

**SISTEMA MICROCOMPUTADORIZADO PARA O PROCESSAMENTO DE DADOS  
HEMODINÂMICOS DE CATETERISMO CARDÍACO**

por

R.M.V. Piva<sup>1</sup>, A.M.P. Barbara<sup>1</sup>, C.P. Melo<sup>1</sup>

**RESUMO** -- Neste trabalho é apresentado um sistema baseado em microcomputador compatível com IBM-PC para a aquisição e análise on-line de dados hemodinâmicos obtidos através de cateterismo cardíaco. O sistema inclui programas para a coleta, análise, visualização e armazenamento de dados hemodinâmicos, tais como: pressões intracardíacas, dados de oximetria e de débito cardíaco, fluxos e resistências cardíacas. O sistema também permite a emissão de um relatório com dados do paciente, resultados numéricos e gráficos do exame realizado.

**INTRODUÇÃO**

Da forma como hoje é praticado, o cateterismo cardíaco pode ser definido como um conjunto combinado de procedimentos hemodinâmicos e angiocardiógráficos realizados com fins terapêuticos e/ou de diagnóstico (Grossman, 1986). Empregando técnicas, medidas e cálculos específicos bem estabelecidos o cateterismo cardíaco tem sido aplicado, nas últimas quatro décadas, em um número crescente de pacientes. Com o auxílio de computadores, os cálculos envolvidos puderam ser executados com maior rapidez e precisão, levando ao surgimento de vários sistemas comerciais para o processamento digital de dados de cateterismo (Covvey, 1976).

No Serviço de Hemodinâmica do Instituto do Coração do Hospital das Clínicas - FMUSP são realizados, em média, de 30 a 40 cateterismos cardíacos por dia, cujos dados hemodinâmicos são processados por um sistema computadorizado da Hewlett-Packard (HP) - Cardiac Catheterization System 5600B, que pode controlar quatro salas de exames simultaneamente (Hewlett Packard, 1977). Os sinais de pressão, captados por transdutor de pressão conectado ao paciente por meio de um cateter, são amplificadas por um polígrafo, antes de alimentar o sistema computacional.

Adquirido há cerca de 15 anos atrás, o sistema HP é

---

1. Coordenadoria de Informática - Instituto do Coração - HCFMUSP  
Av. Dr. Eneas de Carvalho Aguiar, 44 - 2<sup>o</sup> andar  
CEP 05403 - São Paulo - SP, Brasil

atualmente considerado um sistema de tecnologia ultrapassada o que tem provocado uma série de contratempos para o bom andamento do serviço, e criado uma demanda por equipamentos mais modernos. Neste contexto, e visando também a utilização de tecnologia nacional, foi desenvolvido um sistema interativo, baseado em microcomputador compatível com IBM-PC, para a coleta, análise, cálculos, visualização e armazenamento de dados hemodinâmicos - pressões intracardíacas, dados de oximetria e de débito cardíaco, fluxos e resistências cardíacas- obtidos durante cateterismo cardíaco.

O objetivo principal deste sistema é substituir o sistema HP, na rotina do Serviço de Hemodinâmica. Assim, sob o ponto de vista estrutural e funcional o SISTEMA CATH, como foi denominado o sistema microcomputadorizado, procurou emular o sistema HP, sobretudo no que se refere à interação com o usuário. Isto, para que este não encontrasse dificuldades de adaptação ao novo sistema. Além disso, houve a preocupação de suprir algumas falhas do sistema HP introduzindo-se no SISTEMA CATH, novas funções e formas de abordagem, como por exemplo, a possibilidade de modificação de um resultado do exame, via senha, depois que este foi encerrado, tarefa essa inviável no sistema HP.

#### DESCRIÇÃO DO SISTEMA

As características do Sistema Cath são as seguintes:

##### Configuração de "Hardware"

- . Microcomputador (XT): compatível com IBM-PC
- . Memória RAM : 512 kBytes
- . Disco Rígido : 20 MBytes. Disco Flexível 5 1/4" : 360 kBytes
- . Conversor analógico-digital (CAD) : 16 canais, 10 bits, +/-5V.
- . 2 Monitores de vídeo em paralelo: 1 para operação, 1 para apresentação dos resultados da análise digital para o hemodinamicista.

##### Especificações de "Software"

Na figura 1 é mostrado o diagrama de blocos do SISTEMA CATH, cujas especificações estão listadas abaixo.

- . Linguagens de programação: ASSEMBLY, PASCAL .
- . Sistema modular e on-line.
- . Entrada e armazenamento de dados identificativos do paciente.
- . Descrição do tipo de doença, da condição de exame e do ritmo cardíaco. Possibilidade de realização de medidas hemodinâmicas em 9 condições de exame diferentes (repouso, exercício, drogas, etc.) para cada paciente.
- . Conversão analógica-digital com visualização em tempo real de até 3 canais simultâneos de pressão e 1 canal de eletrocardiograma (ECG) a uma frequência de amostragem 120 Hz por canal. Os dados são atualmente analisados sem nenhuma filtragem digital prévia.

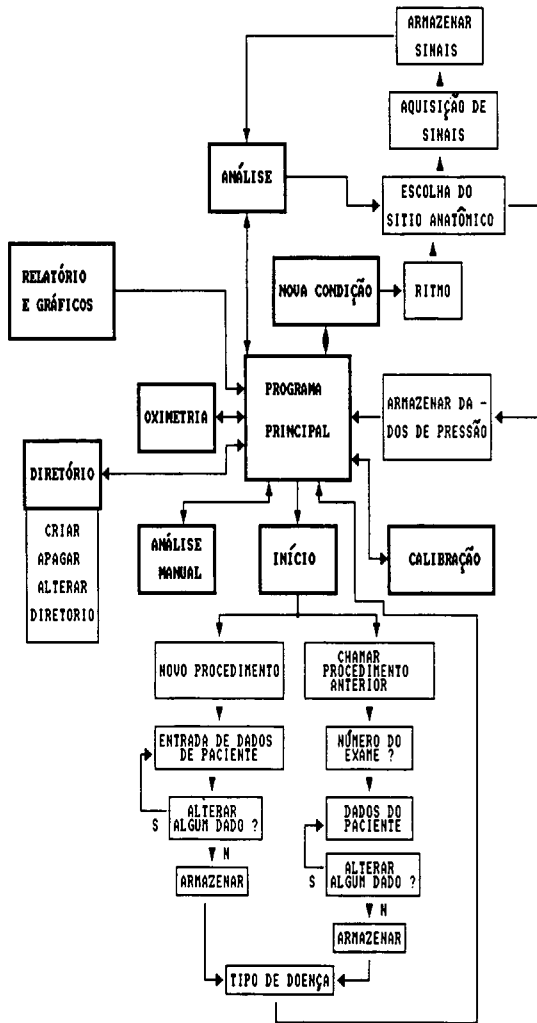


Figura 1 - Diagrama de Blocos do "Sistema Cath"

- . Armazenamento de sinais de pressão, complexos QRS, resultados de pressão e condições de exame .
- . Módulo para calibração de transdutores de pressão.
- . 19 sítios anatômicos diferentes para medidas de pressão: veia cava superior alta, átrio direito alto e baixo, átrio direito, ventrículo direito, via de saída do ventrículo direito, artéria pulmonar, artéria pulmonar esquerda e direita, capilar pulmonar, capilar pulmonar esquerdo, veia pulmonar anômala, átrio esquerdo, via de entrada e saída do ventrículo esquerdo, ventrículo esquerdo, aorta, aorta distal, artéria periférica.
- . 27 sítios anatômicos diferentes para dados de oximetria. São eles todos os locais citados acima para pressão e ainda veia cava inferior alta e baixa, veia cava superior média e baixa, sinus coronário, artéria pulmonar distal, veia pulmonar direita e esquerda.
- . Cálculo das pressões de onda "a", "v", e médias para sítios atriais; das pressões sistólicas, diastólicas inicial e final, para sítios ventriculares; das pressões sistólica, diastólica e média para sítios arteriais.
- . Determinação da frequência cardíaca.
- . Determinação de conteúdo de oxigênio, fluxos e resistências.
- . Correção manual de valores representativos de pressão, através de cursores posicionáveis sobre batimentos selecionados da curva de pressão. Os valores representativos são obtidos pela média dos 3 batimentos medianos de uma série de 9 batimentos cardíacos adquiridos.
- . Emissão de relatório com resultados do exame, com opção de impressão de gráficos dos sinais de pressão analisados.

#### OPERAÇÃO DO SISTEMA

A principal função do SISTEMA CATH é realizar a coleta, análise e armazenamento de curvas de pressão intracardiacas. Para tanto existe uma ordem de operações que deve ser obedecida, a qual, em parte, é predeterminada pelo programa, de tal forma que o usuário forneça sempre as informações relevantes sobre o exame.

Cada transdutor deve ser calibrado separadamente através da opção calibração. Com o auxílio de um manômetro, mede-se as pressões aplicadas no transdutor e que são lidas pelo CAD. Colocando-se num gráfico os valores de pressão em mmHg em função dos valores digitais fornecidos pelo conversor A/D, obtém-se uma reta de calibração, cujos parâmetros são armazenados em um arquivo e lidos durante a análise dos sinais de pressão .

Pela opção (I)niciar do menu principal, principia-se um exame propriamente dito, ou pede-se a revisão dos resultados de um exame já realizado. Se um novo exame for iniciado, o sistema pedirá que o operador entre com os dados do paciente, ou caso o exame já exista, o sistema mostra esses dados na tela para simples conferência. Se nenhuma alteração dos dados identificativos for necessária, automaticamente o sistema

pergunta o tipo de caso, a condição do exame e o ritmo cardíaco. A seguir entra-se no sub-menu de aquisição de dados e análise. As teclas F1 a F8 permitem a escolha do local anatômico para amostragem das curvas de pressão, figura 2. As teclas F7 e F8 mostram menus de sítios anatômicos extras para o lado esquerdo (XE) e direito (XD) do coração, respectivamente. Esses menus variam em função do tipo de patologia ou doença cardíaca (adquirida e congênita) e do tipo de dado que está sendo entrado (pressão ou oximetria) (HP,1977). Por exemplo, o uso da tecla F8, para aquisição de dados de pressão de um paciente com doença congênita, mostrará na tela um menu com os seguintes locais extras: veia cava superior alta, átrio direito alto e baixo, via de saída do ventrículo direito, artéria pulmonar direita e esquerda.

S.I.M. - InCor Hemodinâmica	N.Ex.: 3	Condição: 1	Repouso	Doença: Adquirida					
		Átrio Direito (AD )							
		Ventrículo Direito (UD )							
		Arteria Pulmonar (AP )							
	09:37:07	Capilar Pulmonar (CP )							
	09:38:32	Ventrículo Esquerdo (VE )	224/	-15/ 14					
		Aorta (AO )	177/	89/ 144					
P ressão A nálise M enu O ximetria D ebito N ova Condição									
(ESC) p/ sair		*							
F1:AD	F2:UD	F3:AP	F4:CP	F5:VE	F6:AO	F7:XE	F8:XD	F9:ADV	F10:PEK

Figura 2 - Tela do Sistema Cath apresentando sub-menu de aquisição e análise e valores representativos de pressão.

Selecionando-se um dos locais anatômicos de pressão e o canal do conversor A/D a aquisição de 11 batimentos cardíacos é feita através da tecla (P)ressão. Depois disto, os sinais são armazenados e pela tecla (A)nálise, estes são analisados, sendo os valores representativos de pressão (em mmHg) mostrados em tela, figura 2. Os algoritmos para a determinação das pressões de interesse de um dado local foram validados e os resultados são mostrados em um outro trabalho (" Sistema Microcomputadorizado de Hemodinâmica : Validação Clínica ", XI CBEB, 1989) . Muitas vezes, em cateterismo esquerdo, os valores calculados da pressão diastólica inicial do ventrículo esquerdo são negativos e o clínico solicita que esta seja igualada a zero, ou a um valor próximo de zero. Pela opção (M)enu é possível um ajuste manual dos valores de pressão, Figs. 3 e 4.

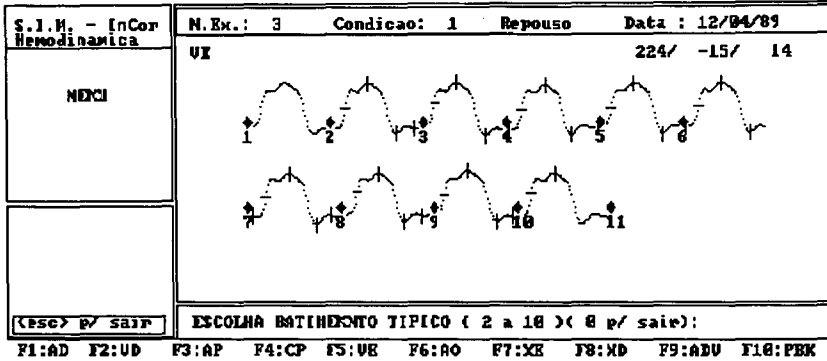


Figura 3 - Visualização das curvas analisadas de pressão de ventriculo esquerdo, antes da escolha de um batimento para a análise manual.

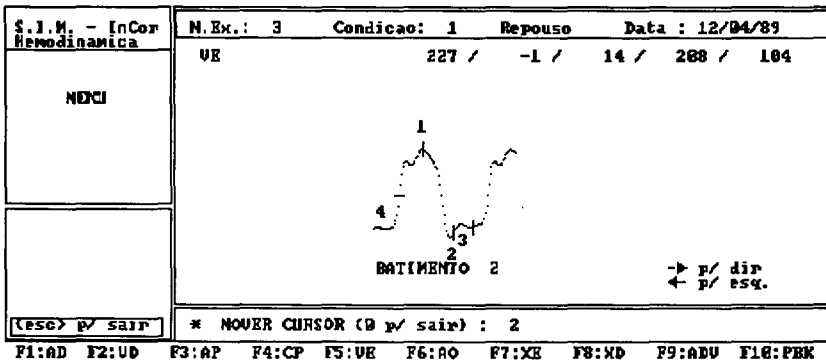


Figura 4 - Batimento cardíaco escolhido para o ajuste manual dos valores das pressões de interesse. Os cursores 1,2,3,4 indicam as pressões sistólica, diastólica inicial, final e máximo dp/dt , respectivamente. Neste caso, o cursor 2 foi movido sobre a curva até que a pressão fosse igual a -1. Este será o valor corrigido da pressão diastólica inicial, que era igual a -15.

A figura 5 mostra um gráfico de sinal de pressão que pode ser impresso no relatório do exame .

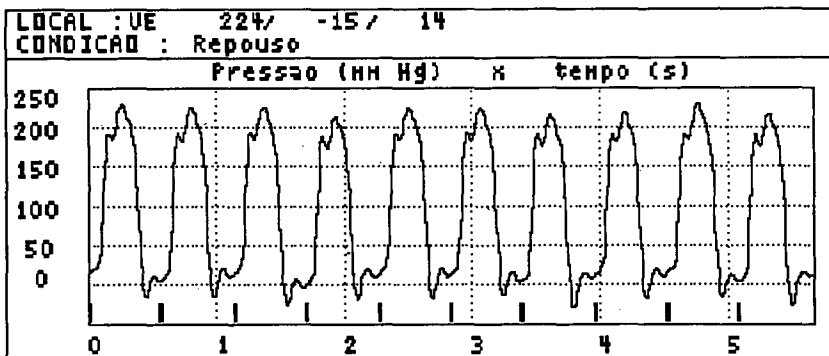


Figura 5 - Gráfico de uma curva de pressão de ventrículo esquerdo para relatório final do exame de cateterismo.

#### CONCLUSÕES

A utilização de um microcomputador para o processamento de dados hemodinâmicos apresenta a vantagem sobre o sistema HP de ser um sistema compacto de tecnologia mais avançada, de fácil manutenção e mais barato. Ao lado disso, a característica modular do "software" desenvolvido torna o SISTEMA CATH bastante flexível, podendo ser facilmente ajustável às necessidades do usuário, além de permitir a ampliação das suas funções para a inclusão de novas medidas clínicas para experimentação, pesquisa e exames de rotina.

#### AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Eng<sup>o</sup> Sergio Shiguemi Furuie, ao Eng<sup>o</sup> Marco Antonio Gutierrez pelo desenvolvimento do "software" básico de conversão A/D e de outras rotinas utilizadas no SISTEMA CATH, ao Dr Mário Toscano de Brito Filho pelas valiosas discussões e sugestões e a FINEP, pelo apoio financeiro.

#### REFERÊNCIAS

- COVVEY, H.D., OLLEY, P.M., WIGLE, E.D., (1976), " A review of commercial computer systems for cardiac catheterization laboratory", in Computers in Cardiology. New York, IEEE Computer Society. p 327.
- GROSSMAN, W. , (ed.) (1986), Cardiac Catheterization and Angiography. Philadelphia, PA, Lea & Febiger. p 5.
- HEWLETT PACKARD, (1977), " Physician's Guide to The HP Catheterization Data Analysis System". Massachusetts, USA.

**MICROCOMPUTER-BASED SYSTEM FOR PROCESSING OF HEMODYNAMIC DATA  
FROM CARDIAC CATHETERIZATION**

**ABSTRACT** -- This work presents a microcomputer-based system for on-line acquisition and analysis of hemodynamic data obtained by cardiac catheterization. The system was developed on an IBM compatible microcomputer and includes software for the collection, analysis, display and storage of hemodynamic data such as intracardiac pressures, oximetry and cardiac output data, cardiac flows and resistances. The system also permits that a report be printed with patient data as well as numerical and graphical results of the exam performed.