

Controle de qualidade de monitores de diagnóstico por imagem e iluminância nos espaços de pós-processamento em serviços de imagiologia*

Display quality control based on luminance measurements in post-processing units at imaging diagnosis centers

Márcia Pinto¹, Maria Pedro¹, António Santos², António Saraiva³

Resumo **Objetivo:** Avaliar a qualidade dos monitores de diagnóstico e tratamento de imagem digital em radiologia convencional (raios X) com base nos níveis de luminância. Fez-se a medição da iluminância dos postos de trabalho onde estavam os monitores. **Materiais e Métodos:** A medição da luminância foi realizada usando-se um detector Unfors Xi Light em cinco instituições, com 23 monitores primários e 22 secundários, sendo 6 usados em urgência, seguindo o método descrito no relatório TG18 da American Association of Physicists in Medicine (AAPM). O instrumento de medida utilizado foi o Delta Ohm HD 9221 luximeter. **Resultados:** Para as recomendações da AAPM, tanto monitores primários como secundários cumpriram, no geral, os níveis de tolerância. No caso dos níveis de iluminância, nos locais de trabalho dos monitores primários encontravam-se ligeiramente acima do intervalo recomendado. Quanto às recomendações do The Royal College of Radiologists (RCR), os monitores que respeitaram os níveis recomendados estavam em minoria, embora as diferenças não fossem significativas. **Conclusão:** Em geral, os resultados foram satisfatórios, embora os monitores não fossem adequados para atingir as recomendações exigentes do RCR. Os níveis de referência entre os monitores primários e secundários deveriam aproximar-se, de modo a garantir a qualidade de imagem. Os monitores para visualização e diagnóstico de imagens médicas devem ser regularmente avaliados para manter um sistema com a qualidade exigida, dada a função que desempenham.

Unitermos: Controle da qualidade; Luminância; Iluminância.

Abstract **Objective:** To evaluate the quality of primary and secondary displays of conventional radiography systems based on luminance measurements. The level of ambient lighting within the rooms was also measured. **Materials and Methods:** Luminance measurements were performed with an Unfors Xi Light Detector in 23 primary and 22 secondary displays (six of them utilized in emergency departments) at five different institutions, and according to the method described on the American Association of Physicists in Medicine (AAPM) TG18 report. The level of ambient lighting was measured with Delta Ohm HD 9221 lux meter. **Results:** In general, both the primary and secondary the displays were compliant with the AAPM guidelines. As regards ambient lighting, the primary workstation rooms were slightly above the recommended levels. As far as The Royal College of Radiologists (RCR) recommendations are concerned, the number of compliant displays corresponded to a minority, with no significant difference, though. **Conclusion:** Although most of the displays could not meet the strict RCR guidelines, in general, the results were satisfactory. The level of agreement between primary and secondary displays should be as high as possible in order to guarantee the image quality. Considering the key role played by diagnostic imaging systems, medical imaging displays must be regularly evaluated to assure that the quality of the imaging system is maintained.

Keywords: Quality control; Luminance; Illuminance.

Pinto M, Pedro M, Santos A, Saraiva A. Controle de qualidade de monitores de diagnóstico por imagem e iluminância nos espaços de pós-processamento em serviços de imagiologia. *Radiol Bras.* 2012 Jan/Fev;45(1):29–34.

INTRODUÇÃO

O advento da era tecnológica, mais precisamente a chegada da radiologia digital, veio alterar os componentes de um serviço de imagiologia, desde a sala de exames até ao tratamento e diagnóstico.

A utilização de monitores para visualização de imagens médicas teve início nos anos 70. Primariamente, os monitores estavam associados à imagem de tomografia computadorizada, e posteriormente, também a ecografia, radiologia digital e ressonância magnética. O surgimento do *picture archiving and communication systems* (PACS) tornou-se uma realidade apenas

* Trabalho realizado na Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Coimbra (ESTeSC), Coimbra, Portugal.

1. Licenciadas, Técnicas Radiologistas da Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Coimbra (ESTeSC), Coimbra, Portugal.

2. Doutor, Professor da Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Coimbra (ESTeSC), Coimbra, Portugal.

3. Mestre, Professor de Radiologia da Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Coimbra (ESTeSC), Coimbra, Portugal.

Endereço para correspondência: Dr. António Saraiva. Departamento de Radiologia – Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Coimbra (ESTeSC). Rua 5 Outubro, Apartado 7006. 3046-854 Coimbra, Portugal. E-mail: asaraiva@estescoimbra.pt

Recebido para publicação em 8/7/2011. Aceito, após revisão, em 11/1/2012.

quando computadores e redes se tornaram rápidas para a transferência e armazenamento em tempo útil. Acompanhando este desenvolvimento, também os monitores tiveram de se adaptar à visualização de imagens radiológicas. Os antigos tubos de raios catódicos (CRTs) em cores apresentavam defeitos relacionados com a luminância, resolução de contraste e distorções geométricas, pelo que foram desenvolvidos CRTs monocromáticos de alta qualidade, com fósforos especiais que produziam altos níveis de luminância⁽¹⁾. Com estas alterações conseguiu-se atingir a qualidade e resolução equivalente à de uma película radiológica. Em meados dos anos 90 surgiram os monitores de cristal líquido (LCDs), que também se adaptaram para o mercado da imagem médica, com alta luminância e alta resolução⁽¹⁾. Com o tempo, LCDs foram preferidos aos CRTs, pois apresentam maior duração e luminância, menor peso e temperatura, entre outros. De modo a se equipararem aos negatoscópios no que toca à visualização de múltiplas imagens, têm sido utilizadas estações de trabalho com dois e quatro monitores conjuntos⁽¹⁾.

Apesar dos investimentos para equipamento de um serviço de radiologia digital, o controle da qualidade é subvalorizado nos serviços. Esta investigação teve como objetivo avaliar monitores de diagnóstico e monitores de visualização/tratamento através da medição de parâmetros como a luminância e iluminância, comparando-os então com valores recomendados por associações de reconhecido valor internacional.

Estes parâmetros, entre outros, são de grande importância, uma vez que apresentando-se desadequados podem ter consequências na qualidade de imagem para diagnóstico.

O Report 03 da American Association of Physicists in Medicine (AAPM) é um documento completo sobre sistemas de visualização e o seu controle da qualidade. Este descreve os diferentes tipos de monitores usados para a visualização de imagens médicas e enumera, ainda, os diferentes testes padrão para a sua avaliação⁽²⁾.

Para a consistência e qualidade de imagens radiológicas em monitor, este deve obedecer a certos requisitos técnicos, como estar calibrado segundo a DICOM *greyscale standard display function* (GSDF) e

apresentar valores mínimos para determinados parâmetros fotométricos⁽³⁾.

As imagens radiológicas apresentam variados níveis de cinza, nem sempre perceptíveis pelo olho humano. Para isso há um padrão DICOM GSDF, que assegura que o profissional possa observar que um valor de pixel de 200 apresenta o dobro do brilho de um valor de pixel de 100. Para isto, os monitores são calibrados para que a diferença entre cada nível e o próximo seja de pelo menos 1 JND (*just noticeable difference*). A luminância destas escalas de cinza é determinada pelo LUT (*look up table*), encontrado ou no computador ou no próprio monitor⁽⁴⁾. Contudo, a DICOM GSDF contribui para a correta percepção da imagem, mas não tem valor significativo em outros aspectos importantes da qualidade da imagem no monitor, como a iluminância, a luminância e a razão de luminância⁽⁴⁾.

A luminância é a quantidade visível de luz emitida ou refletida por segundo por unidade de área, por unidade de ângulo sólido numa superfície⁽²⁾. É o brilho ou luz projetada pelo *écran* do monitor, medido em unidades de candelas por metro quadrado (cd/m^2) ou nit. A iluminância, ou luz ambiente, é o fluxo luminoso incidente de forma perpendicular a uma superfície, por unidade de área (m^2), sendo a sua unidade lúmens por metro quadrado (lm/m^2) ou lux.

Segundo o Report 03 da AAPM, existem dois tipos de monitores médicos. Os monitores primários são todos aqueles usados para interpretação de imagens médicas, por exemplo, pelos médicos da especialidade de radiologia. Definem-se como monitores secundários os que são utilizados para visualização de imagens médicas, por exemplo, por técnicos de radiologia ou outros profissionais de saúde. Os monitores secundários da nossa amostra estão associados, tipicamente, às estações de trabalho que servem de suporte ao tratamento e/ou impressão de imagem. Como a *performance* dos monitores de tratamento tem impacto direto na imagem apresentada em outros monitores, a sua *performance* deve manter um determinado nível mínimo aceitável. Idealmente, estes níveis deveriam ir ao encontro dos níveis de luminância dos monitores primários⁽⁵⁾.

Normalmente, o valor recomendado de luminância máxima (L_{max}) pelo fabricante

equivale ao valor mais alto possível que não interfere com outros parâmetros de *performance*, como a resolução ou tempo de vida. Quando as recomendações do fabricante para este parâmetro não estiverem disponíveis, devem seguir-se as recomendações internacionalmente estabelecidas⁽⁶⁾.

A AAPM e o The Royal College of Radiologists (RCR) elaboraram documentos que indicam valores de L_{max} , razão de luminância, iluminância e dimensões para monitores primários e/ou secundários.

O Report 03 da AAPM recomenda, para os monitores primários, valores de 2 a 10 lux para a iluminância, $L_{\text{max}} \geq 170 \text{ cd}/\text{m}^2$ e razão de luminância $\geq 250 \text{ cd}/\text{m}^2$. Para os monitores secundários, os valores são de 50 a 180 lux para a iluminância, $L_{\text{max}} \geq 100 \text{ cd}/\text{m}^2$ e razão de luminância $\geq 100 \text{ cd}/\text{m}^2$.

Os níveis de referência recomendados para monitores primários no guia do RCR são de 15 lux para a iluminância, $L_{\text{max}} \geq 500 \text{ cd}/\text{m}^2$, razão de luminância $\geq 500:1 \text{ cd}/\text{m}^2$ e dimensão do monitor ≥ 20 polegadas.

Na literatura é ainda indicado que no caso das estações de trabalho com múltiplos monitores, a diferença de L_{max} entre estes não deve diferir mais do que 10%⁽⁶⁾.

MATERIAIS E MÉTODOS

A investigação foi realizada em 23 monitores primários e em 22 monitores secundários em cinco instituições de saúde da zona centro de Portugal, seguindo as recomendações descritas no Report 03 da AAPM⁽⁵⁾. Este estudo se cingiu à avaliação de monitores destinados a visualização/tratamento e diagnóstico de imagens de radiologia convencional.

Procedeu-se à recolha de dados com o auxílio de um medidor de luminância Unfors Xi, calibrado de acordo com o National Institute of Standards and Technology (NIST), com erro de calibração $< 2\%$. Este medidor possui um tubo óptico e um anel bloqueador de luz encaixáveis na zona do sensor de luz, pelo que as medições foram feitas por contato direto do anel bloqueador com a superfície do *écran*, sem necessidade de condições de câmara escura durante a aquisição. Com este equipamento é possível medir valores de luminância que variem entre 0,05 e 50.000 cd/m^2 , com resolução de 0,01 cd/m^2 .

O Report 03 da AAPM fornece variados protocolos e testes para avaliar parâmetros como contraste, reflexão, ruído, resolução, luminância, entre outros. Para os parâmetros que se pretendiam testar, L_{max} e razão de luminância, o teste TG18-LN era o indicado, estando disponível *online*⁽⁷⁾.

O teste padrão TG18-LN (Figura 1), do qual foi usada a versão 12 bits no formato DICOM, é constituído por um conjunto de 18 imagens com diferentes níveis de luminância. Cada imagem consiste numa região central de teste com determinado valor de pixel, que ocupa cerca de 10% da área total, sendo que a área restante da imagem tem um fundo uniforme com luminância igual a 20% da luminância máxima⁽⁵⁾. Seguindo o protocolo descrito no referido Report, foi efetuada uma medição em cada uma das 18 imagens (Figura 2), sendo que ao longo destas a região central varia o valor de pixel desde 0 a 4.080⁽⁵⁾.

No caso dos monitores secundários, como permitiam regulação manual do brilho do *écran*, foram feitas pelo menos duas medições por conjunto de 18 imagens, correspondendo a brilho máximo, brilho mínimo ou brilho encontrado (uma vez que em alguns casos o brilho encontrado era igual ao brilho máximo ou brilho mínimo). Dos monitores primários, apenas seis deles permitiam fazer este ajuste manual, já que os restantes possuíam controlos internos de autorregulação de brilho.

Para as medições de iluminância foi usado um luxímetro Delta Ohm HD 9221. Este instrumento de medida, calibrado de acordo com o NIST, apresenta mudança de escala automática e permite medir valores

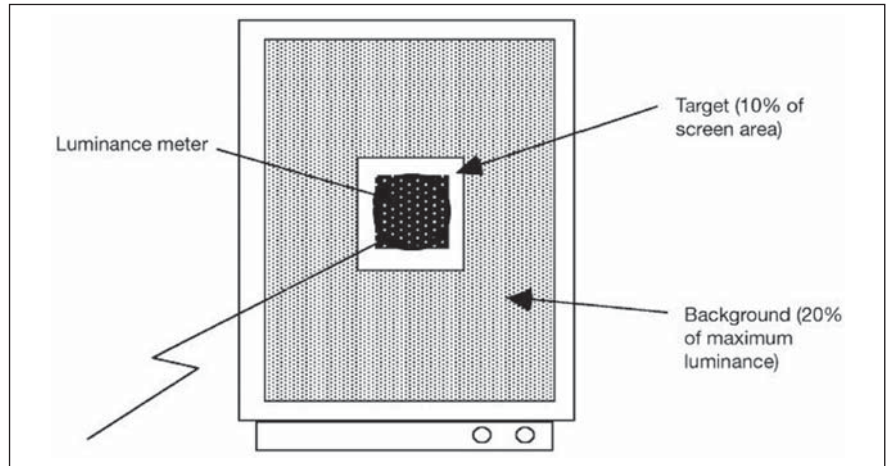


Figura 2. Esquema de medição da luminância com o teste padrão TG18-LN. Fonte: American Association of Physicists in Medicine⁽⁷⁾.

entre 0 e 200.000 lux. Apresenta resolução de 0,1 para medições inferiores a 200 lux, e resolução de 1 para medições superiores a 200 lux. A sua estabilidade é de 0,15% e desvio-padrão de $0 \pm 0,06\%/^{\circ}C$.

Foi criada uma estrutura de registo que permitisse guardar os seguintes dados:

- a data da realização das medidas;
- a instituição a que pertence o monitor;
- o número de série do monitor;
- o modelo e a marca do monitor;
- a data de fabricação;
- o nível de iluminância medida;
- a classificação do monitor segundo o Report 03 da AAPM;
- o brilho encontrado no caso de monitores secundários.

O registo das medições de luminância efetuadas foi feito para o programa Unfors Xi View por transferência direta dos dados via porta USB.

Na recolha de dados foi usado um método consistente e sistemático com alguns passos pré-definidos, sendo eles: assegurar o tempo mínimo de 30 minutos do monitor a avaliar; proceder à limpeza da superfície do monitor; ver a janela de brilho e registrar o brilho encontrado nos monitores em que é possível; montar o equipamento de medição e o estabilizar na área desejada para o teste através de um tripé; fazer medição em *stand by*.

Desde a primeira medição até à última foi evitada a movimentação do medidor, tendo sido feitas todas as medições no mesmo local, e todas as alterações, como o brilho, foram repostas, não se tendo efetuado qualquer alteração.

A duração de cada aquisição demorou, em média, de 20 a 30 minutos. As medições foram majoritariamente realizadas fora do horário de trabalho dos serviços.



Figura 1. Exemplos de imagens do padrão TG18-LN. Estas são as imagens designadas por TG18-LN12-01 (A), TG18-LN12-08 (B) e TG18-LN12-18 (C). Fonte: American Association of Physicists in Medicine⁽⁷⁾.

Os parâmetros que foram tidos em conta nesta investigação foram:

- *Razão de luminância*: os níveis de luminância máxima, mínima e de luz ambiente correspondem, respectivamente, a 100% branco, 100% preto e à luz ambiente refletida pelo monitor quando da exibição em *stand by*. Estes níveis foram medidos utilizando o medidor de luminância. A razão de luminância do monitor foi então calculada através da seguinte expressão:

$$L'_{\max} + L_{\text{amb}} / L'_{\min} + L_{\text{amb}}$$

considerando-se a luz ambiente, neste caso, insignificante⁽⁵⁾.

- *Luminância máxima*: medição correspondente à imagem 18 do teste TG18-LN (100% branco)⁽⁵⁾.

- *Iluminância*: medição realizada através de luxímetro, em posição horizontal, a 15 cm do monitor quando este se encontra em *stand by*.

Métodos de inferência estatística aplicada

Relativamente ao tratamento dos dados, utilizou-se um programa especializado de estatística, o SPSS versão 16, recorrendo-se ao teste χ^2 aderência e ao teste *t* de Student para uma amostra, e ao teste correlação rho (ρ_s) Spearman, ao teste correlação R de Pearson, ao teste χ^2 independência e ao teste *t* de Student para amostras independentes.

Para a análise de relações, usaram-se como valores de referência: quando a significância > 0,05 não existe relação; quando a significância ≤ 0,05 existe relação.

Relativamente às correlações, os valores da força da relação são: R < 0,2: correlação muito fraca e sem significância; R [0,2–0,39]: correlação fraca; R [0,4–0,69]: correlação moderada; R [0,7–0,89]: correlação forte; R [0,9–1]: correlação muito elevada. Estes valores mantêm-se para correlações negativas⁽⁸⁾.

RESULTADOS

Dos 23 monitores primários que existiam nos hospitais estudados, 6 apresentavam regulação manual do brilho. Os restantes 17 possuíam sistemas de autorregulação dos níveis de luminância, pelo que apenas foi obtida uma medição por imagem.

Nos monitores secundários, quando comparada a L_{\max} no brilho encontrado (Tabela 1) com o valor estipulado nas recomendações do Report 03 da AAPM, a variação não foi significativa ($\alpha > 0,05$), havendo diferença média de 23,30 cd/m^2 , em face do valor de critério de 100 cd/m^2 , com desvio-padrão de 58,48 cd/m^2 . Foram obtidas medições inferiores a 100 cd/m^2 em nove monitores.

Nos monitores secundários, os valores de L_{\max} com o brilho máximo se apresentaram significativamente ($\alpha = 0,001$) acima do valor teste de 100 cd/m^2 , com um desvio-padrão de 41,94 cd/m^2 (Tabela 1). A diferença média foi de 59,31 cd/m^2 . Apenas um monitor não atingiu o valor teste.

Quanto à L_{\max} no brilho encontrado, agora relativamente aos monitores primários, houve variação significativamente

superior dos valores encontrados ($\alpha = 0,001$) em relação ao valor mínimo de 170 cd/m^2 , sendo a diferença média na ordem de 208,33 cd/m^2 (Tabela 2). Quatro dos 22 monitores não cumpriam o valor mínimo. Quanto ao valor teste de 500 cd/m^2 , os valores foram significativamente inferiores ($\alpha = 0,001$), e neste caso com uma diferença média na ordem de 121,66 cd/m^2 , com 19 monitores a não cumprir o valor teste mínimo. A média global da L_{\max} no brilho encontrado nos 23 monitores foi de 378,33 cd/m^2 , com um desvio-padrão de 142,96 cd/m^2 (Tabela 2).

Relativamente aos monitores primários com regulação manual do brilho, L_{\max} com o brilho máximo em face do valor teste mínimo de 170 cd/m^2 , a média global da luminância nos seis monitores foi inferior, sem que a diferença tivesse sido significa-

Tabela 1 Resumo dos resultados obtidos nos monitores secundários, com indicação do número de monitores que cumpriu o respectivo nível de referência ou intervalo recomendado, de um total de 22.

Parâmetros	Recomendações	Média (cd/m^2)	Monitores secundários
L_{\max} brilho encontrado	AAPM	123,30	13
L_{\max} brilho máximo	AAPM	159,31	21
Razão de luminância brilho encontrado	AAPM	451	22
Razão de luminância brilho máximo	AAPM	444,79	22
Iluminância	AAPM	—	3 (restantes abaixo do intervalo)
Dimensão	RCR	—	5

AAPM, American Association of Physicists in Medicine; RCR, The Royal College of Radiologists.

Tabela 2 Resumo dos resultados obtidos nos monitores primários, com indicação do número de monitores que cumpriu o respectivo nível de referência ou intervalo recomendado, de um total de 23.

Parâmetros	Recomendações	Média (cd/m^2)	Monitores primários	
			Autorreguláveis	Manualmente reguláveis
L_{\max} brilho encontrado	AAPM	378,33	17	0
	RCR		4	0
L_{\max} brilho máximo	AAPM	166,68	—	2
	RCR		—	0
Razão de luminância brilho encontrado	AAPM	533,97	17	6
	RCR		9	0
Razão de luminância brilho máximo	AAPM	455,74	—	6
	RCR		—	0
Iluminância	AAPM	—	2	—
	RCR		9	—
Dimensão	RCR	—	16	—
Variação de luminância	AAPM	—	Sete estações de trabalho	

AAPM, American Association of Physicists in Medicine; RCR, The Royal College of Radiologists.

tiva ($\alpha > 0,05$), e quatro deles não atingiram o valor teste. A diferença média foi de 3,31 cd/m^2 inferior ao valor teste. No caso do valor teste ser 500 cd/m^2 , os valores encontrados foram significativamente inferiores ($\alpha = 0,001$), sendo a diferença média igual a 333,31 cd/m^2 . Nenhum dos seis monitores esteve dentro do valor teste de 500 cd/m^2 . A média global foi de 166,68 cd/m^2 e o desvio-padrão, de 24,62 cd/m^2 (Tabela 3).

Na análise da razão de luminância dos monitores primários, os valores da razão de luminância do brilho encontrado foram significativamente mais altos do que o valor teste de 250 cd/m^2 , com uma diferença média de 283,97 cd/m^2 . Apenas um monitor não atingiu o valor teste. Para o valor teste de 500 cd/m^2 , não foi significativa a diferença dos resultados, sendo o valor da diferença média de 33,97 cd/m^2 . Apesar disto, 14 dos 23 monitores revelaram razão de luminância inferior a 500 cd/m^2 . O valor médio global foi de 533,97 cd/m^2 , com desvio-padrão de 185,57 cd/m^2 (Tabela 3).

Quanto à razão de luminância do brilho encontrado para os monitores secundários, o valor médio global de razão de luminância se revelou muito acima do valor referência de 100 cd/m^2 , com uma média global de 451 cd/m^2 . A diferença estimada foi em torno de 351 cd/m^2 , com desvio-padrão de 217,24 cd/m^2 . Os monitores secundários, em relação ao seu próprio critério ao nível razão de luminância, revelaram uma diferença média superior em comparação com a diferença média dos monitores primários ao seu respectivo valor referência.

Os níveis de iluminância medidos nos locais de trabalho de monitores primários

se revelaram majoritariamente fora do intervalo de 2 a 10 lux (74%), apesar de não ser significativo. Apenas cerca de 9% se encontraram dentro deste e ainda 17% se encontraram muito acima do recomendado, situando-se entre os 50 e 180 lux. Quando o valor referência é de 15 lux, a diferença não é significativa relativamente a este valor, embora cerca de 60% se encontrar acima deste.

Os níveis de iluminância medidos nos locais de trabalho de monitores secundários se encontraram todos no intervalo ou abaixo dos níveis máximos recomendados.

A análise do tamanho da diagonal em polegadas dos monitores primários e secundários mostrou que há associação entre o tipo de monitor e o seu tamanho. Tendo em conta que 70% dos monitores primários apresentaram dimensões recomendadas, cerca de 30% destes não apresentaram, o que revela ser uma porcentagem superior face à proporção de monitores secundários, onde também as dimensões não cumpriram a norma em 23% dos casos.

Ao se comparar o número de anos de vida de cada monitor com a sua L_{max} no brilho encontrado e brilho máximo, não se observou correlação estatisticamente significativa ($\alpha > 0,05$) da L_{max} em face do tempo de vida do aparelho. No entanto, se evidenciou que em 28 dos 45 monitores (com brilho regulável para o máximo) o melhor brilho encontrado se associou a melhor brilho máximo. Dos 28 monitores, 41% revelaram este padrão. Ao fazer distinção nesta comparação, entre monitores primários e secundários, a tendência para não associação dos anos de vida com a L_{max} se manteve.

Analisando a porcentagem de variação da L_{max} dos monitores primários associados à mesma estação de trabalho de diagnóstico, a maioria (57,1%) das estações de trabalho com monitores autorregulados tinha uma diferença de luminância $\leq 10\%$, enquanto todas as três estações trabalho com monitores reguláveis se encontraram dentro desta condição.

DISCUSSÃO

De modo geral, para os monitores primários estudados, os valores dos parâmetros estão dentro do recomendado. Embora não significativo, apenas o valor de tamanho dos monitores se encontrou baixo, assim como os valores de iluminância estavam acima dos valores ou intervalos mínimos.

É de salientar que os valores de L_{max} com brilho encontrado não satisfizeram os testes relativamente ao nível de referência de razão de luminância de 500 cd/m^2 (descrito no documento do RCR). Os valores obtidos se revelaram significativamente baixos, referindo ainda que, no caso dos monitores manualmente reguláveis, quando analisados separadamente, apresentavam maior discrepância do nível de referência. Por isto se poderia considerar que a qualidade dos monitores autorreguláveis seria superior, no entanto, os autores não põem de parte a hipótese do tamanho da amostra de monitores reguláveis ser insuficiente, assim como não será possível comparar marcas e modelos diferentes neste estudo em particular.

É de referir que, apesar de uma amostra pequena, os pares de monitores manualmente reguláveis que pertenciam à mesma estação de diagnóstico se encontravam com variação de L_{max} menor que 10% entre eles, ao contrário de alguns conjuntos de monitores autorreguláveis. Em três estações de trabalho se observaram monitores com diferença superior a 10% de L_{max} .

Para os valores padrão testados nos monitores secundários, como sejam a razão de luminância, a L_{max} e a iluminância, os resultados foram na sua maioria significativamente superiores, ou se encontravam majoritariamente dentro dos limites estipulados. Contudo, o brilho encontrado nos monitores das instituições se apresentou variável, em alguns monitores sendo tão

Tabela 3 Valores de L_{max} de monitores primários associados à mesma estação (para as estações $A_1/A_2, \dots, J_1/J_2$) de diagnóstico, com a respectiva porcentagem de variação entre eles.

Monitores	L_{max} brilho encontrado	Porcentagem de variação
A_1 / A_2	482,004 / 505,263	5%
B_1 / B_2	156,395 / 160,46	3%
C_1 / C_2	475,516 / 493,537	4%
D_1 / D_2	367,159 / 520,444	29%
E_1 / E_2	146,173 / 139,442	5%
F_1 / F_2	432,48 / 560,396	23%
$G_1 / G_2 / G_3 / G_4$	376,306 / 382,233 / 402,403 / 414,837	10%
H_1 / H_2	185,987 / 205,141	9%
I_1 / I_2	489,276 / 473,592	3%
J_1 / J_2	492,859 / 548,766	11%

baixo quanto 0% ou tão alto quanto 100%, o que não se considera correto para a visualização das imagens e tempo de vida dos próprios monitores.

Relativamente à análise da associação da L_{max} com os anos de vida do monitor (monitores primários e secundários), os resultados revelaram ausência de correlação. Uma vez que os monitores estudados são relativamente recentes (idade igual ou inferior a cinco anos), este fato poderá ter inviabilizado este tipo de dependência proposta.

Quanto à iluminância no local onde os monitores primários costumam ser usados, depende da sua intensidade de distribuição, da percepção eficaz e confortável do elemento que executa a tarefa visual⁽⁹⁾. Vários autores têm demonstrado que o efeito da iluminância em monitores causa degradação do limite de detecção de detalhes de baixo contraste⁽⁴⁾. A iluminância provoca artefatos de reflexão e perda de qualidade do *écran* do monitor⁽⁶⁾.

O efeito da L_{max} sobre a qualidade de imagem percebida e sua variação ao longo do tempo são fatores importantes quando se avalia o desempenho global do monitor. A razão de luminância está associada com a redução do número de JND, mais vulgarmente, com o número de pequenos incrementos de luminância na imagem⁽¹⁰⁾. Para que haja concordância da imagem nos monitores de tratamento e nos monitores de diagnóstico, o técnico de radiologia deve consultar frequentemente o médico radiologista para garantir que as imagens estão a ser enviadas com a qualidade correta⁽¹¹⁾.

CONCLUSÃO

Na compra e instalação de equipamentos de visualização de imagens médicas é necessário ter alguns fatores em conta. Ao

longo deste estudo constatou-se, tal como é referido na literatura consultada, que os monitores tipo LCD são uma boa opção para o tratamento e diagnóstico de imagem médica. Na sua instalação deve ser tido em conta condições de luz ambiente e ergonomia, assim como devem ser implementados protocolos de controle da qualidade dos mesmos.

Segundo o Report 03 da AAPM, os monitores de diagnóstico por imagem devem ter avaliações anuais por um perito na área da engenharia, e também avaliações mensais por um técnico de controle da qualidade para detectar anomalias e valores fora dos níveis normais. A periodicidade do controle da qualidade pode ser menor em sistemas que automaticamente avaliem e estabilizem a luminância mínima e máxima.

Os monitores de diagnóstico por imagem são o último elo na cadeia da imagiologia médica. Com a variabilidade de tecnologias e degradação física com o tempo de vida, estes monitores devem ser cuidadosamente avaliados de modo a demonstrar uma *performance* correta e estável com o decorrer do tempo. Os monitores usados para visualização e diagnóstico de imagens médicas devem por isso ser regularmente verificados para que se mantenha um sistema com a qualidade que é exigida, dada a função que desempenham.

Os monitores responderam satisfatoriamente à avaliação por nós efetuada, e defendemos que um adequado plano de controle da qualidade terá impacto significativo no serviço prestado pelo profissional de saúde. É de grande valor a concordância entre monitores de tratamento e diagnóstico, de modo que o técnico de radiologia que ajuste uma imagem radiológica para níveis apropriados para diagnóstico o faça efetivamente, havendo uma reprodu-

ção consistente de imagem entre os dois tipos de monitores.

As conclusões aqui apresentadas devem ser entendidas como o resultado de um estudo de caso, pelo que estas deverão ser validadas em estudos posteriores de forma a ser possível a sua generalização.

REFERÊNCIAS

1. Hirschorn DS. Image displays. In: Dreyer KJ, Hirschorn DS, Thrall JH, et al., editors. PACS – A guide to the digital revolution. 2nd ed. New York, NY: Springer; 2006. p. 347–62.
2. Aldrich JE, Rutledge JD. Assessment of PACS display systems. *J Digit Imaging*. 2005;18:287–95.
3. The Royal College of Radiologists. Picture archiving and communication systems (PACS) and quality assurance. [cited 2008 Apr 7]. Available from: http://www.rcr.ac.uk/docs/radiology/pdf/IT_guidance_QAApr08.pdf
4. Thompson DP, Koller CJ, Eatough JP. Practical assessment of the display performance of radiology workstations. *Br J Radiol*. 2007;80:256–60.
5. American Association of Physicists in Medicine. AAPM On-Line Report No. 03. Assessment of display performance for medical imaging systems. [cited 2009 Mar 2]. Available from: http://deckard.mc.duke.edu/~samei/tg18_files/tg18.pdf
6. Samei E, Badano A, Chakraborty D, et al. Assessment of display performance for medical imaging systems: executive summary of AAPM TG18 report. *Med Phys*. 2005;32:1205–25.
7. American Association of Physicists in Medicine (AAPM) Task Group 18. [cited 2009 Sep 14]. Available from: <http://www.duke.edu/~samei/tg18.html>
8. Pestana MH, Gageiro JN. Análise de dados para ciências sociais. A complementaridade do SPSS. 5ª ed. Lisboa, Portugal: Edições Silabo; 2008.
9. International Organization for Standardization. ISO 8995:2002. Lighting of indoor work places. 2nd ed. Vienna, Austria; 2002.
10. Fifadara DH, Averbukh A, Channin DS, et al. Effect of viewing angle on luminance and contrast for a five-million pixel monochrome display and a nine-million-pixel color liquid crystal display. *J Digit Imaging*. 2004;17:264–70.
11. Carter C, Vealé B. Quality control and quality management. In: Carter C, Vealé B, editors. Digital radiography and PACS. St. Louis, MO: Mosby/Elsevier; 2008. p. 196–207.