# Analisador de Feixe de Raios-X diagnóstico

Carlos Alberto Pelá, Eldereis de Paula, José Luiz Bruçó, Thomaz Ghilardi Netto.

CIDRA-FFCLRP-USP Ribeirão Preto-SP
Av. Bandeirantes 3900 14040-901 - Ribeirão Preto - São Paulo.
E-mail: pela@biomag.ffclrp.usp.br

**Resumo** - O presente trabalho apresenta um dispositivo desenvolvido para a determinação de parâmetros físicos necessários ao desempenho e avaliação de equipamentos de raios-X médico-odontológico. Foi utilizado um conjunto de 9 diodos ligados cada qual a um amplificador de sinal. As saídas desses amplificadores foram ligadas às entradas de uma placa conversora de sinal analógico para digital, placa esta instalada em um computador PC -AT. O feixe de raios X passa por filtros de cobre, de diferentes espessuras, antes de atingir os diodos. Os dados obtidos por este sistema são processados pelo microcomputador que fornece a medida da quilovoltagem de pico(kVp) bem como outros fatores como forma de onda, espessura total da filtragem, camada semi-redutora(C.S.R), taxa de exposição e tempo de exposição.

**Abstract** - The present work introduces a device developed to determine the physical parameters useful to the evaluation of both dental and medical X-ray equipments. We make use of 9 detectors connected each one to a signal amplifier.The amplifiers output has being connected to a Analog to Digital Interface plugged in a PC-AT microcomputer. The X-ray pass through filters before reaching the detectors. The data collected by microcomputer is used to calculate the kVp and other factors as total tube filtration, waveform, half-value layer, exposure rate and exposure time.

## Introdução

Diversos métodos não invasivos tem sido buscados para a determinação dos parâmetros físicos responsáveis pela geração de feixes de raios-X utilizados no ra-diodiagnóstico médico. Neste trabalho apresentamos um sistema que, além dos parâmetros convencionais, fornece a filtragem total do equipamento de raios-X. Isto em uma única exposição.

## Metodologia

O sistema analisador é composto de 9 fotodiodos comerciais (SFH206) dispostos segundo uma matriz quadrada 3X3 convenientemente alojados em receptáculos de chumbo tendo na parte superior filtros de cobre, com espessuras variáveis (0 a 6 mm).

Cada diodo com sua amplificação especifica é conectado a uma interface análogo digital que por sua vez está acoplada a um microcomputador tipo PC-AT. A metodologia utilizada na determinação do kVp, filtragem total, C.S.R.. e taxa de exposição se baseia em um método semi-empírico por nós desenvolvido. Os dados tomados pelos fotodiodos são comparados com aqueles calculados através de espectros de raios-X simulados onde se considera a absorção do feixe nos filtros e a energia absorvida nos diodos. Como a simulação não concorda exatamente com os valores medidos (desvios da ordem de 10%) para uma dada condição, se coloca ganhos específicos aos sinais dos diodos de modo a se reproduzir exatamente os valores simulados. Isto feito por exemplo para 50 e 110 kVp e 3 mm de Al de filtração total, constituem a calibração do sistema, permitindo posteriormente identificar outras condições geradoras do feixe na faixa de 20 a 150 kVp e filtragens totais equivalentes desde 0,6 a 6 mm de alumínio com um erro menor que 3% na determinação do kVp.

A camada semi-redutora é calculada por simulação e a taxa de exposição a partir do sinal de um diodo com correção de sua dependência energética.

Os feixes de raios-X foram obtidos com uma maquina Phillips "SUPER M80", trifásica de 6 pulsos.

## Resultados

As tabelas 1 a 4 mostram um conjunto de medidas para diversas condições de feixe de radiação sempre comparadas com o valor médio da tensão obtida de um divisor de tensão Siemens (7395-072) e utilizada como referência.

Tabela1. Comparação entre medidas de kVp e Filtração Total.

| kVp medida com o divisor de tensão | Filtração Total (mm Al) | kVp calculada (kVp) | Filtração Total calculada (mm Al). |
|---|---|---|---|
| 39.2 | 1.0 | 39 | 1.2 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 47.0 | 2.0 | 47 | 2.2 |
| 84.0 | 5.0 | 85 | 5.0 |
| 96.2 | 3.0 | 95.0 | 3.2 |
| 123.8 | 5.0 | 126 | 5.0 |
| 135.4 | 3.0 | 137 | 2.8 |

Na tabela 2 temos uma intercomparação com outros instrumentos disponíveis, não havendo uma preocupação quanto a atualização de suas calibrações.

Tabela2. Intercomparação entre medidas de kVp com diferentes equipamentos disponíveis.

| Referência (divisor de tensão) | Analisador de feixe de radiação | Medidor digital Victoreen (07-473) | Medidor Victoreen NERO (6000A) |
|---|---|---|---|
| 66.7 | 67 | 65.8 | 65.1 |
| 94.8 | 94 | 94.1 | 92.3 |
| 104.3 | 104 | 103.0 | 101.2 |
| 109.4 | 111 | 112.5 | 106.0 |
| 123.5 | 124 | 121.2 | 119.3 |

Na tabela3 temos medidas de camada semi-redutoras calculadas e obtidas experimentalmente através de método convencional.

Tabela3. Avaliação das medidas de camada semi-redutora:

| Filtração Total Alumínio (mm) | kVp medida com divisor de tensão (kV) | CSR Calculada (mm Al) | CSR Experimental (mm Al) |
|---|---|---|---|
| 3.0 | 41.8 | 1.7 | 1.5 |
| 3.0 | 84.5 | 3.3 | 3.2 |
| 3.0 | 131.3 | 5.3 | 5.2 |
| 5.0 | 58.6 | 3.0 | 3.0 |
| 5.0 | 85.1 | 4.3 | 4.2 |
| 5.0 | 104.1 | 5.4 | 5.3 |

Finalmente na tabela 4 temos uma comparação entre razão de taxas de exposição obtidos com diodo e câmara de ionização.(Keythley-90035). O fator de calibração é um número relativo utilizado na correção das leituras do diodo

Tabela4. Avaliação de medidas de taxa de exposição.

| kVp medida com divisor de tensão (kV) | Filtração Total (mm Al) | Fator de Calibração | Razão leitura Diodo/Câmara |
|---|---|---|---|
| 67.2 | 3.0 | 130.5 | 1.02 |
| 96.0 | 3.0 | 116.2 | 0.99 |
| 131.3 | 3.0 | 100.4 | 1.0 |
| 58.6 | 5.0 | 131.1 | 1.03 |
| 85.1 | 5.0 | 116.3 | 1.03 |
| 123.8 | 5.0 | 95.8 | 1.03 |

**Discussões e conclusões**

O sistema desenvolvido tem sua faixa de atuação ampliada com relação a equipamentos similares.

**Agradecimentos**

Agradecemos ao PADCT/CNPq pelo financiamento do projeto e a MRA Indústria de Equipamentos Eletrônicos, pelo apoio na confecção dos protótipos.