

Artigo Original

Recebido em 07/05/2001 e aceito em 15/07/2002

**Influência das condições de
processamento no desempenho
de dois sistemas tela/filme
utilizados na mamografia.**

*Influence of the processing conditions
on the performance of two different
screen-film systems utilized in
mammography*

Medeiros, R.B

Departamento de Diagnóstico por Imagem
Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP) – EPM,
Brasil, 04023-900 • Fone/Fax [011] 5576-4394
rbitelli.ddd@epm.br

**Alves, F.F.R.
Ruberti, E. M**

Departamento de Diagnóstico por Imagem
Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP) – EPM,
Brasil, 04023-900 • Fone/Fax [011] 5576-4394

Ferreira, D.F.P

Grupo de Pesquisas em Engenharia Biomédica (GPBE),
Departamento de Engenharia Elétrica,
Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Brasil

Resumo

O Programa de Garantia da Qualidade em equipamentos de Mamografia estabelece procedimentos de monitoração do desempenho dos equipamentos e condições de processamento, visando a otimização do processo. O objetivo do presente trabalho é estudar as possíveis diferenças na detectabilidade de estruturas (microcalcificação, fibra e massa tumoral) presentes em imagens submetidas a diferentes condições de temperatura e taxa de reposição dos químicos. Foi utilizado um Mamógrafo Philips MD4000 com dois simuladores (156-RMI e MAMA-CDM) em diferentes níveis de exposição (0,7; 0,8; 0,9; 1,0; 1,1; 1,2; 1,3; 1,4) usando técnicas de alto contraste (ACO:24 kV) e automática (AEC:28 kV). As imagens foram processadas utilizando reveladores e fixadores marca Fuji e efetuadas com os sistemas tela/filme: Kodak Min-R2000/Min-R2000 (K/K) e Fuji Mammo Fine/AD-M (F/F). O processamento foi realizado nas seguintes condições: (1) - temperatura do revelador/ fixador: 33,0^o C / 33,5^o C; taxa de reposição: 60 ml / filme para o fixador e 55 ml / filme para o revelador; (2) - temperatura do revelador/ fixador: 34,8^o C / 35,0^o C; taxa de reposição: 40 ml / filme para o fixador e 30 ml / filme para o revelador. Os resultados obtidos mostram que as mudanças das condições de processamento propostas não modificaram as respostas sensitométricas dos filmes, assim como não produziram diferenças significantes no padrão de imagens simuladas obtidas com os sistemas tela/filme utilizados. Conclui-se, ainda, que uma minimização de custo no processamento dos filmes pode ser obtida ajustando-se a taxa de reposição e a temperatura para uma certa demanda de exames, sem perda da visibilidade das estruturas e qualidade da imagem mamográfica.

Palavras-chave: Controle de qualidade, Filmes mamográficos, Mamografia, Processamento, Simuladores de mama.

Abstract

The Program of Quality Control in mammography equipment establishes procedures for monitoring of equipment performance and processing conditions, aiming to optimize the whole process. The goal of the present study was to identify differences in detection of tiny structures (microcalcifications, fiber and tumoral mass) present in the simulated images obtained from two different phantoms under two sets of temperature and replenishment rates. Several images were taken using the phantoms 156-RMI and MAMA-CDM with the Mammograph Philips MD4000 using different levels of exposure for each one. Two techniques were adjusted: 24 and 28 kVp under automatic exposure control. The screen/film systems used were Kodak Min-R 2000/Min-R 2000 (K/K) and Fuji Mammo Fine/AD-M (F/F) under the following processing conditions: Set I - 33.4°C (developer); 32.6°C (fixer), 60 ml/film (developer), 55 ml/film (fixer); Set II - 34.8°C (developer); 35.0°C (fixer), 40 ml/film (developer), 30 ml/film (fixer). It is possible to conclude that the proposed changes were not capable to modify the sensitometric film responses and the quality of the simulated image. We also conclude that it is possible to reduce the costs by adjusting the replenishment rate and the processing temperature without loss of details of the mammographic image.

Keywords: Film, Mammography, Phantom, Processing, Quality control .

Extended Abstract

Introduction

The Program of Quality Control in mammography equipment has been responsible for the equipment performance and processing conditions in order to optimize the whole process. The main purpose of this program is to identify subtle structures with very similar attenuation properties. The quality of mammographic image is affected by technical variables, which include the processing conditions. The image quality results from the tradeoffs among the many components involved and the quality standard might be improved by the routine use of mammographic phantoms. Standardization of image quality helps to identify the processing influence on the contrast and resolution of tiny objects of different mammographic films. Variables as temperature, replenishment rate and chemical composition can strongly influence film sensitivity.

The purpose of the present work is to identify differences in the detection of tiny structures (microcalcification, fiber and tumoral mass) present in the simulated images obtained from two different phantoms under two sets of temperature and replenishment rates and in different exposure conditions.

Material and Methods

Images were taken using the Mammographic Accreditation Phantom model 156 (Gammex/RMI, Middleton), MAMA phantom (CDM, Rio de Janeiro) with the MD 4000 equipment (Philips, Amsterdam) using different exposure

levels for each one. Two techniques were adjusted: 24 and 28 kVp under automatic exposure control (AEC). The screen/film systems used were: Min-R 2000/Min-R 2000 (K/K) (Kodak Co, Rochester) and Mammo Fine/AD-M (F/F) (Fuji Co, Tokyo) in the following processing conditions: Set I - 33.4° C (developer); 32.6°C (fixer), 60 ml/film (developer), 55 ml/film (fixer).

Set II -34.8° C (developer); 35.0°C (fixer), 40 ml/film (developer), 30 ml / film (fixer).

The parameters that influenced the processing conditions were controlled through temperature, replenishment rate and pH stability measurements, in addition to the sensitometric curves that were obtained in the beginning and at the end of the film processing using sensitometer and densitometer models 384 and 380 (X-Rite, Michigan), respectively. The fixer retention was assessed using the Hypo Estimator Test model 18-231 (Victoreen, New York). The phantom images were analyzed by physicists responsible for the Quality Assurance Program based on the criteria suggested by the phantom manufacturers. The contrast was determined by using the MAMA-CDM phantom through the different gray levels on the image of five steps present inside the phantom according to the manufacturer's instructions. The results of image contrast generated with different exposure levels using both screen/film systems were analyzed by the Wilcoxon matched pairs test.

Results

The reference values of the Fuji Chemical were kept invariable during the processing cycle. Under Set I condition we obtained 1.105 g/cm³ and 1.082 g/cm³ for the fixer and developer, whereas under Set II condition we obtained 1.101 g/cm³ for the fixer and 1.072 g/cm³ for the developer, respectively. The sensitometric parameters were kept when the results of Set I and Set II were compared. The average gradients in the Set I were: 3.69 ± 0.271 (Fuji film) and 3.18 ± 0.351 (Kodak film). In Set II the average gradients were 3.69 ± 0.057 (Fuji film) and 3.25 ± 0.044 (Kodak film). Except for the system Fuji/Fuji in the AEC technique ($p < 0.05$), there were no significant differences among image contrasts when compared with the response of both screen/film systems (Kodak/Kodak and Fuji/Fuji) in the two processing conditions.

Conclusion

It was possible to conclude that the proposed changes were not capable to modify the sensitometric film responses and the standard quality of the simulated images. We also concluded that it is possible to reduce costs by adjusting the replenishment rate and the processing temperature without loss of details in the mammographic image.

Introdução

Assegurar a detectabilidade de estruturas suspeitas de malignidade, diminutas e com propriedades de atenuação muito próximas ao tecido fibroglandular normal, é uma das propostas do programa de garantia da qualidade da imagem mamográfica que também considera a otimização dos processos e custos envolvidos (Medeiros *et al.*, 1994; Hendrick *et al.* 1995). A introdução repentina de combinações variadas de telas/filmes no processo gerador de imagem pode ser responsável por mudanças sutis do padrão radiológico capazes de mascarar um achado clínico relevante.

A padronização da imagem facilita evidenciar a influência das condições de processamento sobre o contraste e resolução de pequenas estruturas tendo em vista as características dos sistemas mamográficos (Medeiros *et al.*, 1994; Hendrick *et al.*, 1995). Por meio de simuladores apropriados ao programa de garantia de qualidade pode-se assegurar que estruturas sutis de densidades muito próximas ao tecido mamário sejam detectadas para condições otimizadas de resolução e contraste da imagem (Faulkner *et al.*, 1994).

O tipo de filme, a composição do químico e as condições de processamento devem ser considerados como partes importantes do sistema gerador de imagens das quais dependem a qualidade final da mesma (Richards, 1999). Variáveis como temperatura, ciclo de processamento, composição dos químicos, taxa de reposição dos químicos, agitação, entre outros, influenciam no contraste e sensibilidade dos filmes (Batz *et al.*, 1993). Alguns estudos mostram diferenças na resposta sensitométrica de alguns tipos de filmes quando processados em químicos de diferentes composições (Haus, 1994). Estudos realizados com sistemas tela/filmes mamográficos de fabricação Fuji e Kodak demonstraram que a variação da composição do químico utilizado sob condições controladas de processamento não modificou a detectabilidade clínica das estruturas presentes em um simulador de mama (Medeiros *et al.*, 2000). Em rotinas onde a demanda diária de exames é pequena (<90 filmes/dia) é recomendado pelo fabricante a adição ao revelador de uma substância ("starter") capaz de ativar o químico e manter a estabilidade química desejada no tanque do revelador. A temperatura do revelador e a taxa de reposição dos químicos são definidas pelo ciclo de processamento e pela demanda de exames, conforme recomendações do fabricante, com o objetivo de alcançar características sensitométricas desejáveis para o tipo de filme selecionado. No caso dos filmes mamográficos (filmes de emulsão sim-

ples), onde é utilizado o ciclo estendido de processamento (~ 200 s), a temperatura não é muito diferente da usada no ciclo padrão, onde os filmes permanecem no revelador por um tempo menor. Quando o processamento de ciclo estendido é utilizado ou a temperatura é mais alta o contraste destes filmes é 11 % mais alto, assim como a sensibilidade, resultando em uma redução de dose em torno de 35 % (Haus, 1994; Skubic *et al.*, 1990). Algumas desvantagens como o aumento do ruído radiográfico e do véu de base e ainda instabilidade química podem afetar a qualidade da imagem quando temperaturas mais altas das que as recomendadas pelo fabricante são utilizadas (Haus, 1994).

Em resumo, a qualidade da imagem mamográfica pode ser afetada por pequenas variações de temperatura, assim como, pela atividade dos agentes químicos utilizados no processamento. A curva sensitométrica dos filmes fornece uma resposta de como estas variáveis químicas e físicas podem influenciar no produto final, embora não possam identificar as causas de eventuais perdas de qualidade (Haus, 1994). A qualidade da imagem é também fortemente dependente da resposta do sistema tela/filme às condições de exposição aos raios X responsáveis pelo contraste final da imagem.

Nosso estudo tem por objetivo determinar as possíveis diferenças na detectabilidade de estruturas (microcalcificações, fibras e massas tumorais), por meio de imagens simuladas, causadas pela mudança de temperatura e da taxa de reposição dos químicos. O estudo indica também como estas variáveis podem influenciar o contraste final das imagens geradas com diferentes níveis de exposição.

Meios e Métodos

Este estudo foi realizado em duas condições de processamento, utilizando a processadora automática M-35 da Kodak, exclusiva para os filmes mamográficos.

Condição I - temperatura do revelador / fixador: 33,4 °C / 32,6 °C; taxa de reposição: 60 ml / filme para o fixador e 55 ml / filme para o revelador;

Condição II - temperatura do revelador / fixador: 34,8 °C / 35,0 °C; taxa de reposição: 40 ml / filme para o fixador e 30 ml / filme para o revelador.

O mamógrafo MD (Philips, Amsterdam) foi previamente calibrado para a densidade óptica variando entre 1,4 e 1,8 para 28 kVp, no modo automático (AEC), utilizando um simulador acrílico de 4,5 cm, sob condições controladas de processamento, utili-

zando químico Fuji. Os sistemas tela/filme utilizados foram: Min-R 2000/Min-R 2000 (K/K) (Kodak, Rochester) e Mammo Fine/AD-M (F/F) (Fuji, Tóquio).

Através do método de comparação visual, utilizando fita universal de pH - MACHEREY-NAGEL, determinamos o pH do revelador e fixador, controlamos o peso específico dos químicos por meio de um densímetro modelo 7136 (INCOTERM, São Paulo), de precisão 0,002 e escala 1,000-1,200 g/cm³. A temperatura da processadora foi controlada por meio de um termômetro digital modelo 07-402 (Victoreen, Nova Iorque) e a taxa de reposição do revelador e fixador foram determinadas para um ciclo do processamento do filme 18 x 24 cm, utilizando-se uma proveta graduada.

Utilizando o sensitômetro modelo 384 e o densitômetro 380 (X-Rite, Michigan) foram obtidas as curvas sensitométricas para os filmes citados, no início e ao término do processamento. Verificamos a retenção do fixador no filme utilizando o "Hypo Estimator Test", 18-231 (Victoreen, Nova Iorque).

Foram efetuadas imagens utilizando dois simuladores normalmente empregados no programa de garantia de qualidade: RMI modelo 156 e MAMA-CDM (Figura 1), em sete níveis de exposição para as técnicas de alto contraste (ACO) com tensão de 24 kVp e automática (AEC), com tensão de 28 kVp. As imagens dos simuladores "Mammographic Accreditation Phantom modelo 156 (Gammex/RMI, Middleton) e "Phantom MAMA" (CDM-Centro de Diagnóstico Mamário-Sta Casa de Misericórdia, Rio de Janeiro) foram analisadas por um físico especialista responsável pelo programa de garantia de qualidade que identificou as estruturas (microcalcificações, fibras e massa tumoral) presentes nos simuladores utilizando um negatoscópio específico para mamografia. Os resultados foram comparados com base nos critérios de qualidade sugeridos pelos fabricantes dos simuladores. O contraste das imagens foi determinado utilizando o simulador MAMA-CDM, medindo as densidades ópticas nos cinco degraus internos ao mesmo os quais formam uma escala de tons de cinza e obtendo-se o valor numérico da inclinação da reta obtida da relação das densidades ópticas e os referidos degraus.

Foi utilizado o teste de Wilcoxon (Siegel, 1981) para comparação de duas amostras dependentes, aplicado a variáveis ordinais ou contínuas (diferença e ordenação por postos) para a verificação das diferenças no contraste das imagens geradas com os dois sistemas tela/filme nos diferentes níveis de exposição.

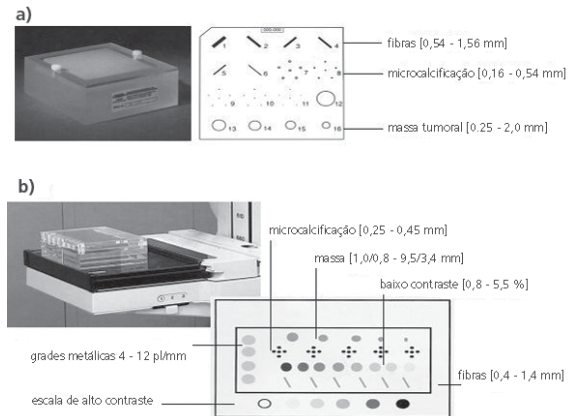


Figura 1. Características dos tamanhos e posições dos objetos existentes nos simuladores radiográficos de mama. a) modelo 156 Gammex/RMI b) MAMA-CDM.
Figure 1. A schematic view of the mammographic phantom given thr test object sizes and position numbers used for reference a) model 156 Gammex/RMI b) model MAMA-CDM.

Resultados

Os resultados, apresentados nas tabelas 1 e 2, mostram as dimensões das estruturas detectadas nas imagens simuladas sob condições de processamento 1 e 2. A tabela 3 apresenta os resultados dos parâmetros intrínsecos dos filmes Min-R 2000 (Kodak) e AD-M (Fuji) extraídos das curvas sensitométricas nas duas condições de processamento. Os valores representam a média e desvio padrão dos parâmetros sensitométricos originados da avaliação ao início e ao término do processamento das imagens.

A densidade de referência do químico Fuji para o fixador é de $1,106 \pm 0,05$ g/cm³ e para o revelador é de $1,077 \pm 0,05$ g/cm³. Os valores mantidos durante o estudo para a condição I foram: $1,105$ g/cm³ para o fixador e $1,082$ g/cm³ para o revelador e para a condição II foram: $1,101$ g/cm³ para o fixador e $1,072$ g/cm³ para o revelador. O pH de referência fornecido pelo fabricante é de $4,30 \pm 0,10$ para o fixador e $10,45 \pm 0,10$ para o revelador. Os valores obtidos para a condição I foram: 5 para o fixador e 11 para o revelador e na condição II foram: 5 para o fixador e 12 para o revelador. Estes valores se mantiveram constantes durante o processamento das imagens.

As Figuras 2 e 3 apresentam curvas relacionando contraste e densidade óptica das imagens obtidas com o simulador MAMA-CDM, utilizando os sistemas tela/filmes: Kodak (K/K) e Fuji (F/F), processadas com o

químico Fuji, nas condições 1 e 2, nos modos de exposição AEC (28 kVp) e ACO (24 kVp).

Os resultados não mostraram diferenças entre os contrastes nas imagens obtidas entre os sistemas Kodak/Kodak e Fuji/Fuji quando comparadas as duas condições de processamento, à exceção do siste-

ma Fuji/Fuji, na técnica de exposição automática ($p < 0,05\%$). Em cada condição de processamento os contrastes das imagens obtidas com 24 kVp (ACO) foram significativamente superiores quando comparados aos contrastes das imagens geradas com 28 kVp (AEC).

Tabela 1. Resultados obtidos na leitura das estruturas existentes nos simuladores na "Condição 1"

Table 1. Results from the internal structures detected inside the phantom at the "Set I"

Simulador RMI - 156

tela/filme	D.O.	M (mm)	F (mm)	MT (mm)
K/K (ACO)	1,15[-]2,09	0,32	0,75	0,75
K/K (AEC)	1,28[-]2,30	0,32	0,75	0,75
F/F (ACO)	1,01[-]2,10	0,24	0,54	0,54[-]0,75
F/F (AEC)	1,29[-]2,22	0,24[-]0,32	0,54	0,75

Simulador MAMA-CDM

tela/filme	D.O.	M (mm)	F(mm)	MT (mm)
K/K (ACO)	1,05[-]1,89	0,25	0,60	4,0/2,0
K/K (AEC)	1,06[-]2,24	0,25	0,60	4,0/2,0
F/F (ACO)	0,98[-]1,92	0,25	0,40	4,0/2,0
F/F (AEC)	1,11[-]2,14	0,25	0,60	4,0/2,0

[-]: intervalo fechado; K/K: sistema tela/filme Kodak/Kodak; F/F: sistema tela/filme Fuji/Fuji; M: microcalcificação; F: fibra; MT: massa tumoral

Tabela 2. Resultados obtidos na leitura das estruturas existentes nos simuladores na "Condição 2"

Table 2. Results from the internal structures detected inside the phantom at the "Set II"

Simulador RMI - 156

tela/filme	D.O.	M (mm)	F (mm)	MT(mm)
K/K (ACO)	1,09[-]1,82	0,24[-]0,32	0,54[-] 0,75	0,75
K/K (AEC)	1,33[-]1,97	0,32	0,54[-] 0,75	0,75
F/F (ACO)	0,83[-]1,90	0,24	0,54[-] 0,75	0,75
F/F (AEC)	1,17[-]2,02	0,32	0,54[-] 0,75	0,75

Simulador MAMA-CDM

tela/filme	D.O .	M (mm)	F (mm)	MT(mm)
K/K (ACO)	1,09[-]2,04	0,25	0,60	4,0/2,0
K/K (AEC)	1,21[-]2,19	0,25	0,60	4,0/2,0
F/F (ACO)	0,77[-]1,89	0,25	0,60	4,0/2,0
F/F (AEC)	1,13[-]2,33	0,25	0,60	4,0/2,0

[-]: intervalo fechado; K/K: sistema tela/filme Kodak/Kodak; F/F: sistema tela/filme Fuji/Fuji; M: microcalcificação; F: fibra; MT: massa tumoral

Tabela 3: Resultado da sensitometria dos filmes Min-R 2000 de fabricação Kodak (K) e AD-M de fabricação Fuji (F) nas condições de processamento 1 e 2. **Table 3.** Sensitometric results from the Min-R 2000 Kodak film (K) and AD-M Fuji film (F) at the set I and set II processing conditions.

	Condição 1		Condição 2	
	F	K	F	K
Gradiente médio	3,69± 0,271	3,18± 0,351	3,69± 0,057	3,25± 0,044
Velocidade relativa	6,21± 0,299	6,69± 0,384	6,02± 0,007	6,87± 0,108
Base+vêu	0,17± 0,016	0,19± 0,02	0,17± 0	0,19± 0
Densidade máxima	3,97± 0,037	4,08± 0,161	3,89± 0,057	4,19± 0,104

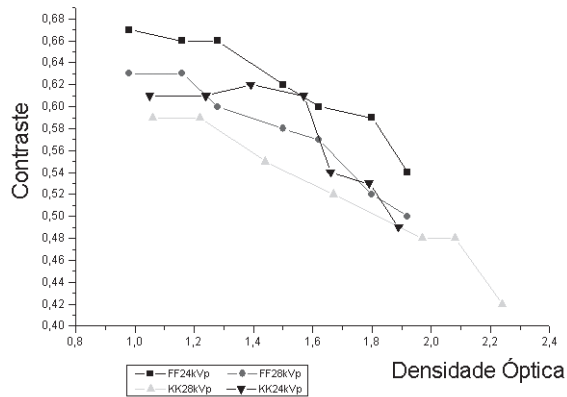


Figura 2. Resultados do contraste na condição I de processamento. **Figure 2.** Contrast results at the set I processing condition.

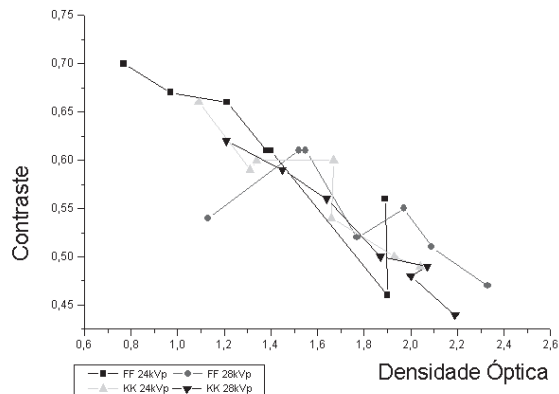


Figura 3. Resultados do contraste na condição II de processamento. **Figure 3.** Contrast results at the set II processing condition.

Discussão

A constância do desempenho da processadora é de grande importância e dever ser mantida para impedir a degradação da imagem. A curva característica do filme é uma fonte de informação sobre as condições de processamento e como estas afetam o contraste intrínseco do filme e o contraste final da imagem (Haus, 1994; Alves *et al.*, significativa do contraste do filme pode indicar condições de sub-processamento (atividade reduzida do revelador) e eventual perda de visibilidade de estruturas (Sprawls *et al.*, 1996). Os resultados mostraram que, apesar das mudanças introduzidas, a capacidade dos sistemas em registrar microcalcificações, massas tumorais e fibras foi mantida e os valores obtidos apresentaram-se dentro dos limiares de referência estabelecidos pelos fabricantes dos dois simuladores. No caso do simulador RMI: microcalcificação de 0,32 mm, fibra de 0,75 mm e massa tumoral de 0,75 mm.

Para o simulador MAMA-CDM: microcalcificação de 0,25 mm, fibra de 0,70 mm e massa tumoral de 4,0/2,0 mm.

Ao compararmos os valores de densidade óptica medidos nas condições 1 e 2 podemos verificar que, de forma geral, houve redução das densidades nas imagens obtidas na condição 1 (temperatura mais alta). Justificamos estes dados pelo aumento de atividade química provocada pela redução da taxa de reposição do revelador, uma vez que é esperado que o aumento de temperatura produza um aumento da densidade óptica dos filmes, mantidas as condições de exposição. Sabe-se que sistemas tela/filmes respondem com redução de contraste da imagem e menor sensibilidade à exposição quando a temperatura do revelador é mais baixa do que a indicada pelo fabricante (Haus, 1994). Por este motivo, a mudança somente da variável temperatura não foi avaliada, pois certamente implicaria na mudança do padrão da qualidade da imagem gerada pelo sistema evidenciada primariamente pela curva sensitométrica. Ao contrário do que se esperaria, apesar da elevação da temperatura na condição 2, os valores de contraste das imagens do sistema F/F na técnica de 28 kVp, foram inferiores ao da condição 1, o que sugere uma susceptibilidade as variações químicas e físicas que não foram suficientes para provocar mudança detectável no padrão de qualidade das imagens.

As condições de processamento foram controladas por meio dos resultados obtidos pelas curvas sensitométricas que não mostraram diferenças importantes quando comparadas entre si. Isto provavelmente ocorreu devido à redução da taxa de reposição compensada pela elevação da temperatura. Desde que a composição e a concentração do químico têm impacto sobre o contraste, sensibilidade e véu de base dos filmes, efetuamos controle sobre os parâmetros: peso específico, temperatura e pH, para detecção de possíveis alterações da atividade do químico e concentração. Estas medições foram complementares a sensitometria, uma vez que não apresentam especificidade para determinar, por exemplo, quais componentes podem ter perdido atividade ou estão ausentes na solução do revelador. Por outro lado a manutenção da resposta sensitométrica dos filmes dentro de níveis de tolerância estabelecidos pelo protocolo de Controle de Qualidade do Colégio Americano de Radiologia (ACR), garante que não houveram variações significativas nas condições de processamento das imagens, o que reflete uma adequada taxa de reposição dos químicos (Haus, 1994).

Modificações da temperatura e taxa de reposição dos químicos devem ser avaliadas com cuidado e de acordo com a demanda de exames, de preferência com o apoio técnico do fabricante dos filmes. Variações de temperatura superiores a $\pm 0,3$ °C não são aceitáveis pelo protocolo de controle de qualidade (ACR) na prática diária. Na mamografia pode haver variações na estabilidade química para a taxa de reposição selecionada, pois esta é definida pelo fabricante em função do tamanho dos filmes padronizados para a radiologia convencional.

Com base em outros estudos não é necessário que o químico e o conjunto tela/filme sejam de um mesmo fabricante desde que se efetue um controle da qualidade sobre o processamento dos filmes. Neste caso, as condições de referencia requeridas pelos fabricantes devem ser ajustadas para a garantia de qualidade das imagens e otimização do processo.

Conclusões

Conclui-se que a mudança das condições de processamento propostas não modificou as respostas sensitométricas dos filmes, assim como não produziu diferenças significantes no padrão de imagens simuladas obtidas com os sistemas tela/filme utilizados.

Pode-se concluir, ainda, que uma minimização de custo de aproximadamente 33 % pode ser obtida com a redução equivalente da taxa de reposição dos químicos compensada pelo aumento de 1,4°C na temperatura de processamento, sem perda da qualidade da imagem, para uma demanda de ~90 filmes mamográficos / dia.

Referências

- Alves, F.F.R., Medeiros, R.B., Souza, D.G. (1998), "Estudo das propriedades sensitométricas dos filmes radiológicos submetidos a diferentes condições de processamento", *Radiologia Brasileira*, v. 31, p. 293-303.
- Batz, T. A., Haus A .G. (1993), Mammography Processing Systems. In: *Film Processing in Medical Imaging*. Eds.: Arthur G. Haus. Madison, WI
- Committee Quality Assurance (1992) In: *Mammography. American College of Radiology. Radiologist's Manual*. Reston.
- Falkner, K.; Law, J. (1994). "A Comparison of Mammographic Phantoms". *British Journal of Radiology*. v. 67. n. 794. p. 174-180.
- Haus, A. G. (1994), Screen-Film Image Receptors and Film Processing. In: *Syllabus: A Categorical Course in Physics Technical Aspects of Breast Imaging*. Ed.: RSNA Publications. Phyllis B. Hood. Physics Categorical Course Syllabus Manager.
- Hendrick, R.E., Botsco, M., Plott, C. M. (1995), "Quality Control in Mammographic", *Radiologic Clinics of North America*, v. 33, n. 6, p. 1041-1057.

- Medeiros, R.B., Alves, F.F.R., Novo, N.F., Juliano, Y. (1994), "Resposta sensitométrica de diversos filmes radiológicos de diferentes fabricantes submetidos a variação de temperatura durante o processamento", *Radiologia Brasileira*, v. 27, p. 203-206.
- Medeiros, R.B., Alves, F.F.R., Elias, S., Kemp, C.; Figerman, F., Ferreira, A. H. (2000), How the Quality Control Program can Help the Clinical Detectability of Findings in Mammograms. In: *Proceedings of the 22nd Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering*, Chicago, 23-28 July.
- Richards, A. E. (1999). Kodak Min-R 2000 In: *Film System Mammography Optimization Guide* . Eastman Kodak Company.
- Siegel, J.(1981), *Estatística não paramétrica*. São Paulo: McGraw Hill do Brasil.
- Skubic, S.E., Yagan, R., Oravec, D., Shah, Z.(1990), "Value of Increasing Film Processing Time to Reduce Radiation Dose During Mammography". *American Journal Roentgenology*, v. 155, p. 1189-1193.
- Sprawls, P., Kitts, E. L.(1996), "Optimum Processing of Mammo-graphic Film", *Scientific Exhibit*, v. 16 n.(mar), p. 349-354.

