9,8 ms e 210,0 ± 17,8 ms, respectivamente mínimo e máximo intervalo médio, N = 44 intervalos medidos, T = ~25°C).

A Figura 3 ilustra o resultado dos testes em bancada para a verificação dos filtros construídos. Note que há uma boa atenuação em sinais de baixa frequência (< 0,5Hz), de alta frequência (> 80Hz) e na frequência 60Hz.

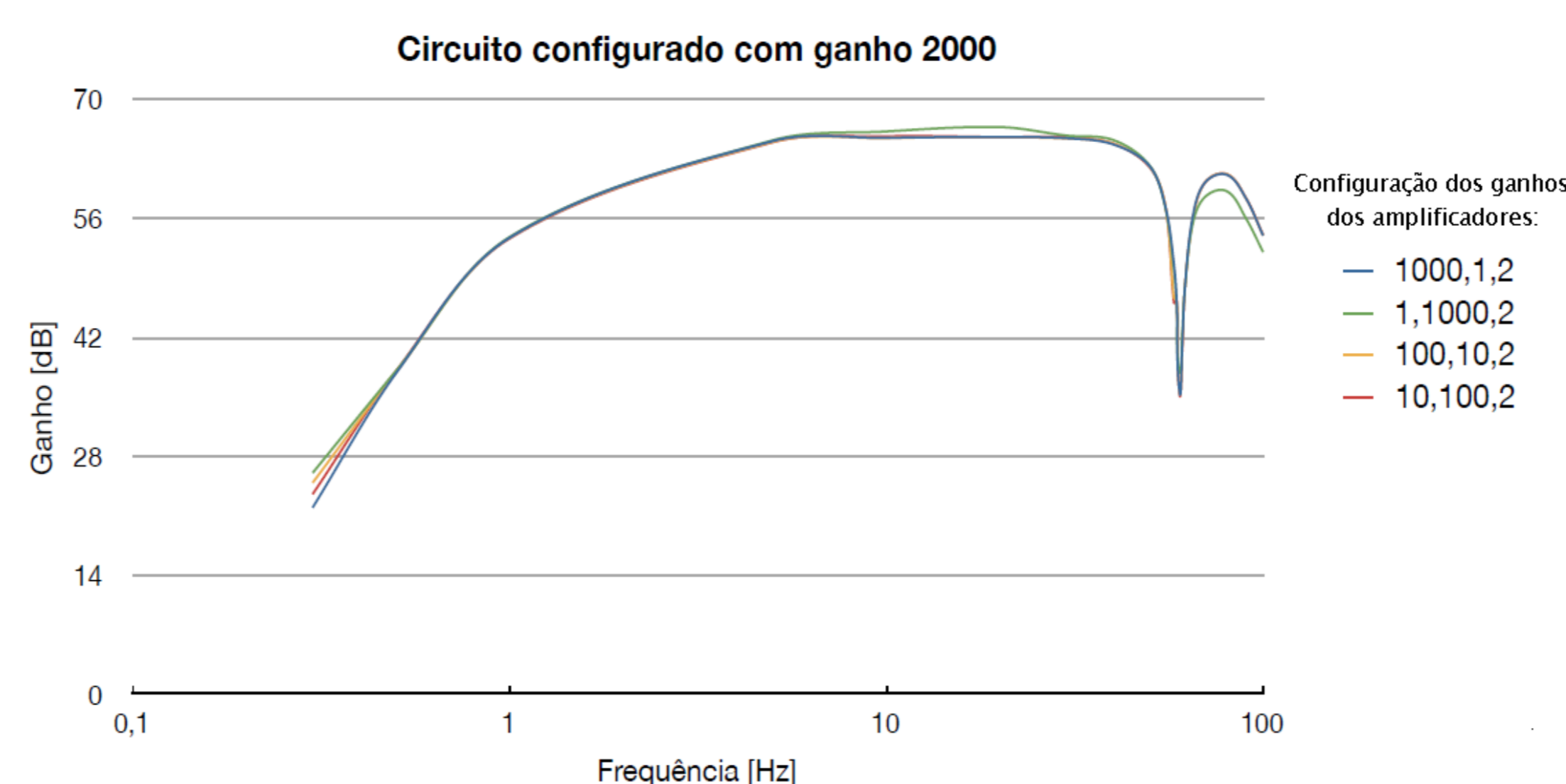


Figura 3 – Resposta em frequência dos filtros construídos. Configuração com ganho máximo de 66dB (G=2000).

A Figura 4 ilustra o registro da atividade elétrica do coração de um rato neonato.

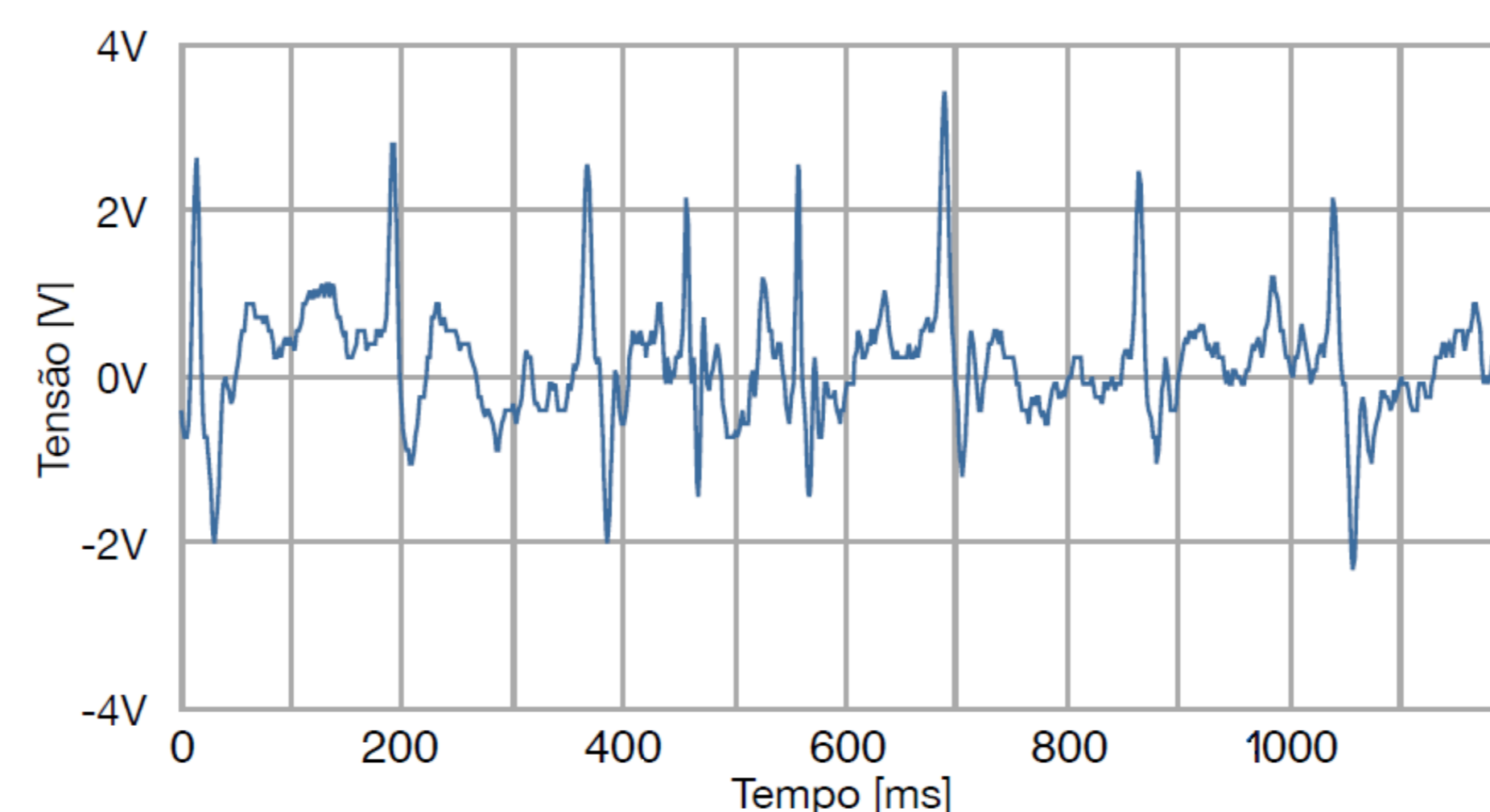


Figura 4 – Registro da atividade elétrica do coração de um rato neonato, 15,37g, temperatura de 24°C, e ganho de 20000. Ordenadas: tensão (V), abscissas: tempo (ms).

Pode-se observar que há uma variação na frequência da atividade elétrica do coração do neonato. Esta irregularidade (frequência ~ 86cpm) pode ter sido influenciada pela respiração do animal, e está na faixa da frequência respiratória do rato (www.bioteriocentral.ufc.br/fisiologia_roedor.html).

A Figura 5 ilustra o momento da medição da colocação dos eletrodos para o ensaio da captação da atividade elétrica cardíaca.



Figura 5 – Eletrodos para medição de eletrocardiograma em rato neonato. Cabo blindado com acoplamento em aço e eletrodo.

Pretende-se progredir para a medição de FC no coração da lagartixa (*H. mabouia*), cuja estrutura de tecido esponjoso irá introduzir novas dificuldades na detecção da atividade elétrica. É possível que nesta espécie não exista sistema rápido de condução elétrica. Se isto for confirmado, o sinal eletrocardiográfico será de amplitude reduzida e de muito baixa frequência. A Figura 6 ilustra corações isolados de lagartixa e rato neonato com pesos corporais semelhantes. A inspeção visual é suficiente para se ver que a massa muscular do coração do mamífero é bem superior.

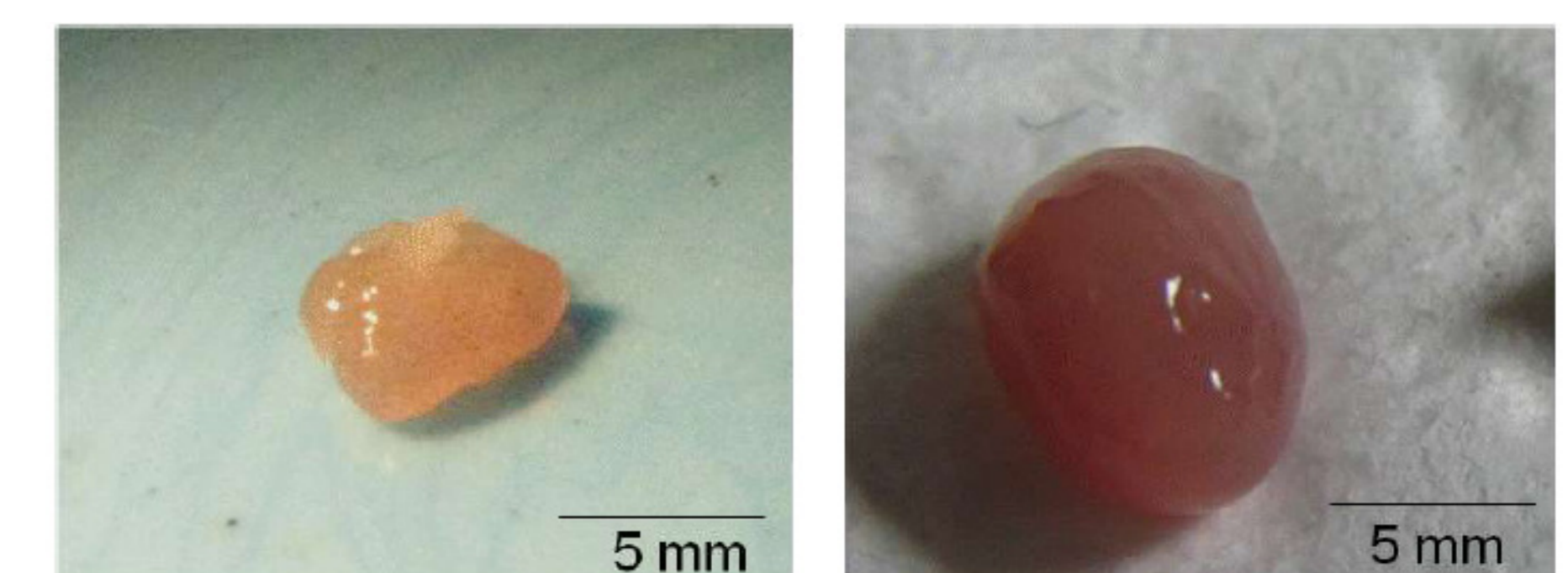


Figura 6 – Corações isolados de lagartixa (à esquerda) e de rato neonato (2 dias, à direita).

Conclusões

O instrumento desenvolvido apresentou bom desempenho para o nível de amplificação utilizado (G = 20.000). A relação sinal-ruído foi tal que a medição da FC se tornou bastante fácil e poderia ser feita automaticamente pela detecção dos picos.

Embora não tenha sido objetivo do presente trabalho, foi possível observar a alta variabilidade da FC, característica de mamíferos jovens.

Tendo em vista a experiência adquirida com as medições efetuadas neste trabalho pode-se antever que a determinação da FC em lagartixas constitui um desafio bastante grande, tendo em vista a diminuta quantidade de tecido cardíaco e a estrutura peculiar do sistema condutor no coração destes animais.

Agradecimentos

Agradecemos o apoio dos funcionários da AP&D CEB - UNICAMP

Referências Bibliográficas

Webster, JG. Medical instrumentation. Application and design. 3ed, Houghton Mifflin Co., 1997.
Lillywhite JLB, Zippel KC, Farrell AP (1999). Resting and maximal heart rates in ectothermic vertebrates. *Comp. Biochem. Physiol.* 124A: 369-382.
Vanderlei LCM, Pastre CM, Hoshi RA, Carvalho TD, Godoy MF. *Rev Bras Cir Cardiovasc*, 24(2):205-217, 2009.