

September 24th – 28th, 2007, Margarita Island, Venezuela  
24 al 28 de Septiembre de 2007, Isla de Margarita, Venezuela

# IFMBE Proceedings

Müller-Karger · Wong · La Cruz (Eds.)

Volume 18

IV Latin American Congress  
on Biomedical Engineering 2007,  
Bioengineering Solutions  
for Latin America Health

IV Congreso Latinoamericano  
de Ingeniería Biomédica,  
CLAIB 2007, Soluciones  
de Bioingeniería para  
la salud en América Latina



CLAIB  
2007



 Springer

# Comparação das curvas sensitométricas dos anos: 2000, 2002 e 2004 de instituições de saúde do Estado de São Paulo.

M.L.N. Ebisawa<sup>1</sup>, R.T. Irita<sup>1</sup>, M.F.A. Magon<sup>2</sup> e Y.M.M. Hornos<sup>2</sup>

<sup>1</sup> @ladim - Laboratório de Imagens Médicas / UMC – Univ. de Mogi das Cruzes, Mogi das Cruzes, Brasil

<sup>2</sup> SAPRA Landauer / São Carlos, Brasil

**Abstract-** Quality assurance of the radiographic images concerning to film processing and dark room installation conditions is essential for the health professionals in order to get a good image and consequently give a good diagnostic. The “Portaria 453” from June/1998 from the act of Brazilian Sanitary - Inspection Secretary of the Health Department [1] determines that every radiology institution must have a Quality Assurance Program, which includes the quality assurance of the film processing and dark room installation conditions. In these work 507 technical reports of health institutions of the São Paulo State in Brazil, complying the total of 600 sensitometry curves from radiographic films, obtained from the SAPRA Assessoria data, were analyzed with the purpose of showing a comparative study between the real conditions of the health institutions and conditions required by the Sanitary - Inspection Secretary of the Health Department through, first of all, the Resolution SS.625 from 1994 of the Sanitary Inspection Center of the São Paulo State, and nowadays the “Portaria 453” from June/1998 of Brazil. In this study was found a sensitive improvement in the last few years, particularly 2000, 2002 e 2004, in most of the analyzed institutions concerning to film processing conditions, implantation of automatic processing and the processing parameters as H&D curves due to implantation of the Resolution SS.625 – São Paulo State and the “Portaria 453” - Brazil.

**Keywords** — quality control, radiographic film, film processor, sensitometric method.

## I. INTRODUÇÃO

O controle de qualidade das processadoras dos filmes radiográficos e das condições da câmara escura é essencial para que o profissional da saúde possa fazer uso de uma imagem radiográfica com confiança para fazer um bom diagnóstico [1].

A Portaria 453 de 01 de junho de 1998 da SVS – MS determina que seja implantado um Programa de Garantia da Qualidade – PGQ que inclui o controle de qualidade do processamento de filmes. Dentro deste programa, para radiologia convencional, devem ser verificados: semanalmente a temperatura do sistema de revelação e a sensitometria do sistema de processamento, semestralmente a qualidade do contato tela filme e a integridade das telas e

chassis radiográficos e anualmente a vedação da câmara escura (CE) [2].

O método mais comum para representar a resposta dos filmes de raios X é pela medida da curva característica. Esta curva é algumas vezes referida como a curva sensitométrica ou curva HD, que relaciona os pontos da densidade óptica obtidas como função logarítmica da exposição relativa [3].

A garantia da qualidade da imagem radiográfica é complexa e envolve muitos parâmetros de controle. Se nos limitarmos somente aos componentes de registro da imagem teremos: o chassi radiográfico, a tela intensificadora, o filme e o processo de revelação.

A resposta sensitométrica, quando analisada a partir da curva HD obtida através da exposição do filme dentro do chassi com tela intensificadora e exposto a um feixe de raios X, com uma escala de filtros, tal que seja possível a obtenção da resposta do filme revelado a múltiplas intensidades conhecidas, é uma medida do conjunto total de parâmetros utilizados na formação da imagem.

A dependência com a qualidade e constância do feixe de raios X e dos materiais utilizados como filtro tornam a análise comparativa entre diferentes instituições bastante complexa.

A resposta sensitométrica de materiais fotográficos de raios X é uma das medidas mais importantes em radiologia [4] porque determina a dose nos pacientes e a qualidade da imagem. Radiologistas usam a combinação de filmes e tela intensificadora, para melhorar a qualidade da imagem, sendo essa característica da combinação tela-filme muito importante.

A análise da resposta sensitométrica pode ser mais específica e menos complexa, quando é determinada a característica do filme separadamente da tela intensificadora. Neste caso é usado como luz sensitométrica uma fonte de luz cuja composição de espectro seja similar à produzida pela resposta ao feixe de raios X da tela intensificadora. Para esta análise da curva sensitométrica é necessário que o filme sensibilizado seja revelado e nesse processo outras variáveis são introduzidas que influenciam a resposta sensitométrica. A temperatura de revelação, a quantidade dos reagentes o armazenamento e o manuseio dos filmes influencia diretamente no resultado final da revelação [5].

O propósito deste trabalho é mostrar dados comparativos das condições reais das CE [6] e dados referentes a sensitometria realizada nos filmes radiográficos de algumas das instituições de saúde do Estado de São Paulo nos anos de 2000, 2002 e 2004, durante medidas anuais de controle de qualidade da imagem em hospitais e institutos radiológicos realizadas pela Sagra Assessoria.

## II. MATERIAIS E MÉTODOS

Para fazermos a comparação dos dados referentes aos anos de 2000, 2002 e 2004 foram analisados mais de 507 laudos emitidos para instituições de saúde públicas e privadas, com um total de 600 filmes sensitométricos cedidos do banco de dados da Sagra Assessoria, que realiza este tipo de controle de qualidade de equipamentos radiológicos e de processadores em todo o Brasil, mas que neste estudo foram utilizados apenas os dados referentes ao Estado de São Paulo.

Faz parte dos procedimentos de controle de qualidade da Sagra Assessoria a realização da sensitometria de luz em filmes (radiográficos e mamográficos) utilizando um sensitômetro eletrônico e um densitômetro para a medida posterior da densidade óptica dos filmes expostos e revelados, para a obtenção da curva sensitométrica (densidade óptica versus logaritmo da exposição relativa) com os valores obtidos. O conjunto sensitômetro/densitômetro utilizado é da marca RMI X-Rite, modelos 334/2 e 324, respectivamente.

Referentes ao controle de qualidade do processo de revelação, além da obtenção da curva sensitométrica são registradas as seguintes informações: tipo de filme, combinação de tela/filme utilizada, tipo de revelação (manual ou automática) temperatura de revelação e fixação, temperatura e umidade encontrada na CE, condições de armazenamento dos filmes e limpeza da sala.

As curvas sensitométricas são realizadas para todos os tipos de filmes utilizados em cada processadora (mamografia ou radiologia convencional). As condições de velamento também são verificadas para a indicação do tempo seguro de manuseio dos filmes dentro da câmara escura.

A análise do contato tela-filme é realizada para todos os chassis utilizados na rotina de trabalho da instituição. Nesse trabalho apresentamos a análise comparativa dos dados coletados nos três (03) anos.

### A. Parâmetros de análise da qualidade do processamento.

**Densidade Óptica (D.O.)** é a quantificação do grau de enegrecimento do filme medida através de um densitômetro.

Os valores de D.O. obtidos geralmente variam entre 0.1 a 4.0 no processamento de filme praticado nas clínicas. Valores baixos de D.O. baixo indicam que a exposição está próxima do zero de absorção, e valores altos de D.O., isto é, próximos do 4.0 indicam que o filme está bem escuro (enegrecido).

**Curva Sensitométrica** é a curva da densidade óptica versus exposição relativa, obtida através da exposição dos filmes ao sensitômetro, revelados e posteriormente medidas as D.O. com o densitômetro.

Na curva (com forma de S) (figura 1) identificamos três regiões características: base + fog, uma região linear e uma região de saturação. Esta curva é a resposta do sistema tela-filme em função da exposição, isto é, D.O. versus logaritmo da exposição.

**Contraste do filme** está relacionado com a inclinação da região linear, ou seja, curva com maior inclinação apresenta maior contraste, e com menor inclinação menor o contraste. O número que define o contraste de um filme radiográfico é o valor do gradiente médio, determinado pelo valor do coeficiente angular da reta da região, da parte linear da curva HD. Os valores dos gradientes nos filmes radiográficos variam entre 2.0 a 4.0 D.O.

**Sensibilidade** ou **Velocidade** é a sensibilidade ou velocidade do filme, que determina quanto de exposição é requerido para formar uma imagem. A exposição de um filme aos raios X produz o enegrecimento no filme ou uma densidade óptica. O valor da velocidade define a quantidade de raios X necessária para obter uma determinada D.O. Quanto maior a velocidade menor a quantidade de radiação necessária para produzir um mesmo grau de enegrecimento. A velocidade absoluta deve ser dada pelo inverso da exposição necessária para obter D.O. de 1.0 + Base + Fog.

**Saturação** é definida como o valor da densidade óptica para o qual a resposta do filme não mais depende da

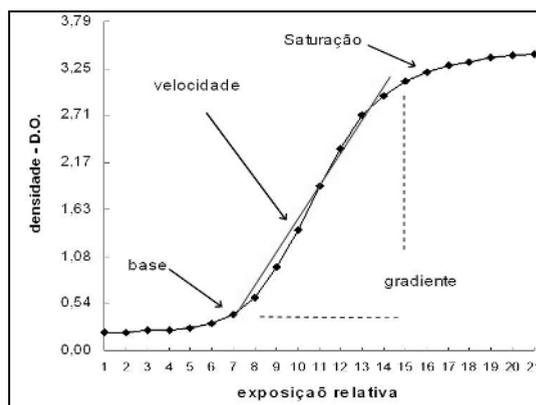


Figura 1 - Curva HD e os atributos de interesse, a reta indica a região de linearidade.

quantidade de luz incidente (exposição).

**Temperatura do revelador** determina o grau de atividade dos químicos utilizados na revelação, um aumento na temperatura pode acelerar a revelação, aumentar a sensibilidade e requerer menor tempo de exposição.

**Componentes químicos da revelação** utilizados no processo de revelação são de vários tipos, sendo os responsáveis pela transformação da imagem latente em imagem permanente ou visível, tais como: solvente, agente revelador e o redutor, acelerador ou ativador, preservativo ou conservante, regulador ou retardador, endurecedor e reforçador.

### III. RESULTADOS

Dentro do banco de dados obtidos dos 507 laudos de instituições de saúde públicas e privadas do Estado de São Paulo foram analisadas 600 curvas HD exemplificadas na Figura 2.

Para cada curva sensitométrica, realizamos uma análise para definição da região de linearidade.

Para podermos comparar os resultados das curvas das diferentes instituições definimos a região de linearidade como sendo o intervalo de exposição para a qual a resposta em D.O. pode ser representada por uma reta com valor de desvio mínimo quadrático  $R^2$  maior ou igual a 0,980.

Na Figura 3 são apresentados: a equação da reta, o intervalo de dados, e a representação gráfica da região de linearidade de uma das curvas HD analisadas.

**Tipo de processamento** utilizado no total de 555 processadoras analisadas foi constatado que a cada ano houve uma diminuição no número de processadoras que faziam a revelação manual, ou seja, foi constatado o aumento do uso de processadoras automáticas. No ano de 2000, 11,4% das processadoras eram manuais dentre as analisadas, em 2002 caiu para 10,2% e já no ano de 2004

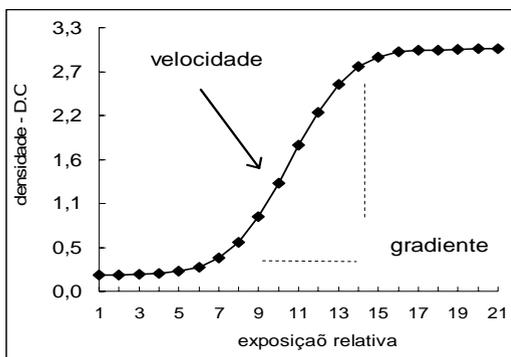


Figura 2 – Tipo de Curva HD dos laudos analisados.

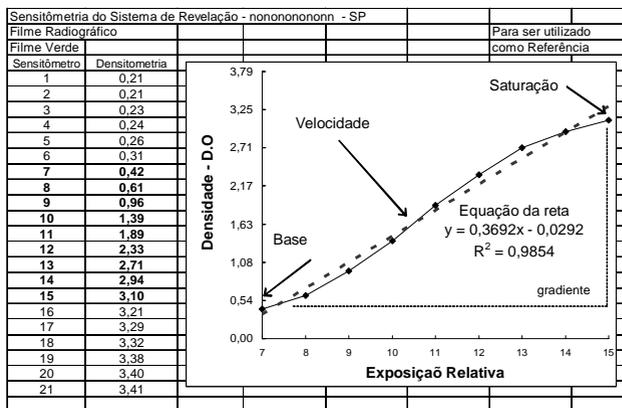


Figura 3 – Região de linearidade da curva sensitométrica encontrada nos laudos analisados.

diminuiu ainda mais para 7,2%. Neste universo de instituições todas as mamografias são reveladas com processamento automático.

**Tipo de filmes processados** no que se refere ao tipo de filme revelado em cada processadora, dentro do total de 555 processadoras analisadas foi constatado que no ano de 2000, 8,5% das reveladoras faziam a revelação tanto de filmes radiológicos quanto de filmes mamográficos, já em 2002 caiu para 8,1% e no ano 2004 reduziu para 7,7%. A Portaria 453 estabelece que filmes mamográficos devem ser revelados em processadoras específicas para mamografia, no entanto, somente algumas das instituições analisadas cumprem com este requisito.

**Temperatura da Câmara Escura (CE)** - Os procedimentos nas CE foram realizados ao longo dos anos, como esperado, e a variação da temperatura dentro das salas centrada em 25°C. A importância da temperatura da sala é maior nos processamentos manuais que em geral não possuem aquecimento para o banho de revelação.

**Frequência de troca de reagentes químicos** implica na qualidade do processo de revelação e depende de forma muito sensível da concentração dos reagentes químicos no banho de revelação e no processo de fixação. Sub revelação dos filmes devido à baixa temperatura, ou baixa concentração de reagente é em geral compensada com maior exposição ao paciente para um mesmo exame. Na Figura 4 podemos constatar que a frequência de troca está concentrada entre 1 e 30 dias, o que podemos considerar como sendo bom e razoável.

O resultado da compilação dos dados relativos ao tempo seguro de manuseio de filmes na CE e contato tela filme será apresentado posteriormente. Passamos agora a análise específica das curvas sensitométricas.

Para podermos comparar os resultados de forma consistente separamos inicialmente as curvas HD para os

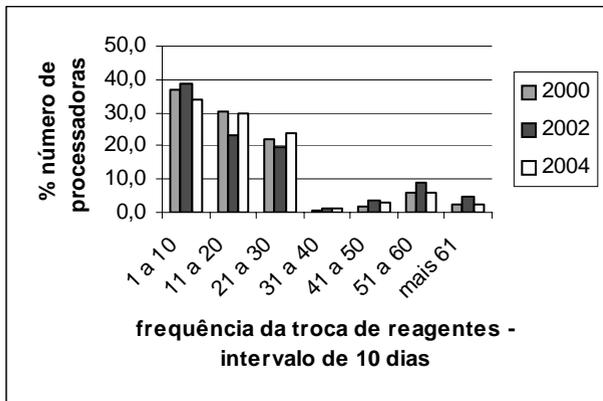


Figura 4 – Frequência da troca dos reagentes químicos.

filmes de radiologia convencional. A análise foi realizada a partir dos valores de: base+velamento, velocidade e gradiente, obtidos a partir da interpolação linear de parte da curva sensitométrica de forma que a reta represente os dados experimentais com  $R^2$  maior ou igual a 0,980.

**Resultado 1: Base + Velamento(fog)** – Recomenda-se que este valor seja inferior a 0,3DO. Na Figura 5 apresentamos a distribuição destes valores obtida através da análise das curvas.

**Resultado 2: Gradiente** – Do conjunto das curvas HD avaliadas com filmes de radiologia observamos que o gradiente em D.O. fica entre 2,0D.O. e 3,0D.O. resultado entre bom e razoável. Na Figura 6 apresentamos a distribuição destes valores obtida através da análise das curvas.

**Resultado 3: Velocidade** - A velocidade dos filmes analisados foi determinada como sendo o valor da exposição relativa necessário para obtermos uma densidade ótica de 1 + base + fog. Foi considerado o valor de exposição mais próximo deste valor de D.O. + base + fog. Os resultados são apresentados na Figura 7.

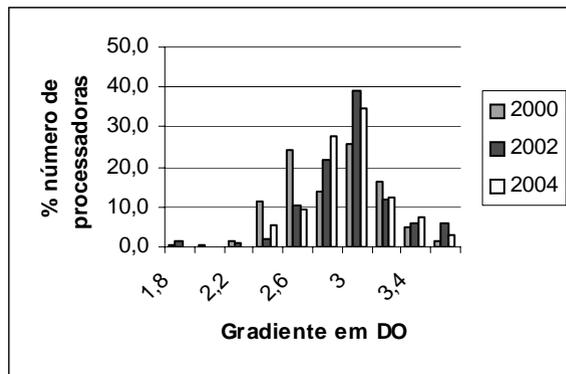


Figura 6 – Distribuição dos valores de gradiente encontrados nos filmes de radiologia convencional.

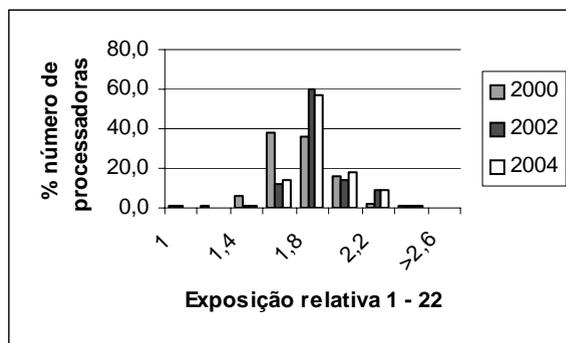


Figura 7 – Distribuição das velocidades

Como os filmes utilizados são todos comerciais e muito concentrados em 3 marcas, já era esperada uma alta concentração nos valores de velocidade.

#### IV. DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Pela análise realizada verificamos que a cada ano houve uma melhora sensível no processo de revelação das instituições visitadas, de maneira a atender os requisitos mínimos exigidos pela Portaria 453 de 01/06/1998 da SVS - MS.

Esta melhora na qualidade do processo de revelação verificada, através dos dados aqui apresentados no decorrer dos anos de 2000 a 2004, pode ter como indicadores:

- Uma diminuição na porcentagem de instituições com Revelação Manual.
- Um aumento nos valores da Velocidade da curva HD de de 1,68 para 1,79.

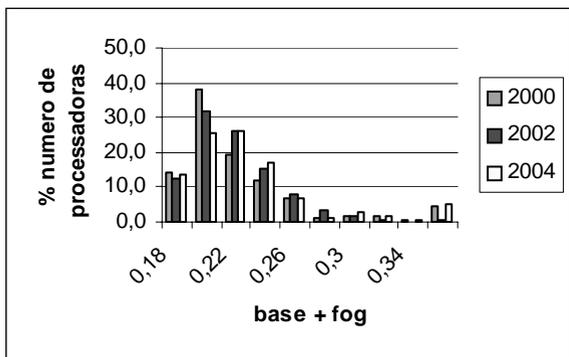


Figura 5 – Distribuição de valores de base +fog.

- Aumento nos valores do Gradiente da curva HD de 2,75 para 2,85.
- Aumento na porcentagem de instituições com frequência de troca de até no máximo 30 dias.
- Que as condições de armazenamento de filme, e velamento da câmara escura são mantidas tal que o valor de base+fog é inferior a 0,3DO.

No entanto, ainda destacamos a partir desta análise:

a) a existência de revelação manual, sem o aquecimento adequado do banho de revelação e fixação.

b) que existem algumas instituições que fazem a troca de reagente com uma frequência superior a 30 dias.

c) que ainda são processados filmes mamográficos e filmes radiográficos na mesma processadora, o que é uma grave inadequação

Como próximos passos e para um melhor entendimento dos dados a ser analisados é importante termos as informações: de quando foi realizada a última troca dos reagentes químicos e do número de radiografias processadas por dia, para podermos correlacionar a diminuição de velocidade com o número de radiografias já reveladas.

Nossos resultados mostram de maneira clara que à introdução e posterior cumprimento da Resolução SS.625 de 1994 do Estado de São Paulo e da Portaria 453 de 1998 nacional resultou no decorrer dos anos de 2000, 2002 e 2004 em uma sensível de melhoria das condições de revelação encontradas nos serviços de diagnóstico por imagem de Raios-X no estado de São Pulo.

## AGRADECIMENTOS

À Faep/UMC e ao CNPq pelo apoio financeiro.

## REFERÊNCIAS

1. Sniureviciute, M., Adliene, D. (2005), "Problems with film processing in medical X-ray imaging in Lithuania", In *Radiation Protection Dosimetry*, V.114, n. 1-3, p. 260-263.
2. Ministério Da Saúde. *Portaria n. 453* de 01 de junho de 1998 – Diretrizes de Proteção Radiológica em Radiodiagnóstico Médico e Odontológico.
3. West, M.S., Spelic, D.C. (2000), "Using light sensitometry to evaluate mammography film performance", In *Med. Phys.* 25 (5), p. 854-860.
4. Blendl, C., Buhr, E. (2001) "Comparison of light and X-ray sensitometric responses of double-emulsion films for different processing conditions" In *Med. Phys.* 28(12), p. 2420-2426.
5. Haus, A.G., Dickerson, R.E.(1990) "Problems associated with simulated light sensitometry for low-crossover medical X-ray films." In *Med. Phys.* 17(4), p. 691-695.
6. Suleiman, O.H., Showalter, C.K., Gross, R.E., Bunge, R.E. (1984) "Radiographic film fog in the darkroom". *Radiology*, 151, p.237-238.

Autor: Maria Lucia Nana Ebisawa  
 Instituto: UMC- Universidade de Mogi das Cruzes  
 Calle: Av. Dr. Candido Xavier de Almeida e Souza, 200  
 Ciudad: Mogi das Cruzes – São Paulo  
 País: Brasil  
 E-mail: nanaebisawa@hotmail.com