

Revista Brasileira de Engenharia Biomédica,
v. 20, n. 2-3, p. 103-115, dezembro 2004
© SBEB - Sociedade Brasileira de Engenharia Biomédica
ISSN 1517-3151

Teses de Mestrado e Doutorado
defendidas em 2004

Resumo de Teses

Thesis Abstract

Variabilidade da frequência cardíaca em ergoespirometria e sua relação com limiares ventilatórios / Heart rate variability in exercise tolerance test and ventilatory signal relationship

Modelagem dos limiares ventilatórios baseada na cinética das trocas gasosas respiratórias / Modeling ventilatory thresholds based on the respiratory gas exchange kinetics

Redes neurais artificiais no reconhecimento e classificação do transtorno do déficit de atenção e hiperatividade / Artificial neural networks in recognition and classification of attention deficit hyperactivity disorder

Pré-processamento de imagens mamográficas e extração de parâmetros das microcalcificações / Pré-processing of mammographic images and extraction of parameters of the microcalcifications

Métodos para análise de tacogramas segmentados: variabilidade do ritmo cardíaco em miocardite chagásica crônica / Methods for analysis of the tachograms segmented: heart rate variability in chaga's miocarditis chronics

Desenvolvimento de um sensor óptico utilizando fibra plástica (POF) baseado em ressonância de plasmon superficial para aplicação em refratometria / Development of optical sensor using plastic fiber (pof) based in superficial plasmon resonance for application in refractometry

Agrupamento de setores censitários como base para intervenções em saúde coletiva / Grouping of census tracks as base for interventions in collective health

Programa de Engenharia Biomédica COPPE / UFRJ

Coordenador: Márcio Nogueira de Souza
Caixa Postal 68.510 – 21945-970 – Rio de Janeiro – RJ
e-mail: Secretar@peb.ufrj.br
http: www.peb.ufrj.br

Monitorização da mecânica ventilatória em pequenos animais / Monitoring of the artificial ventilation and pulmonary mechanics in small animals

Modelagem do processo de enfermagem para o prontuário eletrônico do paciente / Modeling nursing process for the electronic patient record

Impacto de mecanismo externo de avaliação hospitalar segundo a opinião de funcionários: o caso da certificação iso9000 / Impact of hospital external quality mechanism on the staff's opinion: the case of iso9000 certification

Modelagem do acesso de pacientes com fratura no fêmur a hospitais públicos por meio de redes neurais artificiais e regressão linear múltipla / Modeling health services accessibility by means of artificial neural networks and multiple linear regression

Ventilação automática protetora na lesão pulmonar aguda / Protective automatic ventilation during acute lung injury

Modelagem e classificação da auto-regulação do fluxo sanguíneo cerebral de recém-nascidos / Neonates cerebral blood flow autoregulation modeling and classification

Desenvolvimento de um transdutor ultra-sônico matricial bidimensional para aplicações doppler / Development of a two dimensional array ultrasound transducer for doppler applications

Modelagem espaço-temporal dos homicídios região sudeste / Brasil, 1979-1998 / Spatial-temporal modeling of homicides in the southwest region/Brazil, 1979-1998

Redução de artefato de estímulo em emissões otoacústicas evocadas por cliques / Stimulus artifact reduction in click evoked otoacoustic emissions

Avaliação da sensibilidade barorreflexa espontânea pela técnica espectral em humanos saudáveis / Evaluation of spontaneous baroreflex sensitivity by spectral technique in healthy humans

Variabilidade da frequência cardíaca em ergoespirometria e sua relação com limiares ventilatórios / Heart rate variability in exercise tolerance test and ventilatory signal relationship

Cláudio Barcellos, Jurandir Nadal (Orientador), Tese de Mestrado, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Fevereiro de 2004

Considerando que a respiração e o ritmo cardíaco têm em comum os controles central e periférico, este estudo se direcionou para a investigação da relação entre a variabilidade do ritmo cardíaco (VRC), sinal ventilatório e limiares. Foi feito um teste com carga progressiva até a exaustão em um cicloergômetro com registro do sinal ventilatório e ECG em 15 voluntários, idade $32,07 \pm 7,81$ anos (média \pm desvio padrão), massa corporal $75,47 \pm 8,58$ kg e estatura $1,75 \pm 0,07$ m. Foi observado que a análise dinâmica da VRC durante o exercício, requer uma normalização de cada função de densidade espectral de potência (DEP). A frequência respiratória é claramente expressa na DEP da VRC. A razão baixa / alta frequência convencional da DEP da VRC, que reflete o controle simpático em condições de repouso e de atividades normais, não mostrou o mesmo comportamento durante o exercício aplicado, confirmando a literatura. A análise da VRC não mostrou clara relação com os limiares de lactato e de acidose láctica, provavelmente devido à falta de uniformidade dentro da reduzida amostra e ao protocolo utilizado. **Palavras-chave:** Eletrocardiografia, Fisiologia do exercício, Trocas gasosas, Variabilidade do ritmo cardíaco.

Considering common central and peripheral controls in respiration and heart rate, this study aims at investigating the relationship between heart rate variability (HRV), ventilation signal and thresholds. Incremental exercise test until exhaustion in cycle-ergometer with the register of ventilatory and ECG signals was performed in 15 volunteers, age 32.07 ± 7.81 years (mean \pm standard deviation), body mass 75.47 ± 8.58 kg and height 1.75 ± 0.07 m. It was observed that the dynamic analysis of the HRV during exercise requires a normalization of each power spectral density function (PSD). The respiratory frequency is clearly expressed in HRV PSD. The conventional low / high frequency ratio of the HRV PSD reflects the sympathetic control under rest and normal activities conditions, but this behavior was not observed during the exercise applied, according to the literature. The HRV analysis does not showed clear relationship with the lactate threshold and blood lactate accumulation threshold, probably due to the lack of uniformity into the reduced set of data and

the experimental protocol. **Keywords:** Electrocardiography, Exercise physiology, Gas exchange, Heart rate variability.

Modelagem dos limiares ventilatórios baseada na cinética das trocas gasosas respiratórias / Modeling ventilatory thresholds based on the respiratory gas exchange kinetics

Edil Luis Santos, Antonio Giannella Neto (Orientador), Tese de Doutorado, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Fevereiro de 2004

O objetivo principal deste trabalho foi estimar a captação máxima de O_2 ($\dot{V}O_{2\max}$), o limiar ventilatório (VT) e a compensação respiratória (RC) baseado na cinética do $\dot{V}O_2$, da eliminação de CO_2 ($\dot{V}CO_2$) e da ventilação pulmonar ($\dot{V}E$) em exercício de carga constante. Participaram 32 voluntários do sexo masculino, fisicamente ativos, aparentemente saudáveis e não fumantes ($28,4 \pm 9,3$ anos; $1,74 \pm 0,09$ m e $74,8 \pm 11,3$ kg). Todos foram submetidos a um exercício com carga de 50% do $\dot{V}O_{2\max}$ estimado, seguido de carga progressiva ($12,5W \cdot \text{min}^{-1}$) até a exaustão. Durante o exercício foram medidas as trocas gasosas respiratórias, a frequência cardíaca, pressão arterial e a percepção subjetiva de esforço. As respostas temporais do $\dot{V}O_2$, $\dot{V}CO_2$ e da $\dot{V}E$ foram modeladas por funções exponenciais triplas através de regressão não linear com minimização do erro médio quadrático. O VT foi extraído automaticamente da deflexão do equivalente ventilatório de O_2 ($\dot{V}E/\dot{V}CO_2$) e a RC, da inflexão do equivalente ventilatório de CO_2 ($\dot{V}E/\dot{V}CO_2$), durante a fase de exercício progressivo. Os modelos do $\dot{V}O_{2\max}$, VT e RC foram obtidos através de regressão linear múltipla (*piecewise forward*), e validados pelo método *leave-one-out*. O VT e a RC foram equivalentes a $73,7 \pm 9,1$ % e $86,4 \pm 7,2$ % do $\dot{V}O_{2\max}$, respectivamente. Os modelos apresentaram altas significâncias ($\dot{V}O_{2\max}$: $r^2=0,84$, $SE=230,2 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1}$, $p<0,001$; VT: $r^2=0,79$, $SE=208,1 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1}$, $p<0,001$; e RC: $r^2=0,78$, $SE=232,5 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1}$, $p<0,001$) e foram validados satisfatoriamente resultando em um erro médio de $238 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1}$. Face aos resultados apresentados, conclui-se que os limiares ventilatórios (VT e RC), bem como o $\dot{V}O_{2\max}$ foram estimados adequadamente através da cinética das trocas gasosas, compondo uma ferramenta potencial para a estimativa da resposta submáxima e máxima a esforço progressivo. **Palavras-chave:** Cinética dos gases respiratórios; Limiar anaeróbico; $\dot{V}O_2$ máximo.

The main goal of this work was to estimate the maximal O_2 uptake ($\dot{V}CO_2/\dot{V}O_{2\max}$), the ventilatory threshold (VT)

*and the respiratory compensation (RC) based on the kinetics of the $\dot{V}O_2$, the CO_2 output ($\dot{V}CO_2$) and the pulmonary ventilation ($\dot{V}E$) for steady state workload. Thirty-two physically active, apparently healthy, male subjects (28.4 ± 9.3 yrs; 1.74 ± 0.09 m; 74.8 ± 11.3 kg) volunteered for this study. All subjects were submitted to exercise equivalent to 50% of the estimated $\dot{V}O_{2\max}$ followed by progressive workload ($12.5W \cdot \text{min}^{-1}$) up to exhaustion. During exercise, respiratory gas exchange, heart rate, blood pressure and the rating of perceived exertion were measured. The $\dot{V}O_2$, $\dot{V}CO_2$ and $\dot{V}E$ time response were modeled through a triple exponential function using non-linear regression with least square error. The VT was extracted automatically from the breakpoint of ventilatory equivalent for O_2 ($\dot{V}E/\dot{V}O_2$) and RC, from the inflexion of ventilatory equivalent for CO_2 ($\dot{V}E/\dot{V}CO_2$), during progressive exercise. Models of $\dot{V}O_{2\max}$, VT and RC were obtained throughout multiple linear regression (*piecewise forward*), and validated by the leave-one-out method. The VT and RC averaged 73.7 ± 9.1 % and 86.4 ± 7.2 % of the $\dot{V}O_{2\max}$ respectively. All models presented high significance ($\dot{V}O_{2\max}$: $r^2 = 0.84$, $SE = 230.2 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1}$, $p < 0.001$; VT: $r^2 = 0.79$, $SE = 208.1 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1}$, $p < 0.001$; and RC: $r^2 = 0.78$, $SE = 232.5 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1}$, $p < 0.001$) and were adequately validated, resulting in mean error of $238 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1}$. In conclusion, the ventilatory thresholds (VT and RC), as well as the $\dot{V}O_{2\max}$ were satisfactorily estimated through the gas exchange kinetics. Therefore, this approach could be used as a potential tool for estimating maximal and submaximal responses to progressive exercise. **Keywords:** Respiratory gas kinetics, Maximum $\dot{V}O_2$, Ventilatory threshold.*

Redes neurais artificiais no reconhecimento e classificação do transtorno do déficit de atenção e hiperatividade / Artificial neural networks in recognition and classification of attention deficit hyperactivity disorder

Maria Virgínia Peixoto Dutra, Márcio Nogueira de Souza (Orientador), Tese de Doutorado, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Fevereiro de 2004

A complexidade da atividade diagnóstica indica que a utilização de modelos computacionais não lineares afigura-se mais adequada do que os modelos de análise multivariada para o reconhecimento e a classificação de distúrbios neuropsiquiátricos. O processamento da avaliação do comportamento de escolares por professores, nas atividades de rastreio em saúde pública conduz à prevenção e ao tratamento precoce evitando custos elevados para a sociedade. As redes neurais artificiais foram utilizadas para

identificar e agrupar os casos do distúrbio neuropsiquiátrico mais prevalente em crianças: o Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade. Do ponto de vista epidemiológico e estatístico foram discutidos os paradigmas que orientam a identificação e classificação dos casos. Quatro tipos de redes foram projetados para responder às questões da identificação de casos, da categorização nos subtipos Desatento, Hiperativo/Impulsivo e Combinado, da exploração de novas categorias diagnósticas e de uma distribuição de probabilidade adequada para a descrição de uma única variável resposta da rede. As redes de Kohonen de dois neurônios apresentaram sensibilidade, especificidade e valores preditivos negativos superiores a outras técnicas de identificação de casos. A concordância entre as redes foi alta e os índices Kappa entre a classificação das redes e a fatorial dos itens do critério diagnóstico foram satisfatórios. Sem informação prévia os pesos sinápticos finais das redes de Kohonen de dois e quatro neurônios de saída indicaram os itens mais discriminadores. Estes coincidiram com os instrumentos diagnósticos de validade comprovada. As novas categorias propostas pelas redes ART modificadas se revelaram válidas e mais apropriadas do que os modelos de classes latentes quando comparadas ao critério diagnóstico. A assimetria dos dados mostrou a inadequação da distribuição normal enquanto a distribuição gama obteve um bom ajuste à saída única contínua da rede. **Palavras-chave:** Redes neurais artificiais, Reconhecimento de padrões, Transtorno de déficit de atenção e hiperatividade.

The complexity of the diagnosis activity indicates that the use of non-linear computer models appears to be more adequate than multivariate analysis models for recognition and classification of neuropsychiatric disorders. The evaluation processing of students' behavior by teachers in screening activities in public health, leads to the prevention and early treatment thus avoiding high costs to society. The artificial neural networks were used to identify and to group the most prevalent neuropsychiatric disorders in children: Attention Deficit Hyperactivity Disorder. From the statistical and epidemiological viewpoints the paradigms that guide the identification and classification of such cases were discussed. Four types of networks were developed to answer the following questions: identification of cases; categorization in subtypes Inattentive, Hyperactive/Impulsive and Combined; exploration of new diagnostic categories and probability distribution that is adequate to the description of only one variable network output. The Kohonen networks of two neurons displayed sensitivity, specificity and negative

predictive values superior to other identification techniques. The agreement between the networks was high and the Kappa index between network classification and factor criteria diagnostic items was satisfactory. Without prior information of the final synaptic weights of the Kohonen networks of two and four output neurons showed the most distinguishing items. These agreed with the diagnostic instruments of asserted validity. The new categories proposed by the Modified Adaptive Resonance Theory network appeared to be more appropriate and valid than the latent class models when compared to diagnostic criteria. The data skewness showed that the normal distribution was unsuitable whereas the gamma distribution achieved significant fitness to the network output. Keywords: Artificial neural network, Attention deficit hyperactivity disorder, Pattern recognition

Pré-processamento de imagens mamográficas e extração de parâmetros das microcalcificações / Pré-processing of mammographic images and extraction of parameters of the microcalcifications

Fabiana Valadares Pimentel, Wagner Coelho de Albuquerque Pereira; Antonio Fernando Catelli Infantosi (Orientadores), Tese de Mestrado, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Março de 2004

O câncer de mama é considerado uma das principais causas de óbito entre as mulheres, tendo o INCa previsto 41.610 novos casos no Brasil para 2003. A mamografia e o exame clínico continuam sendo os principais métodos de detecção precoce do câncer de mama, sendo que a primeira possibilita a detecção de cânceres não palpáveis. No entanto, a sensibilidade das mamografias varia segundo a composição da mama e ainda devido a problemas relacionados à técnica, ao aparelho e ao diagnóstico médico. Objetivando auxiliar ao diagnóstico médico, foi proposto o pré-processamento de mamografias e a extração de parâmetros das microcalcificações, para a classificação do processo instalado na mama. A técnica escolhida foi baseada em Morfologia Matemática (MM). Foi montado um banco de imagens mamográficas representativo das microcalcificações, tendo sido usadas 41 imagens de 32 pacientes, divididas em 101 ROI's. Para estas imagens extraíram-se 23 parâmetros, dos quais 17 foram selecionados por Análise discriminante como de melhor desempenho (área sob a curva ROC, $A_z = 0,780$, sensibilidade = 82%, especificidade = 78% e acurácia de 80%). Tais achados evidenciam a necessidade de se analisar a sensibilidade e a especificidade para se estabelecer o

melhor desempenho e não somente a área sob a curva ROC. Palavra-chave: Câncer de mama, Mamografia, Microcalcificações, Processamento de imagens.

*Breast cancer is one of the main death causes among women, 41, 610 new cases being predicted for Brazil in 2003 by INCA. Mammography and clinical exam still remain as the standards for early breast cancer detection, the first one being suitable for the detection of impalpable cancers. However, mammography sensibility varies according to breast tissue composition and also due to technique, equipment and medical diagnosis related problems. In order to aid medical diagnosis, mammography pre-processing and microcalcification parameter extraction was proposed for the classification of the breast disease. The technique used was based on Mathematical Morphology (MM). A mammographic image bank representative of microcalcifications was set up and 41 images of 32 patients divided in 101 ROI's were used. Twenty-three parameters were extracted from these images, however only seventy were selected based upon their superior discriminant analysis performance ($Az = 0,780$, sensibility = 82%, specificity = 78% and an accuracy of 80%). Therefore it has been shown that not only the area under the ROC curves must be taken into account for the best performance analysis, but also the sensibility and specificity. **Keywords:** Breast cancer, Image processing, Mammography, Microcalcification*

Métodos para análise de tacogramas segmentados: variabilidade do ritmo cardíaco em miocardite chagásica crônica / Methods for analysis of the tachograms segmented: heart rate variability in chaga's miocarditis chronics

Alex Chaves Alberto, Jurandir Nadal (Orientador), Tese de Mestrado, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Março de 2004

A variabilidade da frequência cardíaca (VFC) se mostra ideal para avaliação da regulação cardíaca pelo sistema nervoso autônomo. A doença de Chagas tem como uma de suas manifestações a denervação do coração alterando a gênese do eletrocardiograma (ECG). Considerando que o ECG do chagásico apresenta batimentos sinusais e ectópicos é necessário que haja uma edição dos tacogramas a fim de que permaneçam apenas os sinusais. Neste trabalho foi desenvolvido, para 103 pacientes, um método para a rejeição de batimentos ectópicos e a concatenação do tacograma para sua análise no domínio da frequência. No domínio do tempo efetuou-se a comparação entre parâmetros obtidos apenas do trecho de sinal

de maior duração e utilizando todos os intervalos RR entre batimentos normais. Estimadores espectrais com modelagem AR são usados como referência para o emprego de periodogramas de Welch utilizando apenas o maior trecho contínuo de sinal e incluindo segmentos de sinal de outros trechos. Com a utilização de mais dados, os parâmetros NN50 e pNN50 apresentaram diferença estatística significativa ($p < 0,002$) e os parâmetros espectrais mostraram-se mais concentrados para os grupos em estágio avançado da doença, os quais apresentam mais atividade arritmica. Conclui-se que os métodos propostos contribuem para a obtenção de melhores estimadores da VFC em sinais de curta duração. Durante a evolução da doença de Chagas, observa-se uma piora da regulação nos estágio inicial da doença, seguido de uma melhora temporária, com agravamento nos estágios mais avançados, comportamento este que precisa ser melhor investigado. Palavras-chave: Eletrocardiografia de alta resolução, Estimativa do espectro de potência, Processamento de sinais biológicos, Variabilidade do ritmo cardíaco.

*The heart rate variability (HRV) is shown ideal for evaluation of the cardiac regulation by the autonomic nervous system. The Chagas disease has as one of its manifestations the denervation of the heart, altering the genesis of the electrocardiogram. Considering that the ECG of patient with Chagas' Disease is composed of sinus and ectopic beats, it is necessary to edit the tachograms in order to keep just the sinus beats. In this work a method was developed, for the 103 patients, for the rejection of ectopic beats and concatenation of the signal segments for the analysis in the frequency domain. Spectral estimation by AR modeling is used as a reference for the application of Welch's periodograms based on the largest data segment and including data from other segments. With the use of more amount of data, the parameters NN50 and pNN50 presented significant differences ($p < 0,002$) and the spectral parameters showed to be more concentrated for the groups in advanced stages of the disease. It allows concluding that the proposed methods contribute for to obtain better estimators during short term HRV analysis. During the evolution of the Chagas disease, a worsening of the regulation is observed in the initial phase of the disease followed by a temporary improvement, and worsening with the evolution of the disease, a behavior that deserves to be better investigated. **Keywords:** Biological signal processing, Heart rate variability, High resolution electrocardiography, Power spectra estimation*

Desenvolvimento de um sensor óptico utilizando fibra plástica (POF) baseado em

ressonância de plasmon superficial para aplicação em refratometria / Development of optical sensor using plastic fiber (POF) based in superficial plasmon resonance for application in refractometry

Regina Célia da Silva Barros Allil, Marcelo Martins Werneck (Orientador), Tese de Mestrado, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, março de 2004

Este trabalho desenvolve e caracteriza um sensor óptico utilizando fibra plástica (POF), que baseado em ressonância de plasmon superficial (SPR), mede a variação de índices de refração em substâncias líquidas. O objetivo é desenvolver sensores com alta detectividade, maior robustez e custos baixos. O sensor de plasmon é obtido com a exposição do campo evanescente da POF, seguido de um polarizador e um substrato de borosilicato com a deposição de um filme fino metálico (Ag ou Au, espessura 50 nm). O experimento foi realizado com um laser de He Ne sobre um suporte de deslocamento visando a variação dos ângulos de incidência do feixe laser na POF. Os plasmons são decorrentes da interação dos fótons de uma radiação luminosa com os elétrons livres de um metal. As principais técnicas adotadas para a confecção dos sensores foram: técnica de polimento em politriz com pasta de diamante, tecnologia de filmes finos e o fenômeno de superfície SPR. Os resultados apresentaram elevada atenuação óptica para determinados ângulos específicos em função do índice de refração, através de vales característicos provenientes da ocorrência do fenômeno. Consequentemente, a variação de índice de refração pode ser medida com o sensor utilizando fibra plástica baseado em SPR, através da atenuação perceptível na curva de potência óptica transmitida pela POF. **Palavra-chave:** Refratometria, Ressonância de plasmon artificial, Sensores ópticos.

This work develops and characterizes an optical sensor using plastic optical fiber (POF) that based on surface plasmon resonance (SPR), measures the indexes of refraction in liquids substances. The goal is to develop high detectivity sensors, large robustness and low cost. The plasmon sensor is obtained with the exposition of the evanescent field of POF, and a layer of a borosilicate substrate with the deposition of a metallic thin film (Ag or Au in a thickness of 50 nm). The experiment was accomplished with a laser of He Ne on a displacement support seeking the variation of the angles of incidence of the laser beam in the POF. The plasmons result from the interaction of the photons of a luminous radiation with the free electrons from a metal. The results presented

*high optical attenuation for certain specific angles in function of the indexes of refraction, as characteristic dips deriving from occurrence of the SPR phenomenon. Hence, the variation of index of refraction can be measured with the sensor using plastic fiber based on SPR, through of the dips of the attenuation. The dips are perceptives in the curve of optical power transmitted by the POF. **Keywords:** Optical sensors, Refractometry, Surface plasmon resonance*

Agrupamento de setores censitários como base para intervenções em saúde coletiva
Grouping of census tracks as base for interventions in collective health

Renato Cerceau, Flavio Fonseca Nobre (Orientador), Tese de Mestrado, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, março de 2004

Este trabalho desenvolve um modelo de classificação de microáreas prioritárias a partir de variáveis do censo demográfico, empregando técnicas de análise exploratória e análises multivariadas de agrupamentos utilizando *k-means* e Rede de Aprendizado Competitivo (Rede de Kohonen). Para definição das microáreas prioritárias foi estabelecida padronização das unidades mínimas de agregação visando a formação de territórios para atividade de equipes de atenção básica à saúde, no âmbito do sistema público de saúde brasileiro para atendimento aos programas da atenção primária da saúde. As unidades mínimas foram definidas considerando o nível de cadastro, a base cadastral e a base territorial. As variáveis do censo demográfico pertencentes ao Município de Niterói/RJ foram utilizadas para levantamento de 62 indicadores, segundo blocos temáticos que representam as características das pessoas (alfabetização; demografia), das famílias (nível de instrução; renda) e dos domicílios (estrutura e inserção de domicílio; saneamento). A análise exploratória permitiu o entendimento das características associados ao território estudado, possibilitando a identificação da colinearidade existente, sendo fundamental sua realização para embassar a interpretação dos resultados. Foram obtidas as classificações de territórios utilizando as características locais referentes aos indivíduos (manutenção da base individual), às famílias (considerando o critério domiciliar, devido aos procedimentos de coleta) e aos setores censitários (unidades mínimas). **Palavra-chave:** Análise exploratória, Análise multivariada de agrupamentos, Planejamento em saúde, Setores censitários.

This work develops a model of classification of priority small area from variable of the demographic census, using techniques of exploratory analysis and multivariate analyses of groupings using k-means and Competitive Learning Network (Kohonen Network). For definition of the priority small area the formation of territories for activity of teams of basic attention was established by standardization of the minimum units of aggregation aiming to the health, in the scope of the Brazilian Public Health System for attendance to the programs of the primary health attention. The minimum units had been defined considering the level of register in cadastral, the cadastral base and the territorial base. The variables of the census tracts Belongs to city Niterói /RJ had been used for survey of 62 indicators, as thematic blocks that represent the characteristics of the people (study; demography), the families (instruction level; income) and of the domiciles (structure and insertion of domicile; sanitation). The exploratory analysis allowed to the agreement of the characteristics associated to the studied territory, making possible the identification of the existing colinearity, being basic this accomplishment to allow the interpretation of the results. The classifications of territories were based on the referring local characteristics of the individuals (maintenance of the individual base), the families (considering the domiciliary criterion, had to the collection procedures) and the census tracts (basic area unit). Keywords: Census tracts, Exploratory analysis, Health planning, Multivariate cluster analysis.

Monitorização da mecânica ventilatória em pequenos animais / Monitoring of the artificial ventilation and pulmonary mechanics in small animals

Ivan Marques dos Reis, Antonio Giannella Neto (Orientador), Tese de Mestrado, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, março de 2004

Este estudo testou, através de simulações computacionais, um sistema experimental previamente utilizado para ventilar artificialmente pequenos animais, e desenvolveu a instrumentação necessária para monitorização da mecânica respiratória de gambás, obtida com um pneumotacógrafo especificamente projetado, em um modelo físico de sistema respiratório construído para os experimentos, e em quatro coelhos albinos (*New Zealand*). A resistência do tubo orotraqueal (TOT) foi monitorizada com o TOT curvado e em duas situações de oclusão parcial simulando obstrução por acúmulo de secreção. As simulações computacionais permitiram analisar a

resposta em frequência dos dispositivos utilizados no sistema experimental desenvolvido, para escolha da configuração mais adequada dos dispositivos na técnica de monitorização da resistência do TOT, e da localização da tomada de pressão de vias aéreas. Os valores de complacência obtidos para o modelo físico foram similares ao esperado, e não apresentaram diferenças estatísticas ($p < 0,05$) nas diversas condições de TOT. As resistências calculadas para o modelo foram superiores ao esperado, e apresentaram diferenças estatísticas ($p < 0,05$) nas diversas condições de TOT. Os valores de resistência inspiratória e complacência em coelhos foram similares aos relatados na literatura. Conclui-se que o sistema experimental implementado obteve resultados satisfatórios, e a monitorização da resistência do TOT mostrou ser um recurso confiável em casos de obstrução severa. Palavra-chave: Engenharia pulmonar, Mecânica pulmonar de pequenos animais, Monitorização da mecânica respiratória.

This study tested with computational simulations, an experimental system previously used to ventilate small animals, and developed the necessary instrumentation for monitoring the respiratory mechanics of opossums using a purpose-built pneumotachograph specially designed, and a physical respiratory system model built for the experiments, and in 4 albino rabbits (New Zealand). The orotracheal tube (OT) resistance was monitored in bending conditions, and in two cases of partial occlusion simulating mucus obstruction by mucus. The computational simulations permitted the analysis of the frequency response of the devices used in the developed experimental system, and to choose the most appropriate configuration of the devices used for monitoring the OT resistance, and the location of the airway pressure link. The compliance values calculated for the physical model were close to the expected, and did not present statistical differences ($P < 0,05$) to the OT conditions. The values of resistance were higher, compared to the model, and presented statistical differences ($P < 0,05$) to the OT conditions. The inspiratory resistance and compliance values were similar to the literature. The experimental system was reliable, and the pulmonary mechanics estimates were similar to the characteristics of the physical model. The technique for monitoring the OT resistance showed to be reliable for extreme obstruction. Keywords: Monitoring the respiratory mechanics, Pulmonary engineering, Pulmonary mechanics.

Modelagem do processo de enfermagem para o prontuário eletrônico do paciente Modeling nursing process for the electronic patient record

Patricia dos Santos Claro Fuly, Rosimary Terezinha Almeida; Sergio Miranda Freire (Orientadores), Tese de Mestrado, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Julho de 2004

Este trabalho propõe um modelo computacional para o processo de enfermagem que possa ser incorporado ao prontuário eletrônico do paciente. Entrevistas semi-estruturadas com enfermeiras-chefe de unidades de tratamento intensivo foram conduzidas para obter requisitos para o modelo. A Linguagem de Modelagem Unificada (do inglês Unified Modeling Language – UML) foi usada na construção do modelo. Para a modelagem da fase de histórico do processo de enfermagem, utilizou-se a representação Entidade-Atributo-Valor (EAV). A Classificação Internacional da Prática de Enfermagem (CIPE) foi usada para as fases diagnóstico, prescrição, implementação e evolução. As entrevistas revelaram a ausência do processo de enfermagem nas unidades, sendo o modelo construído a partir da literatura científica. O modelo tem como principais características: flexibilidade, permitindo a sua utilização em diferentes cenários, e aplicação de um vocabulário padronizado para descrever o processo de enfermagem. A implementação desse modelo e sua incorporação em um prontuário eletrônico do paciente torna possível o uso do processo de enfermagem não somente na assistência ao paciente como também na avaliação da qualidade dessa assistência. Palavras-chave: Linguagem de modelagem unificada, Processos de enfermagem, Prontuário eletrônico, Sistematização da assistência médica.

This work proposes a computational model for the nursing process that could be incorporated in a patient electronic record. Semi-structured interviews with head nurses of intensive care units were conducted in order to obtain model requirements. The Unified Modeling Language (UML) was used to build the model, which used the Entity-Attribute-Value (EAV) representation for the assessment phase of the nursing process and the International Classification of the Nursing Practice for the diagnoses, planning, implementation and evolution phases. The interviews revealed the absence of the nursing process in the ICUs, therefore the model was based on the scientific literature. The main model characteristics are: flexibility, which allows it to be used in different scenarios, and utilization of a standard vocabulary to describe the nursing process. The implementation of this model and its incorporation to an electronic patient record makes it possible to use the nursing process not only for patient

care but also for service quality assessment. Keywords: Electronic patient record, Health care systematization, Nursing process, Unified modeling language.

Impacto de mecanismo externo de avaliação hospitalar segundo a opinião de funcionários: o caso da certificação iso9000 / Impact of hospital external quality mechanism on the staff's opinion: the case of iso9000 certification

Roberto Macoto Ichinose, Rosimary Terezinha de Almeida (Orientadora), Tese de Doutorado, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Agosto de 2004

Mecanismos externos de avaliação da qualidade têm sido adotados por hospitais para aumentar a confiança dos pacientes, investidores e governo. Todavia, existem poucos estudos relacionados ao impacto desses mecanismos na visão dos profissionais que trabalham nesses hospitais. Este trabalho avalia o impacto da certificação ISO9000 em um hospital de 150 leitos na opinião dos funcionários. Desenvolveu-se um método que fez uso de técnicas qualitativas (análise documental, observação não participante e entrevista) e técnicas quantitativas (questionário e análise de homogeneidade) visando obter e integrar as diferentes dimensões do problema. Os resultados revelaram que os funcionários clínicos (154) perceberam um impacto menos positivo da certificação do que os não-clínicos (234) indicando que as normas ISO9000 são mais adequadas às atividades técnicas e administrativas do que às atividades relacionadas aos cuidados ao paciente. A certificação não é suficiente para garantir a qualidade da atenção pois não contempla a prática clínica, entretanto, pode servir como um importante passo nesse sentido visto que tem impacto positivo na estrutura. O método proposto pode ser estendido para o estudo do impacto de outros mecanismos externos de avaliação hospitalar mediante adaptações às condições locais do hospital bem como à formação do pesquisador. **Palavras-chave:** Avaliação de tecnologia em saúde; Avaliação hospitalar; Análise multivariada.

External quality mechanisms have been adopted by hospitals to increase trust of patients, financiers (third part) and government. However, there is a lack of studies on the impact of such mechanisms by the hospital staff's view. This work assesses the impact of an ISO9000 certification on the hospital staff's opinion of a 150 bed hospital. A method was developed using qualitative (document analysis, non-participant observation and interview) and quantitative techniques (questionnaire and homogeneity analysis) aiming to acquire

and integrate the different dimensions of the problem. The results revealed that the clinical staff (154) perceived a less positive certification impact than the non-clinical staff (234). This means that the ISO9000 standards are more adequate to technical and administrative activities than to the health care ones. The certification is not sufficient to guarantee the quality of health care since it does not address the clinical practice, however, could be an important step on this direction as it has positive impact on the hospital structure. The proposed method could be extended to the study of the impact of other external hospital quality mechanisms once making adjustments regarding hospital local conditions and researcher background. **Keywords:** Health care technology assessment, Hospital assessment, Multivariate analysis.

Modelagem do acesso de pacientes com fratura no fêmur a hospitais públicos por meio de redes neurais artificiais e regressão linear múltipla / Modeling health services accessibility by means of artificial neural networks and multiple linear regression

Luciana Silva da Costa, Renan Moritz Varnier Rodrigues de Almeida; Rejane Sobrino Pinheiro (Orientadores), Tese de Doutorado, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Setembro de 2004

O principal objetivo deste estudo foi modelar as distâncias percorridas por 606 pacientes internados com a fratura na parte proximal do fêmur em hospitais do Rio de Janeiro RJ, através de Redes Neurais Artificiais (RNAs) e Regressão Linear Múltipla. Também foi analisada a qualidade da anotação de endereço e a possibilidade de sua recuperação nas bases de dados do SUS e realizada uma análise de sensibilidade nas redes neurais, para identificação das entradas mais importantes no modelo. As variáveis usadas foram *sexo*, *idade*, *número de leitos*, *emergência*, *ortopedia*, *renda média do bairro do hospital*, *renda média do bairro do paciente* e *escolaridade da área do bairro do paciente*, e a saída as distâncias, considerando a malha viária percorrida. Os resultados indicaram que a RNA possui um desempenho preditivo de 88,50%, enquanto que na regressão esse valor foi de 33%. Na análise de sensibilidade, as variáveis *sexo*, *número de leitos*, *emergência*, *escolaridade da área do paciente* e *renda do bairro do hospital* foram significantes. Conclui-se que o método RNA apresentou resultados claramente superiores à regressão, o que, possivelmente, explica-se devido às características não-lineares do problema. **Palavras-chave:** Acessibilidade geográfica, Redes neurais artificiais, Regressão linear múltipla.

This work aimed at modeling the distances traveled by 606 patients admitted for hip fractures in hospitals of Rio de Janeiro city, RJ, through Artificial Neural Networks (ANNs) and Multiple Linear Regression. Also, the study analyzed the patient's addresses in the SUS database recording quality and recovery possibility, and sensitivity analysis methods for ANN input relevance determination were studied. The variables used were sex, age, number of beds, emergency, orthopedics specialization, hospital's neighborhood average income, patient's neighborhood income and patient's schooling, and the distances traveled until hospital admission, considering the transit network, were used as output. The results indicated that the ANNs were able to explain 88.50% of the data variability, as opposed to 33% for the regression modeling. Sensitivity analysis indicated that the variables sex, number of beds, emergency, patient's schooling and hospital's neighborhood average income were relevant. It can be concluded that the ANN model was clearly superior than the regression model, what probably can be attributed to the non-linear characteristics of the problem. **Keywords:** Artificial neural networks, Health services accessibility, Multiple linear regression

Ventilação automática protetora na lesão pulmonar aguda / Protective automatic ventilation during acute lung injury

Alexandre Visintainer Pino, Antonio Giannella Neto (Orientador), Tese de Doutorado, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Setembro de 2004

A Síndrome da Angústia Respiratória Aguda (SARA), atinge entre 1,5 e 75 pessoas para cada 100.000 habitantes, e cerca de 12% dos pacientes em ventilação mecânica. A terapia ventilatória na SARA utiliza baixos volumes (V_T) para evitar a hiperdistensão de tecidos, e pressão positiva ao fim da expiração (PEEP) suficiente para manter aberto o pulmão, evitando a reabertura cíclica de alvéolos fechados. Nesta tese, apresenta-se uma proposta de controle automático da ventilação mecânica, tendo por base estratégias protetoras do pulmão, que ajustam os valores de V_T e PEEP buscando minimizar a lesão induzida pela ventilação. Em experimentos com animais, o controlador proposto foi comparado com uma ventilação protetora convencional, apresentando melhoras, estatisticamente significativas, com relação à pressão arterial de O_2 , pressão arterial de CO_2 e pH. O V_T empregado foi maior para o grupo com ventilação automática, mas a PEEP foi semelhante para os dois grupos. Os níveis de mediadores inflamatórios

(IL-8, IL-6 e leucócitos) não apresentaram diferenças estatísticas significantes para os dois grupos. Em síntese, o controlador regulou uma PEEP que conferiu características duradouras para os parâmetros de mecânica respiratória e manteve o V_T de acordo com o critério protetor estabelecido. Os objetivos da ventilação automática protetora foram atingidos e a terapia resultante foi similar à terapia convencional. **Palavras-chave:** Controle automático, Mecânica respiratória, Ventilação mecânica.

*The Acute Respiratory Distress Syndrome (ARDS) presents an incidence from 1.5 up to 75 subjects per 100,000 inhabitants, and about 12% of the patients under mechanical ventilation. The ARDS ventilatory therapy applies low tidal volumes (V_T), to prevent overdistension as well as positive end expiratory pressures (PEEP) to open the lung and to prevent cyclic reopening of collapsed alveoli. This thesis proposes an automatic control of the mechanical ventilation, based on lung protective strategies, that adjusts the values of V_T and PEEP to minimize the ventilator induced lung injury. In animal experiments, the proposed controller was compared to a well established protective ventilation, and presented statistically significant differences for the O_2 arterial pressure, CO_2 arterial pressure and pH. The V_T was higher for the group with automatic ventilation but the PEEP was similar for the two groups. The levels of inflammatory mediators (IL-8, IL-6 and leucocyte) did not present statistical differences for the two groups. In synthesis, the controller established a PEEP which maintained the respiratory mechanical parameters and kept V_T in accordance with the defined protective goal. The protective automatic ventilation objectives have been performed and the resulting therapy was similar with the conventional therapy. **Keywords:** Automatic control, Mechanical ventilation, Respiratory mechanics.*

Modelagem e classificação da auto-regulação do fluxo sanguíneo cerebral de recém-nascidos / Neonates cerebral blood flow autoregulation modeling and classification

Eloane Gonçalves Ramos, Jurandir Nadal (Orientador), Tese de Doutorado, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Setembro de 2004

Técnicas que possibilitem a avaliação da auto-regulação do fluxo sanguíneo cerebral (AR-FSC) de recém-nascidos de forma objetiva são desejáveis, uma vez que a deficiência deste mecanismo tem sido associada com lesões graves. As seguintes técnicas lineares e invariantes no tempo foram investigadas

para a identificação da AR-FSC: modelo ARX, análise por Função de Transferência, modelo de Wiener-Laguerre e de Tiecks. Para tal, sinais de pressão arterial (PA) e velocidade de fluxo sanguíneo cerebral (VFSC) foram coletados de 43 bebês internados em unidade de tratamento intensivo. Respostas ao degrau foram calculadas e auto-agrupadas por um mapa auto-organizável (SOM) de Kohonen. Uma simulação permitiu a avaliação preliminar do desempenho dos quatro métodos, e a determinação do grau de concordância que pode ser alcançado entre eles, após o agrupamento. Os resultados apontam para a viabilidade da utilização dos sinais de PA e VFSC na avaliação da AR-FSC de neonatos, onde o método mais indicado dentre os investigados seria o ARX com dois pólos e dois zeros. Indicam também que o SOM é um método adequado para o agrupamento das repostas. Adicionalmente, foi proposto um método para a seleção automática de respostas ao degrau adequadas para o agrupamento, o qual apresentou resultados satisfatórios, quando comparado a um critério visual. **Palavras-chave:** Auto-regulação do fluxo sanguíneo cerebral, Recém-nascidos, Modelagem linear, Mapas auto-organizáveis de Kohonen.

*Techniques that provide an objective assessment of cerebral blood flow autoregulation (CBF-AR) from neonates are desirable, since an impairment on this mechanism may be the origin of cognitive and behavioural abnormalities. The following linear time-invariant techniques were investigated for neonates CBF-AR system identification: ARX model, Transfer Function analysis, Wiener-Laguerre and Tiecks models. Arterial blood pressure (ABP) and cerebral blood flow velocity (CBFV) signals were collected from 43 babies in an intensive care unit. Step responses were calculated and a Kohonen self-organizing map (SOM) was used to objectively group them. Simulated data allowed preliminary assessment of the four methods performance and, after clustering, determination of the agreement level that could be achieved between them. The results point to the feasibility of employing ABP and CBFV signals for neonates CBF-AR assessment, and an ARX model with two poles and two zeros would be the more suitable method among the ones investigated. It is also pointed out that the SOM is an appropriate method for objective classification of the step responses. Finally, a method was proposed for the automatic selection of step responses that are acceptable for classification. This presented satisfactory results, when a visual criterion, based on a majority vote by raters, is used as a gold standard. **Keywords:** Autoregulation of cerebral blood flow, Kohonen self-organizing maps, Linear modeling, Newborn.*

Desenvolvimento de um transdutor ultra-sônico matricial bidimensional para aplicações doppler / Development of a two dimensional array ultrasound transducer for doppler applications

Elaine Belassiano, Marco Antônio von Krüger (Orientador), Tese de Mestrado, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Setembro de 2004

Este trabalho visa a construção de um transdutor matricial bidimensional de fase para aplicação em um equipamento ultra-sônico Doppler, possibilitando o monitoramento de longa duração do fluxo sanguíneo cerebral. O desenho mais simples para o desenvolvimento do instrumento em questão consiste em uma matriz três por três, totalizando nove elementos, emitindo-se com o elemento central e captando-se com os oito periféricos, defletindo o feixe na recepção. Três protótipos foram produzidos, estabelecendo-se procedimentos básicos para a construção de um transdutor matricial bidimensional. Problemas relacionados às conexões elétricas aos elementos constituíram o principal obstáculo. O terceiro protótipo produziu uma deflexão de $\pm 3\text{mm}$, a qual transpõe a requerida para a aplicação pretendida, isto é, o monitoramento a longo prazo da artéria cerebral média. **Palavras-chave:** Matriz de fase, Transdutores ultra-sônicos, Ultra-som Doppler.

*The ongoing research describes the development of a 2D phased array transducer to be used in a Doppler ultrasound tracking instrument for cerebral long term blood flow velocity monitoring. The simplest design for such a device consists of a nine-element array arranged as square of three by three elements, emitting with the central one and receiving with the eight peripheral elements, deflecting the beam on reception. Three prototypes were built and the basic procedures for constructing the 2D array transducer have been established. Problems regarding electrical connections to the elements turned out to be the main obstacle. The third prototype was able to produce a deflection of $\pm 3\text{mm}$ which exceeds the requirement for the intended application, that is, the long term blood flow velocity monitoring in the middle cerebral artery. **Keywords:** Doppler ultrasound, Phase matrix, Ultrasound transducers.*

Modelagem espaço-temporal dos homicídios região sudeste / Brasil, 1979-1998 Spatial-temporal modeling of homicides in the southwest region/Brazil, 1979-1998

Oswaldo Gonçalves Cruz, Flavio Fonseca Nobre (Orientador),

Tese de Doutorado, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Outubro de 2004

Neste trabalho analisamos aspectos temporais, espaciais e espaço-temporais dos homicídios ocorridos nos municípios da Região Sudeste do Brasil, nos anos de 1979 a 1998. Diversos tipos de técnicas foram utilizadas, tais como modelos de séries temporais, análise espacial, e análise exploratória espaço-temporais utilizando animação de mapas. Adicionalmente desenvolveu-se modelos GLMM Bayesianos com extensões espaço-temporais. O emprego dessas múltiplas técnicas permitiu observar a tendência crescente dos homicídios na região sudeste e seu espalhamento ao longo do período estudado. Os modelos também evidenciaram mais de um tipo de processo espacial e temporal ocorrendo nos estados. Os resultados mostram o início do espalhamento tendo como foco as regiões metropolitanas do Rio e São Paulo, e posteriormente Espírito Santo. No interior, o Estado do Rio apresenta uma alta taxa de homicídios em quase todos os municípios, o mesmo processo começa a ocorrer em São Paulo, onde municípios do interior têm sofrido aumento nos homicídios. O Estado de Minas Gerais apresenta um padrão diferente dos demais estados com um crescimento pequeno na região metropolitana e o interior desse estado apresentando baixas taxas de ocorrência de homicídios. No Espírito Santo, observou-se um acentuado crescimento na violência da região metropolitana no final do período de estudo. **Palavras-chave:** Análise de dados espaciais, Análise de dados temporais, Modelos espaço-tempo.

In this work we analyzed temporal, spatial and space-time aspects of the homicides occurred in the districts of the Southeast Region of Brazil, from 1979 to 1998. Several types of techniques were used, such as time series models, spatial, exploratory space time analyzes using animated maps. We also applied GLMM Bayesian models with space and time extensions. The use of those multiple techniques allowed to observe the fast growing tendency of the homicides in the southeast region and its space dispersion along the studied period. The models also evidenced more than one space process type occurring in the four states. The results show that the begin of the homicide spread processes happens in the metropolitan areas of Rio de Janeiro and São Paulo, and later on Espírito Santo. In the interior, the State of Rio presents a high rate of homicides in almost all of the municipalities, the same process begins to happen in São Paulo, where municipalities of the interior have been suffering increase in the homicides rates. The State of Minas Gerais, presents a different pattern from the others states

with a small growth in the metropolitan area and the interior of that state presenting the lower rates of homicides. In the Espírito Santo it was observed an accentuated growth in the violence of the metropolitan area in the end of the study period. **Keywords:** Spatial data analysis, Time series analysis, Time-space models.

Redução de artefato de estímulo em emissões otoacústicas evocadas por cliques *Stimulus artifact reduction in click evoked otoacoustic emissions*

Paulo Marcos Tujal de Oliveira, Marcio Nogueira de Souza (Orientador), Tese de Doutorado, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Outubro de 2004

Este trabalho propõe e avalia duas novas técnicas de redução de artefato de estímulo em emissões otoacústicas evocadas por cliques (CEOAE). O primeiro método é baseado na obtenção de uma estimativa do eco passivo de estímulo por predição linear e sua subtração na resposta coletada. O segundo método consiste na aplicação de um filtro variante no tempo, que utiliza as características de latência x frequência das emissões para separá-las do artefato. Os métodos propostos foram aplicados a sinais simulados e a sinais coletados em 20 adultos com audição normal (orelhas esquerda e direita). Para sinais simulados, a comparação com as técnicas linear e de resposta derivada não-linear (DNLR) foi feita através do teste de Friedman aplicado à média dos erros entre os sinais de CEOAE conhecidos e os estimados, resultando numa melhoria significativa ($P < 0,1\%$) para os métodos propostos. Para as respostas coletadas, entretanto, não foi possível uma avaliação exata do desempenho dos métodos, já que o sinal real de CEOAE não era previamente conhecido. Ainda assim, a comparação com outros métodos descritos na literatura, através de parâmetros de reprodutibilidade e relação sinal/ruído, indicou maior redução do artefato do que o método linear e menor degradação das emissões do que a DNLR. **Palavra-chave:** Emissões otoacústicas, Instrumentação biomédica, Redução de artefatos

This work proposes and assesses two new techniques for reduction of stimulus artifact in click evoked otoacoustic emissions (CEOAE). The first method is based on the estimate of the stimulus passive echo by linear predictive coding and its subtraction from the acquired response. The second method consists in applying a time-variant filter which uses the latency versus frequency characteristic of the emissions to separate them from the artifact. The proposed methods have been applied to simulated signals and to signals acquired

*from 20 adults (right and left ears). For simulated signals the comparison with linear and derived non-linear (DNLR) techniques was performed using Friedman's test applied to the mean error between the known and the estimated CEOAE signals, leading to better results ($P < 0,1\%$) for the proposed methods. For acquired responses, however, it was not possible to correctly evaluate the method performance, since there was no previous knowledge of the real CEOAE signal. Even though, comparison with other methods described in the literature, using reproducibility and signal-to-noise ratio parameters, pointed out to better stimulus artifact reduction than linear method and less emission degradation than the DNLR. **Keywords:** Artifact reduction, Biomedical instrumentation, Otoacoustic emissions.*

Avaliação da sensibilidade barorreflexa espontânea pela técnica espectral em humanos sadios / Evaluation of spontaneous baroreflex sensitivity by spectral technique in healthy humans

Edejar Teixeira da Silva Junior, Marcio Nogueira de Souza; Jurandir Nadal (Orientadores), Tese de Mestrado, Programa de Engenharia Biomédica, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Dezembro de 2004

Este trabalho apresenta um estudo do mecanismo barorreflexo de controle da pressão arterial, de sua fisiopatologia e de técnicas de avaliação da sensibilidade barorreflexa (SBR), importante na avaliação do balanço autônomo, alterado em diversos estados patológicos. Tem o objetivo de desenvolver instrumentação virtual em LabVIEW™ 6.0 para avaliação da SBR espontânea por análise espectral de séries temporais de pressão arterial e intervalo entre pulsos obtidas por monitoração contínua da pressão através de fotopletiografia digital, FINAPRES, e validar tais técnicas pela implementação em voluntários saudáveis submetidos a variações posturais, e por simulação do controle barorreflexo. A SBR, avaliada por modelagem autorregressiva com decomposição espectral em um grupo de 15 voluntários, foi estimada em $21,1 \pm 10,2$ ms/mmHg para a situação postural decúbito dorsal e em $8,2 \pm 4,0$ ms/mmHg após inclinação corporal passiva de 70° com respiração espontânea ($p = 0,00077$), e em $16,2 \pm 7,9$ e $7,7 \pm 5,3$ ms/mmHg, respectivamente, com frequência respiratória reeducada em 0,2 Hz ($p = 0,0010$). Tal técnica foi a que melhor discriminou mudanças na SBR entre as técnicas espectrais estudadas. Os resultados experimentais obtidos seguem o esperado teoricamente e ajustam-se aos observados na literatura, demonstrando que o estudo

da SBR espontânea através de instrumentação virtual é factível e adequado para inclusão na prática clínica diária. **Palavra-chave:** Análise espectral, Barorreflexo, Instrumentação virtual.

This work presents a study of blood pressure baroreflex control mechanisms, their pathophysiology and techniques for baroreflex sensitivity (BRS) assessment, important in the autonomic balance evaluation, which is altered in many pathologic status. Its purpose is to develop a virtual instrumentation, in LabVIEW™ 6.0, for baroreflex sensitivity evaluation by means of spectral analysis of blood pressure and pulse intervals time series obtained from continuous recording of blood pressure by digital photoplethysmography, FINAPRES, and to validate this technique by implementing it in healthy volunteers,

*submitted to postural changes, and by baroreflex control simulation. The baroreflex sensitivity, evaluated by autoregressive (AR) modeling with spectral decomposition in 15 volunteers, was 21.1 ± 10.2 ms/mmHg for supine position and 8.2 ± 4.0 ms/mmHg after a passive tilt test to 70° head-up with spontaneous breathing ($p = 0,00077$), and 16.2 ± 7.9 and 7.7 ± 5.3 ms/mmHg, respectively, with controlled breathing of 0,2 Hz ($p = 0,0010$). Among the spectral techniques studied, AR modeling allowed better discrimination of BRS changes. Experimental results followed the expected theoretical results and those showed in literature, showing that the spontaneous BRS study by virtual instrumentation is feasible and adequate for inclusion in daily clinical practice. **Keywords:** Baroreflex sensitivity, Spectral analysis, Virtual instrumentation.*

