

INSTRUMENTAÇÃO BIOMÉDICA: DESENVOLVIMENTO DE UM INCAPACÍMETRO ARTICULAR APLICADO A FARMACOLOGIA

Íkaro SARAIVA (1); Themóteo VARELA (2)

(1) Centro Federal de Educação Tecnológica – CEFET-CE, Av. Treze de maio, 2081 - Benfica – Fortaleza/CE,
ikaro_ce@hotmail.com

(2) CEFET-CE, themoteo@gmail.com

RESUMO

O presente trabalho trata do desenvolvimento de um sistema, chamado de Incapacímetro Articular, responsável pela aquisição, transmissão e visualização de dados do Tempo de Suspensão da Pata (TSP) de ratos para o teste de Incapacidade Articular (IA) destinado ao auxílio de pesquisas médicas na área da Farmacologia para o estudo da artrite reumatóide. O percurso metodológico adotado encontra-se dividido em duas partes: revisão bibliográfica, enfocando os princípios básicos da instrumentação, o estudo da doença pesquisada, e o desenvolvimento em si do produto, através da confecção da placa de aquisição de dados, a qual está responsável pela leitura dos sensores de toque contidos nas patas dos ratos utilizando o microcontrolador AT89C4051 da família MSC-51 e pela transmissão das variáveis do processo para o microcomputador. Já para a interface humana, foi implementado um software, em ambiente de desenvolvimento Borland C++ Builder (BCB), com o intuito de fazer a comunicação com o hardware, via barramento serial universal (USB), para que possa ser realizada a visualização dos tempos relativos ao processo de pesquisa através de gráficos ilustrativos. Os resultados apontam para um modelo útil para a linha de pesquisa na farmacologia, tendo como principais atributos a eficácia nas medições e a versatilidade na instalação.

Palavras-chave: instrumentação biomédica, artropatias inflamatórias, teste de incapacidade articular em ratos.

1. INTRODUÇÃO

A tecnologia vem inovando cada vez mais com a integração das áreas do conhecimento humano.

A grande expansão tecnológica observada no século XX, principalmente na segunda metade deste século, resultou em inúmeras descobertas e desenvolvimentos científicos em praticamente todas as áreas do conhecimento. Dentre essas áreas, uma das que mais se beneficiou com este desenvolvimento foi a medicina, que a partir do desenvolvimento da física, da eletrônica e da computação pode atingir um grau de exploração, diagnóstico e terapia cada vez mais precisos e de forma cada vez menos invasiva ao paciente, aplicando novas técnicas e filosofias de trabalho com base nos novos equipamentos desenvolvidos.

Dentre os inúmeros equipamentos desenvolvidos, pode-se citar aquele que mede a incapacidade articular (IA) em ratos sob efeito de drogas analgésicas e inflamatórias. Dentre as artropatias crônicas inflamatórias, a artrite reumatóide (AR) é a mais prevalente e a maior responsável por invalidez, quer temporária, quer permanente. Embora se tenha avançado na compreensão da etiopatogenia dessa doença, muito dos mecanismos fisiopatológicos envolvidos ainda estão por ser elucidados. O fato de não existir artrite reumatóide, tal como se observa em humanos, em outras espécies, representa uma dificuldade técnica no estudo da AR.

1.1. Objetivos

O objetivo desse trabalho consiste desenvolver um sistema que faça a aquisição e visualização de dados do tempo de suspensão da pata (TSP) para o teste de Incapacidade Articular.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Princípios da Instrumentação

De acordo com Wikipédia (2007), a Instrumentação é definida como “a arte e ciência da medição e controle”. O termo instrumentação pode ser utilizado para fazer menção à área de trabalho de profissionais que lidam com os aparelhos do processo produtivo, mas também pode referir-se aos vários métodos e utilizações possíveis para os instrumentos.

2.2. Tipos de Medição

Medição é o processo empírico e objetivo de designação de números a propriedades de objetos ou eventos do mundo real de forma a descrevê-los para um melhor entendimento. Conforme Gongora (2000), a classificação conforme os tipos de medida podem ser:

- Medida Nominal: quando duas quantidades do mesmo tipo são comparadas para saber se são iguais. Por exemplo, comparação de duas cores.
- Medida Ordinal: quando é necessário ter informação a tamanhos relativos. Por exemplo, a classificação por idade e turma de um colégio.
- Medida em Intervalos: quando se deseja uma informação mais específica, envolve-se então uma escala, sem a inclusão de pontos de referência ou zeros. Por exemplo, uma escala de peso e altura de uma turma.
- Medidas Normalizadas: define-se um ponto de referência e realiza-se a razão, dividindo cada medida pelo valor de referência, determinando as magnitudes relativas. Por exemplo, quando foi escolhido como referência o valor máximo medido, o seu maior valor medido será 1.
- Medidas Cardinais: o ponto de referência é comparado com um padrão previamente definido. Assim todo parâmetro físico pode ser medido contra uma referência padrão, como o Sistema Internacional de medidas (SI).

2.3. Sistema geral de uma Medida

Em um sistema de medida é comum apresentar três elementos básicos e podem ser descritos a partir do projeto realizado. Eles são mostrados na figura 1.

- Elementos sensores: placa de metal contida na pata do rato.
- Conversor de sinal: circuito microprocessado.
- Elemento mostrador: software desenvolvido no ambiente Borland Builder C++.

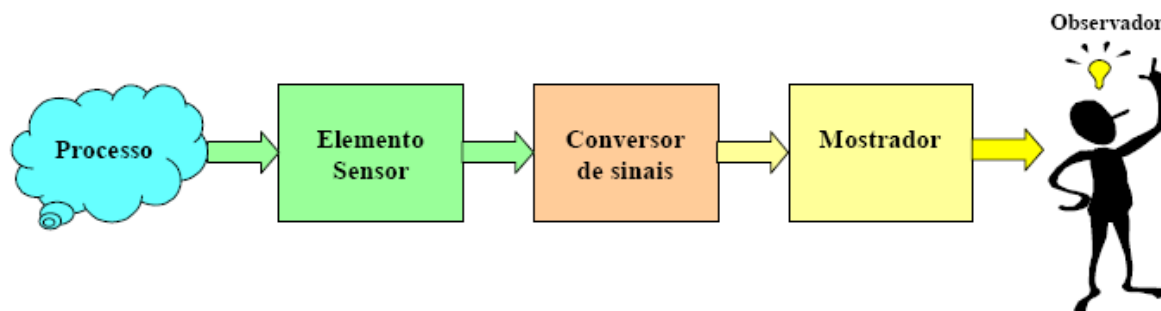


Figura 1 – Forma geral de um sistema de medida.

2.4. Modelos Experimentais utilizando animais para o estudo da artrite

A artrite reumatóide (AR) é uma doença auto-imune de etiologia desconhecida, caracterizada por poliartrite periférica, simétrica, que leva à deformidade e à destruição das articulações por erosão do osso e cartilagem (SBR, 2002).

A artrite reumatóide afeta frequentemente as mãos e os pés e quando isso acontece pode haver limitação da atividade dos doentes, nomeadamente algumas atividades profissionais podem ser incompatíveis com a artrite reumatóide: não há pianistas com artrite reumatóide. Podem-se observar, na figura 2, as consequências desta enfermidade.



Figura 2 – Deformações nas mãos e pés ocasionadas pela artrite reumatóide.

De acordo com McCarty (1987), há muitas razões pelas quais a artrite adjuvante tem sido um dos modelos experimentais das artrites inflamatórias mais frequentemente utilizados para estudar os mecanismos de ações e efeitos terapêuticos de vários agentes antiinflamatórios. As características mais atrativas deste modelo são:

1. Similaridade entre o seu quadro clínico e histopatológico com a AR humano;
2. A natureza imunológica dos mecanismos patogênicos utilizados na indução da enfermidade;
3. A facilidade e reprodutibilidade da indução e uso clínico em certos ratos susceptíveis;
4. Disponibilidade de quantização objetiva e reprodução dos resultados obtidos para a busca do inflamatório articular.

Neste trabalho são apresentadas as principais diretrizes para a elaboração do artigo completo no que diz respeito à apresentação gráfica, à estrutura e ao procedimento para a submissão dos artigos. Este documento já possui a formatação de estilos personalizados para a elaboração do texto. O autor pode, portanto, utilizar este arquivo como modelo para esta finalidade

3. METODOLOGIA

Para iniciar o projeto do Incapacímetro Articular, foi estudado a variável medida, o tipo de transdutor utilizado, o processamento do sinal adquirido, o armazenamento e transmissão de dados e os fatores que podiam influenciar no teste abordado por este trabalho.

Por último, foi escolhido o ambiente de desenvolvimento de aplicações orientado a objeto para uma melhor visualização dos resultados e o que ele teria que ter para que o projeto tivesse êxito nos seus resultados.

3.1. Considerações Gerais

A limitação de movimentos representa um grande problema para pacientes portadores de artropatias (doenças que atingem as articulações) inflamatórias. Embora o alívio da dor seja frequentemente o principal objetivo no tratamento agudo dessas condições, muito pouco se conhece dos mecanismos de desencadeamento da dor em articulações.



Figura 3 - Inserindo o sensor de contato na pata do rato

O teste de incapacitação articular (IA) para ratos foi desenvolvido para estudar a IA, definido como a inabilidade de um animal (rato) para deambular, depois de submetido à injeção intra-articular de um agente inflamatório. Na descrição original, foi usado carragenina como estímulo inflamatório. Nesse teste, a IA presume-se ser devida à alteração da nocicepção decorrente da injeção do estímulo (p.ex. carragenina, zymosan) na junta dos animais estudados. Após a injeção de zymosan no joelho direito, os animais são postos para deambular sobre um cilindro metálico (30 cm largura por 50 cm diâmetro), coberto com uma malha de arame inoxidável, que gira a uma velocidade de 5 RPM.

Colocam-se sapatilhas metálicas, conforme mostrada na figura 3, em volta das patas traseiras dos animais, que são postos para deambular para se habituarem. Neste projeto, a sapatilha metálica exercia a função de transdutor de contato que, após a fixação debaixo da pata, pode fazer o contato com a superfície da roda aterrada. Assim ela transformava os sinais binários do estado da locomoção do rato: “1” se o ele estivesse com a pata suspensa e “0” se o ele estivesse encostando a pata na superfície.

A pata direita dos animais é conectada a um sistema microcontrolado que ficará responsável pelo pré-processamento e a transmissão de dados para um sistema computadorizado, que irá processar as informações e informar os dados do teste. O Tempo de Suspensão da Pata (TSP) é definido como o tempo que o animal deambula sem tocar o cilindro com a pata injetada, por um período de 60 segundos, o qual é tomado como diretamente proporcional à incapacitação articular. A incapacitação articular é admitida como refletindo hipernocicepção.

3.2. O programa utilizado

Foi desenvolvido um programa em linguagem C e depois de compilado, gravado no micro-controlador AT89C4051 com a finalidade de controlar a leitura do estado dos sensores e a comunicando serial com o microcontrolador. Na figura 4 é apresentada o fluxograma resumido desse programa.

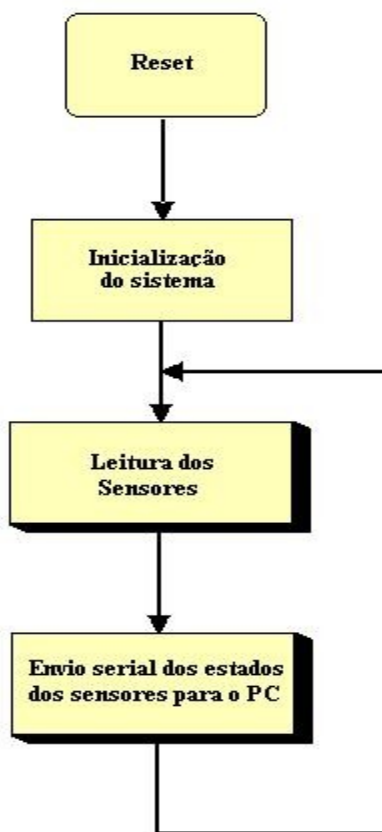


Figura 4 - Fluxograma do programa do microcontrolador

3.3. A transmissão de dados

A comunicação serial entre o computador e o microcontrolador funciona no modo simplex. O modo de operação da porta serial escolhido foi o modo assíncrono em que dez bits são transmitidos por vez, sendo um bit de início (start bit), 8 bits de dados e um bit de parada (start bit). Para tornar possível a comunicação serial entre o microcontrolador que trabalha com níveis de tensão TTL (0 – 5V) e a porta serial do computador que trabalha com o padrão RS232 (-5V-15V – +5V+15V), foi utilizado no projeto um circuito integrado muito utilizado em várias aplicações comerciais, que é o MAX232, que converte níveis de tensão TTL para RS232 e vice-versa. A figura 5 demonstra o esquema de ligação básica do MAX232 com o conector DB9 do PC e os pinos de comunicação serial utilizados.

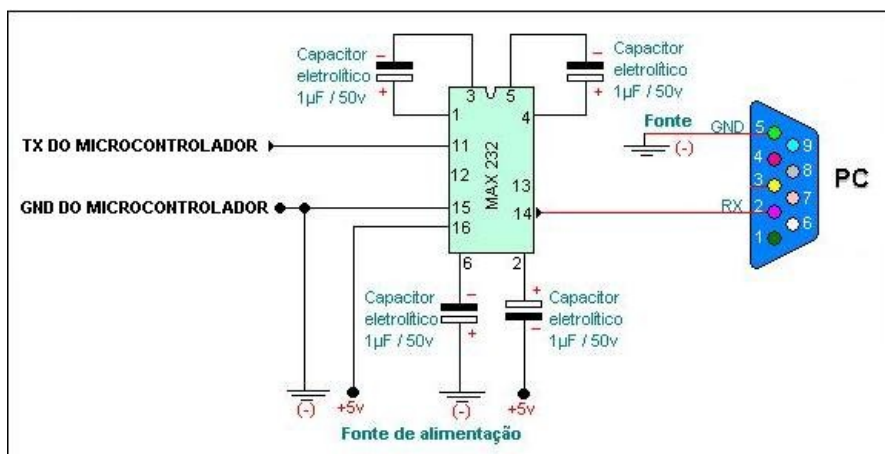


Figura 5 - Esquema da interface RS232

3.3. A interface

Foi desenvolvido um “software” para dar suporte a comunicação serial e responsável também pelo processamento do sinal dos estados dos sensores. Ele foi implementado no ambiente de desenvolvimento Borland C++ Builder (BCB).

O BCB é um ambiente de desenvolvimento projetado pela Borland e tem como característica principal a alta produtividade na criação de aplicativos. Utiliza o conceito de orientação a objetos e RAD (Rapid Application Development). Neste tipo de ambiente, grande parte do código é gerado automaticamente, principalmente as rotinas de interface (criação de janelas, botões, controle de mouse, cursor etc.) restando ao programador apenas a tarefa de inserir as linha do programa referente à solução de problema exatamente (a definição das estruturas, cálculos necessários etc.), que neste caso deve ser escrito através da linguagem C.

Após o conhecimento das funções que o programa deveria possuir para o teste de IA, foi desenvolvido o software, em ambiente BCB, no intuito de realizar a interface homem-máquina. Nela pode encontrar as seguintes utilidades:

- Geração simultânea de gráficos coloridos;
- Possibilidade de realizar até três medições por teste de IA;
- Visualização, em tempo real, dos tempos individuais de cada grupo;
- Visualização, em tempo real, do tempo total do teste de IA;
- Visualização, em tempo real, do estado dos sensores;
- Possibilidade de salvar os resultados do teste de IA com o nome do Responsável;
- Selecionar, fechar ou abrir a porta USB utilizada pelo hardware.

Sua utilização é muito simples de aprender, bastando para isto conhecer a funcionalidade dos botões no qual podem ser visualizados na figura 6:

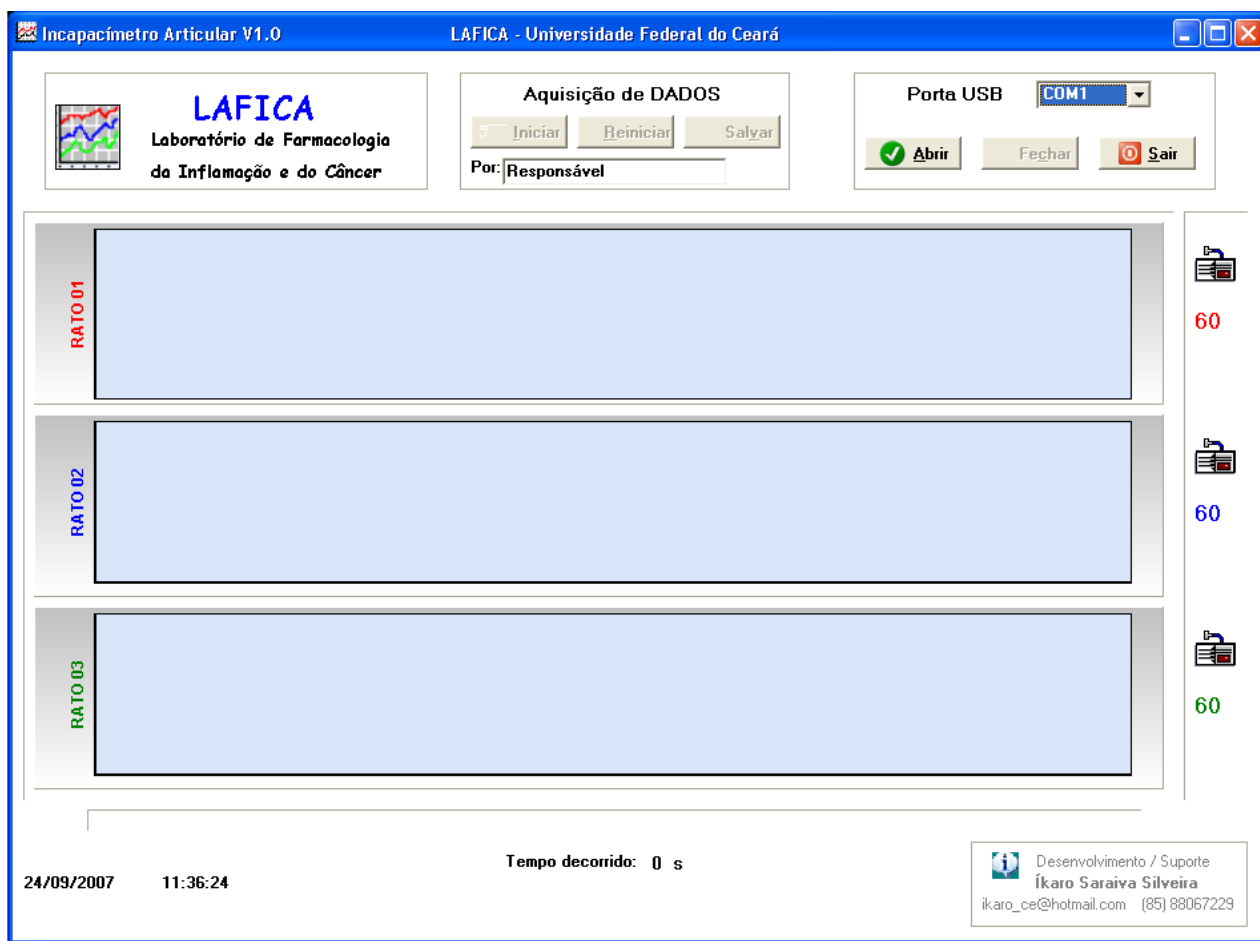


Figura 6 - Interface desenvolvida para o teste de IA.

- Botão “Abrir”: abre a porta USB selecionada. Ela deve ser a mesma que o sistema está conectado / habilita os botões “Fechar” e “Iniciar”.
- Botão “Fechar”: fecha a porta USB anteriormente selecionada / habilita o botão “Abrir”.
- Botão “Sair”: encerra o aplicativo fechando-o. Se alguma porta USB estiver sido aberta anteriormente, ele também irá fechar para uma maior segurança.
- Botão “Iniciar”: inicia o processo de contagem do TSP / habilita o cronômetro dos 60 segundos / habilita o botão “Reiniciar”.
- Botão “Reiniciar”: reinicia a contagem do TSP / reinicia a construção dos gráficos.
- Botão “Salvar”: depois de decorrido 60 segundos, este botão é habilitado para salvar os dados, relativos ao teste de IA.

4. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

Esta automação foi realizada para Laboratório de Farmacologia da Inflamação e do Câncer da Universidade Federal do Ceará e mostrou-se eficiente não apenas nos resultados do próprio ensaio, mas também pelas seguintes vantagens: grande sensibilidade, fácil utilização, versatilidade na instalação e, em maior importância, a visualização “on-line” dos gráficos relativos ao teste. Na figura 7 podemos visualizar três ratos realizando o teste de IA.



Figura 7 - Realização de testes com ratos

5. CONCLUSÃO

O objetivo desse projeto era desenvolver um sistema, chamado de Incapacímetro Articular, que faz a aquisição, transmissão e visualização de dados do TSP de ratos para o teste de IA destinado ao auxílio de pesquisas médicas na área da Farmacologia para o estudo da artrite reumatóide.

Este objetivo foi realizado com o auxílio de uma placa eletrônica de processamento e também de uma interface homem-máquina capaz de mostrar em tempo real a plotagem do gráfico de acordo com os valores adquiridos no sistema microcontrolado através de sensores conectados nas patas dos ratos (sensores de contato), e este objetivo foi efetuado com sucesso, baseado em resultados satisfatórios obtidos em ensaios realizados em laboratório e comparados com tempos de padrões adotados.

Outro fator a ser ressaltado é o custo deste projeto, visto que o custo do desenvolvimento do trabalho que este projeto se propôs a automatizar foi inferior quando comparados à exportação do sistema vendido em outros países ou até mesmo comparado com a contratação de uma empresa especializada na área para realizar o projeto, isto sem mencionar no crescimento profissional e no aprendizado pessoal obtido, no qual foi realizado estudos em diversas áreas conhecimento como biomédica, eletrônica, entre outras.

Com o aprimoramento do conhecimento na área de instrumentação biomédica e através do estudo de sensores foi notado que a automação teste de incapacidade articular em ratos pode obter resultados ainda melhores com melhorias no tempo de transmissão dos dados e processamentos dos sinais pelo Microcomputador, assim a leitura do TSP seria mais exata e precisa.

6. REFERÊNCIAS

- GONGORA, Mario. **Curso de Introdução a Instrumentação em Engenharia**, São Paulo, 2000.
- NICOLOSI, Denys E. C. **Laboratório de Microcontroladores Família 8051**. 2. ed. São Paulo: Érica, 2002.
- DIAS, Adílson de Sousa. **Desenvolvendo em Borland C++ Builder 5.0**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2000.
- SBR, **Sociedade Brasileira de Reumatologia**. Disponível em: < <http://www.reumatologia.com.br/>> Acesso em: 17 fev. 2008.
- SPANGHERO, Aldo. **Aprendendo C++ Builder 3 – Guia Prático**. São Paulo: Makron Books, 1999.
- MCCARTY, Daniel J. **Artritis y otras patologías relacionadas**. 10. ed. Buenos Aires: Panamericana.
- MESSIAS, Antônio Rogério. **Curso USB/Serial: Controle de Dispositivos**. São Paulo. 2006. [online] [acessado em 05 de junho de 2006]. <http://www.rogercom.com>

7. AGRADECIMENTOS

Ao professor Antonio Themoteo Varela, pelo seu apoio, orientação e colaboração nas pesquisas e pela orientação na elaboração deste artigo.

Aos laboratórios LABOMICRO (Laboratório de Microcontroladores), pelo apoio ao início de minhas pesquisas e LIT (Laboratório de Inovação Tecnológica), pela oportunidade de praticar os conhecimentos adquiridos ao longo de minha aprendizagem.

Ao LAFICA (Laboratório de Farmacologia da Inflamação e do Câncer), onde foi possível realizar todos os testes do projeto com os animais.