

Desenvolvimento de um Sistema para a Análise de Curvas Provenientes de Exames de Manometria Ano-retal

Sidney Bruce Shiki^{1,2}, Huei Diana Lee^{1,2}, Eduardo Lucas Konrad Burin^{1,2}, Maksoel Agustin Krauspenhar Niz^{1,2}, Cláudio Saddy Rodrigues Coy³, João José Fagundes³, Feng Chung Wu^{1,2,3}

¹Laboratório de Bioinformática (LABI)
Caixa Postal 1563 - 85866-900 - Foz do Iguaçu - PR - Brasil

²Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE)
Parque Tecnológico Itaipu (PTI)
Foz do Iguaçu - PR - Brasil

³Serviço de Coloproctologia - Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)
Campinas - SP - Brasil

sbs4312@hotmail.com, {huei, wufc}@unioeste.br

Abstract. *The deficiency of pelvic floor muscles may cause incontinence of feces. In this way, researchers in the medical area have been developing different kinds of exams which enable the identification of the incontinence degree from a patient. The ano-rectal manometry is one of the most used exams to quantify the behavior of muscles responsible for defecation. In this work a computational system was developed to help researches related to this additional exam. This system was developed using R, an open source language under the structured programming paradigm, as an alternative on proprietary applications.*

Resumo. *A deficiência dos músculos do assoalho pélvico pode ocasionar o surgimento da incontinência fecal. Desse modo, pesquisadores da área médica têm desenvolvido diferentes tipos de exames que possibilitam a identificação do grau de incontinência do paciente. O exame de manometria ano-retal é um dos mais utilizados pois quantifica o comportamento dos músculos responsáveis pelo ato evacuatório. Neste trabalho foi desenvolvido um sistema computacional com o objetivo de auxiliar em pesquisas relacionadas a esse exame complementar. Este sistema foi desenvolvido em R, uma linguagem de código aberto, por meio de programação estruturada, constituindo uma alternativa a aplicativos proprietários de manometria.*

1. Introdução

A incontinência fecal caracteriza-se pela perda da capacidade de controle da passagem de fezes ou gases pelo canal anal [Saad et al. 2002]. Apesar de ser desconhecida sua verdadeira incidência, estudos têm demonstrado que cerca de 2% da população geral apresenta incontinência fecal [Nelson et al. 1995]. Essa condição patológica proporciona dificuldades severas no convívio social e pode acarretar no surgimento de condições de distúrbios psicológicos aos pacientes. Desse modo, torna-se importante o estudo de parâmetros que possam representar a capacidade e o comportamento real da função

esfincteriana. Com isso, exames complementares têm sido desenvolvidos com o intuito de determinar o grau de incontinência fecal dos pacientes e, conseqüentemente, oferecer tratamentos mais adequados. Os principais exames utilizados atualmente são [Saad et al. 2002]:

- Eletromiografia;
- Defecografia;
- Ultra-sonografia;
- Ressonância Magnética;
- Manometria ano-retal.

Dentre esses exames, a manometria ano-retal corresponde a um dos mais utilizados em centros de pesquisa, clínicas e hospitais especializados, pois verifica a resistência à evacuação espontânea, permite a análise de alterações pressóricas do canal anal após cirurgias e auxilia na tomada de decisões terapêuticas em pacientes incontinentes [Cesar et al. 2005, Freys et al. 1998, Saad et al. 2002]. No entanto, uma desvantagem no uso desse exame consiste na necessidade da utilização de *softwares* proprietários de código fechado, pois geralmente os equipamentos são fabricados por empresas privadas. Desse modo, neste trabalho está sendo desenvolvido um sistema computacional em linguagem livre com o objetivo de auxiliar em pesquisas envolvendo a análise de curvas provenientes de exames de manometria ano-retal. Esse sistema poderá auxiliar diretamente no delineamento das curvas manométricas e, a partir destas, calcular parâmetros que possam representar adequadamente o grau de incontinência fecal.

2. Materiais e Métodos

Foram utilizados dados provenientes de 26 pacientes de exames de manometria ano-retal submetidos durante o período de Maio/1995 à Novembro/1996 e fornecidos pelo Serviço de Coloproctologia da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP. Para a realização do exame manométrico, foram utilizados os seguintes componentes:

- Sistema pneumo-hidráulico de perfusão contínua (Arndorfer, Inc., Greendale);
- Cateter axial de oito canais com orifícios de perfusão situados na porção distal e dispostos em intervalos de 0,5 cm uns dos outros;
- Gel lubrificante comercial (Hal-sonic[®]);
- *Software* comercial (Gastrosoft, Polygram Lower GI, versão 6.4 e versão para Windows, Syntetics Medical, Inc., Irwing TX; e Dynapack Manometria MPX 816, Dynamed, São Paulo, SP).

Os pacientes foram acomodados em decúbito lateral esquerdo e o cateter, devidamente lubrificado, foi introduzido suavemente. Após, o paciente foi orientado a promover contração do esfíncter anal pelo período de quarenta segundos. Esse período de contração voluntária foi realizado três vezes com um intervalo entre cada período. Os valores das pressões eram registrados, simultaneamente, por cada um dos oito canais a uma frequência de oito dados por segundo e armazenados em arquivos texto, os quais posteriormente foram utilizados para delinear as respectivas curvas (Figura 1).

O sistema para análise de curvas manométricas foi desenvolvido em linguagem computacional R[®] [R-Foundation] versão 2.6, utilizando-se o editor de códigos Tinn-R[®] versão 1.19 no Laboratório de Bioinformática - LABI da Universidade Estadual do

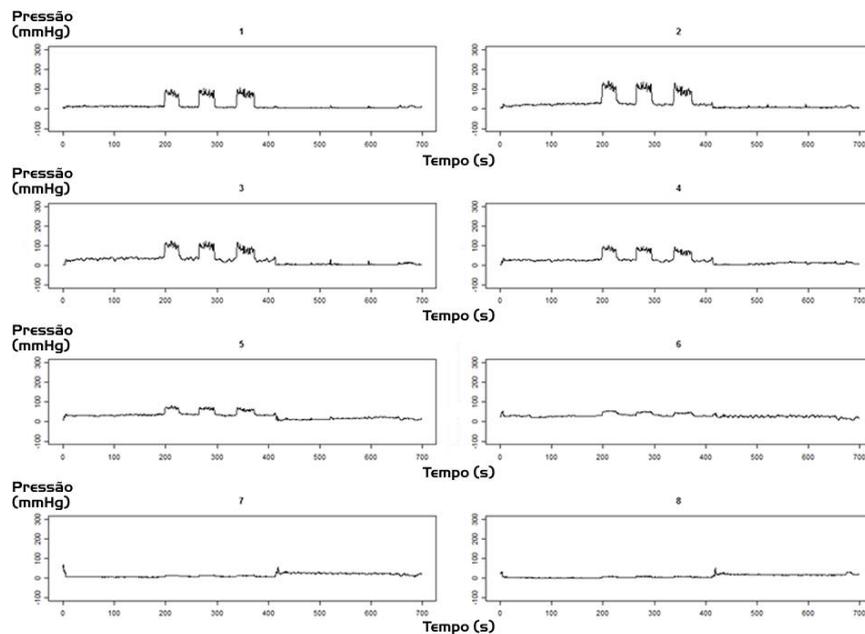


Figura 1. Exemplo de curvas Pressão x Tempo do exame manometria ano-retal referentes aos oito canais

Oeste do Paraná - UNIOESTE. O código foi implementado de acordo com o paradigma de programação estruturado [Sebesta 2003]. Para uma melhor organização do código, o sistema foi dividido em um programa principal e em seis módulos (Figura 2).

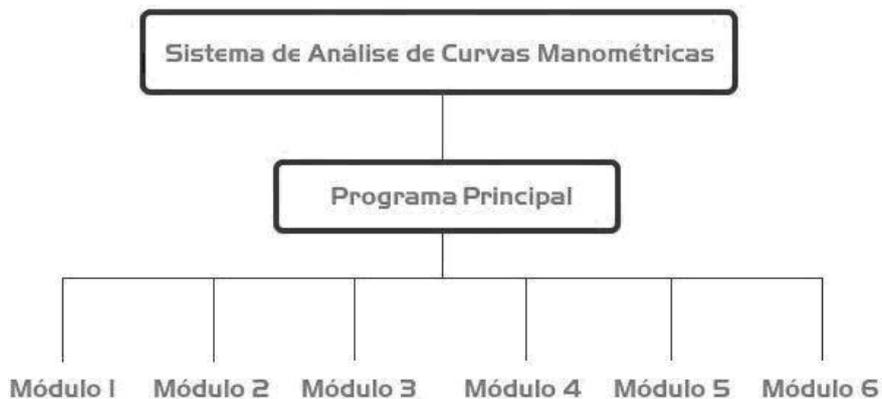


Figura 2. Esquema geral do programa principal dividido em seis módulos

2.1. Programa principal

2.1.1. Módulo um: captura de dados

Os pacientes podem ser selecionados pelo especialista por meio de uma janela contendo os arquivos texto referentes a cada um dos pacientes. Os valores de pressão contidos no arquivo texto selecionado são armazenados em uma matriz de dados com oito colunas, de modo que cada uma contenha as mensurações de um dos canais (Figura 3). Neste módulo é também calculado o tempo do exame com base na frequência de captação (8 dados/s) e na quantidade de dados coletados.

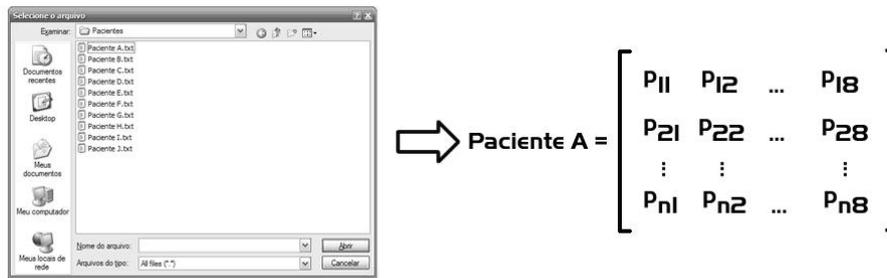


Figura 3. Captura dos dados e armazenamento em matriz

2.1.2. Módulo dois: segmentação das curvas

Para o cálculo de parâmetros referentes às curvas manométricas, torna-se necessário que sejam delimitados os períodos de contração voluntária do exame. Para isso, é fornecido um primeiro gráfico contendo uma curva representativa do paciente selecionado. Neste gráfico o usuário indica manualmente os limites iniciais dos três períodos de contração voluntária observando os instantes em que iniciam um brusco crescimento de pressão. Posteriormente o sistema calcula os limites finais de forma que o segmento tenha quarenta segundos, como delineado no exame (Figura 4). Esses valores são armazenados para uso posterior.

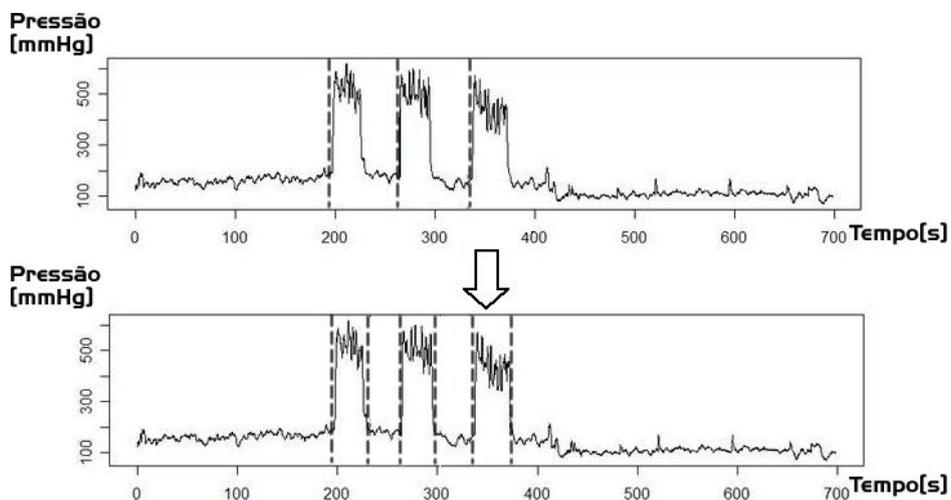


Figura 4. Representação da segmentação das curvas de manometria ano-retal

2.1.3. Módulo três: delineamento das curvas

Os valores de pressão armazenados na matriz de dados juntamente com a frequência de aquisição, permitem o delineamento das curvas Pressão x Tempo, ligando cada ponto fornecido formando a curva total. Além disso, neste módulo são delineadas as retas verticais que delimitam os três períodos de contração voluntária de cada canal (Figura 5).

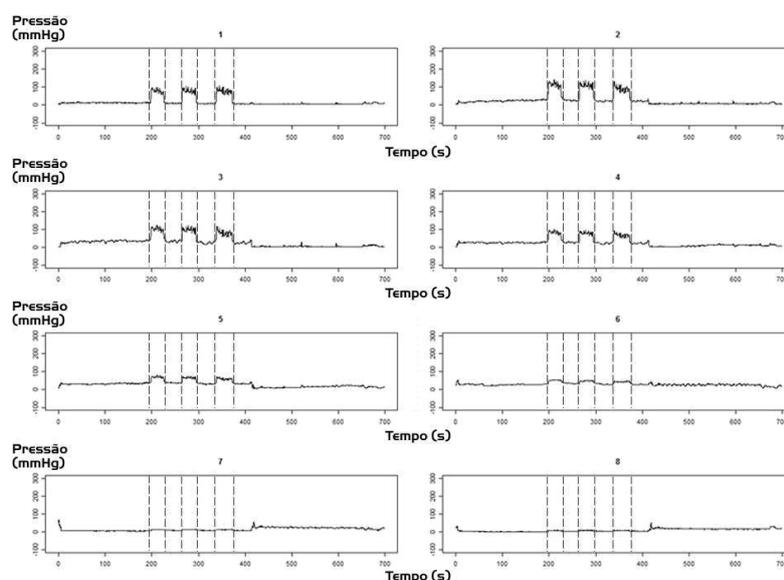


Figura 5. Delineamento das curvas de manometria ano-retal

2.1.4. Módulo quatro: cálculo de parâmetros

A partir dos segmentos representativos dos períodos de contração voluntária de cada canal são determinados parâmetros que visam quantificar o grau de incontinência fecal dos pacientes. No estágio atual do sistema, é possível realizar o cálculo da pressão máxima de contração voluntária, caracterizada pela pressão máxima exercida pelos músculos responsáveis pela fisiologia evacuatória, assim como da área sob o gráfico, calculada por meio de regra dos trapézios [Kreyszig 1999].

2.1.5. Módulo cinco: estatística descritiva

Neste módulo poderão ser calculados valores estatísticos, tais como a média, o desvio padrão, coeficiente de variação, erro padrão da média, testes de hipótese, correlação, entre outros. Esses valores são calculados com o intuito de auxiliar na análise dos resultados dos pacientes.

2.1.6. Módulo seis: geração de relatório

Após todos os procedimentos, é gerado um relatório em forma de arquivo texto que contém as informações adquiridas ao longo do funcionamento do sistema (Figura 6).

3. Resultados

O sistema foi avaliado utilizando os arquivos texto referentes aos 26 pacientes submetidos ao exame de manometria ano-retal. Em todos os casos as curvas foram delineadas, os parâmetros pressão máxima de contração voluntária e área determinados e os valores estatísticos calculados. Para o delineamento de cada curva, o sistema utilizou-se de todos os dados numéricos pertencentes aos exames originais provenientes do aparelho.

```

Relatório do paciente do arquivo
-----
Tempo total do exame (s)
698.125
Linha de base escolhida (mmHg)
183.1303
-----
Cordenadas de ponto dos segmentos (inicio e fim)
1545.145      1865.145
2098.809      2418.809
2662.919      2982.919
-----
Pressões Máximas de Contração voluntária (PMCV em mmHg)
      Pico 1      Pico 2      Pico 3
Canal 1  98.35      102.78      107.21
Canal 2 142.09      137.74      129.97
Canal 3 123.33      121.39      115.54
Canal 4  99.2       94.41       92.18
Canal 5 79.96       73.69       71.18
Canal 6 55.96       52.6        48.93
Canal 7 14.3       14.92       15.55
Canal 8  9.17       10.12       10.12
-----
Áreas referentes aos 3 picos dos 8 sensores (mmHg.s)
      Pico 1      Pico 2      Pico 3
Canal 1 2351.457     2518.799     2727.262
Canal 2 3627.539     3645.32      3298.306
Canal 3 3347.689     3279.881     3005.845
Canal 4 2726.702     2682.972     2533.966
Canal 5 2451.583     2371.991     2269.425
Canal 6 1923.197     1833.524     1669.481
Canal 7 442.0169     479.8356     466.0756
Canal 8 232.2025     286.7837     273.7906

Médias (mmHg.s)
2137.798      2137.388      2030.519

Desvio padrão (mmHg.s)
1237.919      1215.488      1135.055

Coeficiente de variação
p. 5790626      0.568679      0.5589977
-----
Áreas dos 3 picos dos sensores somados (mmHg.s)
17102.39      17099.11      16244.15
-----
Áreas dos 3 picos sensores somados com linha de base deslocada (mmHg.s)
9777.174      9773.892      8918.937
-----

```

Figura 6. Exemplo de relatório gerado pelo sistema

4. Discussão

O estudo e o desenvolvimento de parâmetros manométricos representativos do grau de incontinência fecal de pacientes é importante, pois anormalidades e enfermidades ano-retais poderiam ser detectadas e tratadas adequadamente [Cesar et al. 2005]. No entanto, diversos parâmetros podem, freqüentemente, levar a conclusões errôneas quanto ao grau de incontinência, pois não possuem uma representação satisfatória da fisiologia de evacuação. Trabalhos anteriores demonstraram que pacientes com incontinência fecal apresentavam parâmetros físicos como pressão máxima de contração voluntária dentro dos limites da normalidade [Rao 1997, Saad et al. 2002, Siproudhis et al. 1999]. Desse modo torna-se necessário o estudo de novos atributos que representem a real situação do paciente. Decorrente a essa necessidade, empresas têm criado aplicativos integrados com equipamentos providos de sensores de pressão para a análise das curvas de manometria. Porém, uma desvantagem observada na utilização desses sistemas é caracterizada pelo fato dos *softwares* serem proprietários e com o código fechado, não permitindo a adaptação do sistema para a avaliação de novos parâmetros. Desse modo, neste trabalho foi desenvolvido um sistema em linguagem computacional R com o intuito de auxiliar em pesquisas envolvendo o exame de manometria ano-retal. A linguagem R foi adotada por ser uma linguagem livre, possuir suporte à captação de dados a partir de arquivos texto, delinear gráficos, possibilitar a realização de cálculos matemáticos e análises estatísticas. Com estes fatores, o sistema implementado tem demonstrado eficiência na tarefa de análise não somente de grandezas físicas mais utilizadas na prática clínica como pressão máxima de contração voluntária, pressão média de repouso e capacidade de sustentação [Saad et al. 2002], mas também de novos parâmetros a serem estudados como: área sob a curva Pressão x Tempo, grandezas representando a fadiga muscular, entre outros. Além disso, o aplicativo desenvolvido proporciona uma opção para

pesquisadores usuários de aparelhos de manometria desatualizados em relação aos aplicativos. Essa característica é vantajosa, pois diversas vezes, principalmente em instituições públicas, não estão disponíveis os aparelhos e aplicativos mais atuais decorrente a falta de condições financeiras. Desse modo, um aplicativo em linguagem livre de código aberto permitiria a investigação de novos parâmetros sem a necessidade da aquisição de novos *softwares* para a análise dos dados manométricos.

5. Conclusão e Trabalhos Futuros

O desenvolvimento de um sistema que possibilite a análise de curvas de manometria anorectal é importante, pois auxiliaria de modo efetivo em trabalhos de pesquisas envolvendo novos parâmetros para avaliação do grau de incontinência. Desse modo, o sistema desenvolvido neste trabalho está demonstrando ser eficiente no cálculo de novas grandezas que poderão representar de modo mais adequado o comportamento da fisiologia do ato evacuatório. Assim, em trabalhos futuros, esse sistema será utilizado para a avaliação de novos parâmetros que buscam representar de modo mais eficiente a função esfinteriana anal, além de tornar-se uma opção de aplicativo com característica livre.

6. Agradecimentos

Ao Programa de Desenvolvimento Tecnológico Avançado do Parque Tecnológico Itaipu (PDTA/FPTI-BR) pelo apoio financeiro.

Referências

- Cesar, M. A. P., Ferretti, C. E. A., Bassi, D. G., Filho, H. N. M., Oliveira, M. F., Cesar, R. P., and Speranzini, M. B. (2005). Efeito da Hemorroidectomia nas Pressões do Canal Anal - Estudo Manométrico. *Revista Brasileira de Coloproctologia*, 25:115–120.
- Freys, S. M., Fuchs, K. H., Fein, M., Heimbucher, J., Sailer, M., and Thiede, A. (1998). Inter and intraindividual reproducibility of anorectal manometry. *Langenbecks Archiv für Chirurgie*, pages 325–329.
- Kreyszig, E. (1999). *Advanced Engineering Mathematics*. John Wiley & Sons Ltd., 8 edition.
- Nelson, R., Norton, N., Cautley, E., and Furner, S. (1995). Community-based prevalence of anal incontinence. *The Journal of the American Medical Association*, 274(7).
- R-Foundation. The r project for statistical computing. Disponível em: <http://www.r-project.org>, Abril.
- Rao, S. S. (1997). Manometric evaluation of defecation disorders: Part II. Fecal incontinence. *Gastroenterologist*, 5(2):99–111.
- Saad, L. H. C., Coy, C. S. R., Fagundes, J. A. J., Ariyazono, M. D. L., Shoji, N., and Góes, J. R. N. (2002). Quantificação da função esfinteriana pela medida da capacidade de sustentação da pressão de contração voluntária do canal anal. *Arquivos de Gastroenterologia*, pages 233–239.
- Sebesta, R. W. (2003). *Conceitos de Linguagens de Programação*. Califórnia: The Benjamin Cummings Publishing Company, 5 edition.

Siproudhis, L., Bellisant, E., Pagenault, M., Mendler, M. H., Allain, H., Bretagne, J. F., and Gosselin, M. (1999). Fecal incontinence with normal anal canal pressure: where is the pitfall ? *The American Journal of Gastroenterology*, 94:1556–1563.