

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA  
HOSPITAL UNIVERSITÁRIO  
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA CLÍNICA**

**ANTONIO DE ARAÚJO PONTES  
LADIELSON ALVES DA SILVA**

**RADIOLOGIA: ASPECTO ECONÔMICO EM INSTITUIÇÃO PÚBLICA E  
PRIVADA**

---

**SÃO LUÍS - MA  
2010**

**ANTONIO DE ARAÚJO PONTES  
LADIELSON ALVES DA SILVA**

**RADIOLOGIA: ASPECTO ECONÔMICO EM INSTITUIÇÃO PÚBLICA E  
PRIVADA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Coordenação do Curso de Especialização em  
Engenharia Clínica da Universidade Federal do  
Maranhão, como requisito para obtenção do  
grau de especialista em Engenharia Clínica.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Msc. Nair Portela Silva  
Coutinho.

**SÃO LUÍS - MA  
2010**

Pontes, Antonio de Araújo.

Radiologia: aspecto econômico em instituição pública e privada.  
/ Antonio de Araújo Pontes, Ladielson Alves da Silva. ---- São Luís,  
2010.

22f.: il.

Orientadora: Nair Portela da Silva Coutinho.

Monografia (Especialização em Engenharia Clínica) –  
Universidade Federal do Maranhão, 2010.

1. Radiologia. 2. Imagem Digital. 3. Filmes Radiográficos. I. Silva,  
Ladielson Alves da. II. Título.

CDU: 628:615.849

**ANTONIO DE ARAÚJO PONTES**

**LADIELSON ALVES DA SILVA**

**RADIOLOGIA: ASPECTO ECONÔMICO EM INSTITUIÇÃO PÚBLICA E  
PRIVADA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Coordenação do Curso de Especialização em  
Engenharia Clínica da Universidade Federal do  
Maranhão, como requisito para obtenção do grau de  
especialista em Engenharia Clínica.

Aprovado em: \_\_\_ / \_\_\_ / \_\_\_

**BANCA EXAMINADORA**

---

**Prof<sup>ª</sup>. Msc. Nair Portela Silva Coutinho. (Orientadora)**  
**Mestre em Pedagogia Profissional**  
**Universidade Federal do Maranhão**

---

**Prof<sup>ª</sup>. Arlene de Jesus Mendes Caldas**  
**Doutora em Patologia Humana**  
**Universidade Federal do Maranhão**

---

**Prof<sup>ª</sup>. Rita da Graça Carvalho F. Correa**  
**Mestre em Ciências da Saúde**  
**Universidade Federal do Maranhão**

## **RADIOLOGIA: ASPECTO ECONÔMICO EM INSTITUIÇÃO PÚBLICA E PRIVADA**

*Antonio de Araújo Pontes<sup>1</sup>, Ladielson Alves da Silva<sup>1</sup> e Nair Portela Silva Coutinho<sup>2</sup>*

**Resumo:** A implantação de um sistema de digitalização de imagens radiográficas a partir de equipamentos convencionais poderá contribuir para mudanças de uma prática bastante comum nos hospitais brasileiros, a utilização de uma película de filme radiográfico e produtos químicos reveladores. Esta pesquisa descritiva exploratória tem por objetivos identificar e analisar os principais equipamentos da radiologia digital, além de estudar os aspectos econômico de instituição pública e privada, analisando-os, para implantação de um sistema de radiologia no formato digital. O estudo foi realizado no Serviço de Radiodiagnóstico do Hospital Universitário da Universidade Federal do Maranhão – HUUFMA e no Serviço de Radiologia do Hospital Empreendimento Médico Hospital do Maranhão Ltda. - UDI. A vantagem da imagem digital está na possibilidade do seu processamento, além de permitir o seu armazenamento e sua transmissão via sistemas computacionais. A utilização de um sistema digital é justificado pelo fato de que estes sistemas não utilizam os produtos químicos, nem sistema tela-filme para o processamento de imagens radiográficas. Hoje é mais economicamente viável a utilização do sistema convencional.

**Descritores:** Radiologia. Imagem Digital. Filmes radiográficos

**Abstract:** The implementation of a scanning system of radiographic images from conventional equipment can contribute to change in a fairly common practice in Brazilian hospitals, the use of a film radiographic film and chemicals revealing. This descriptive exploratory survey aims to identify and analyze the key equipment of digital radiology, in addition to studying the economic aspects of public and private institution, analyzing them for deployment of a system in digital radiology. The study was conducted in the Department of Radiology, University Hospital, Federal University of Maranhão - HUUFMA and the Department of Radiology, Hospital Doctor Hospital Enterprise Maranhão Ltda. - UDI. The advantage of digital imaging is the possibility of its processing, and enables the storage and transmission via computer systems. The use of a digital system is justified by the fact that these systems do not use chemicals or screen-film system for the processing of radiographic images. Today it is more economically feasible to use the conventional system.

**Keywords:** Radiology. Digital Image. Radiographic films.

1- *Alunos do curso de Especialização em Engenharia Clínica da Universidade Federal do Maranhão.*

2- *Mestre em Pedagogia Profissional e docente da Universidade Federal do Maranhão.*

## 1 INTRODUÇÃO

A radiologia convencional de diagnóstico foi a primeira técnica de diagnóstico por imagem e continua sendo ainda hoje uma das mais importantes. Suas principais aplicações são em traumatologia e ortopedia (obtenção de imagens do crânio e do sistema esquelético) e estudo dos órgãos respiratórios. Outras modalidades de raios-X são utilizadas em cardiologia (angiografia), urologia, dosimetria óssea (medida da densidade óssea), mielografia (imagens da medula óssea), neurorradiologia e angiorradiografia<sup>1</sup>.

O uso de modalidades de imagem que permitem a realização de cortes seccionais, tais como a tomografia computadorizada (TC), o ultrassom (US) e a ressonância magnética (RM), as quais, de modo geral, fornecem imagens em formato digital, e os exames de radiologia convencional continuam representando 70% dos exames realizados em um departamento de radiologia. Para esse tipo de procedimento existem, basicamente, duas formas de se fazer a aquisição digital de imagens. Uma, a utilização de sistemas convencionais tela/filme e a posterior digitalização da imagem por meio de um "scanner". A outra é a utilização de sistemas de radiografia computadorizada ("computed radiography" – CR), introduzidos em 1983 pela Companhia Fuji (Kanagawa, Japão), que oferece uma alternativa ao uso dos sistemas tela/filme e "scanner". Nesses sistemas as imagens digitais são diretamente produzidas em uma placa de imagem à base de fósforo ("imaging plate"), podendo, na sequência, ser visibilizadas em monitores ou convertidas para imagem analógica em filme por meio de uma processadora "laser".

Os sistemas CR são compatíveis com a maioria dos sistemas de raios-X fixos e portáteis, possuindo latitude de exposição bastante larga. Isso resulta em imagens com densidade adequada em uma faixa de níveis de exposição ampla, eliminando os problemas de sobre-exposição e de subexposição das imagens<sup>2</sup>.

Portanto, as formas de aquisição de uma imagem digital, a partir do sistema convencional, são duas:

- Scanner – quando se utiliza o sistema tele/filme e posterior digitalização por intermédio do escaneamento.

- Radiografia Computadorizada – CR (do inglês Computerized Radiology)  
- Neste processo utilizam-se os aparelhos de radiologia convencional (os mesmo utilizados para produzir filmes radiográficos), porém substituem-se os “chassis” com filmes radiológicos em seu interior por “chassis” com placas de fósforo.

A Radiografia Digital (DR) é uma expressão utilizada para descrever radiografia geral quando as imagens são no formato digital e são capazes de ser exibidos em monitor de computador.

A expressão Radiografia Digital – DR (do inglês Digital Radiology) define imagens adquiridas por aparelhos de raios-X que, ao invés de utilizar filmes radiográficos, possuem uma placa de circuitos sensíveis aos raios-X que gera uma imagem digital e a envia diretamente para o computador na forma de sinais elétricos.

Outro aspecto em destaque que envolve a tecnologia digital é quanto à informática em saúde, que permitiu grandes avanços nos diagnósticos médicos por meio da radiologia. Devido a modernos sistemas computacionais desenvolvidos em plataformas apropriadas de tratamento gráfico, tornaram-se possíveis varias aplicações. Também os mecanismos de comunicação, transferência de arquivos e armazenamentos de informações possibilitaram o trabalho em rede, onde equipamentos conectados entre si trocam informações do paciente, de exame, de protocolo, ou passaram a fazer armazenamento de imagens de documentação radiográfica<sup>3</sup>.

A expressão Tecnologia da Informação compreende toda a tecnologia concernente a coleta, armazenamento, processamento, uso, comunicação, transmissão e atualização de qualquer forma e tipo de informação, independentemente de suas técnicas de suporte<sup>4</sup>.

Sendo a internet uma das principais ferramentas tecnológicas da atualidade, hoje é quase impossível encontrar algum segmento da sociedade que não se

beneficie desse sistema tecnológico, seja para troca de informações ou para aperfeiçoamento do conhecimento. Essa nova tecnologia também possui um enorme potencial de aplicação na prestação de serviços médicos e, principalmente, em Imagenologia. No caso da telerradiologia (transmissão de imagens de exames via rede) é necessário preservar o sigilo médico das imagens transmitidas por meio de sistemas tecnológicos de segurança avançados. O consentimento prévio do paciente também, além de ser eticamente correto, é aconselhado, já que a elaboração do laudo será realizada por outro profissional e em outra localidade<sup>5</sup>.

Para que seja preservado o sigilo profissional quando se transmite imagem de exames via rede, é necessário seguir algumas regras éticas para garantir a privacidade quanto às informações dos pacientes. Para isso, a adoção de princípios éticos fundamentais são uma forma de garantia dessas interações sociais em meio dessas novas tecnologias. Portanto, os profissionais de Informática em Saúde agem nesse meio social e, conseqüentemente, suas ações também estão sujeitas a estes princípios, como forma de preservar a privacidade, transparência, segurança, acesso e controle sobre a coleta, armazenagem, acesso, uso, comunicação, manipulação e disposição de dados dos pacientes.

Assim, o profissional de saúde, mais especificamente o imaginologista, está passando a conviver com estes novos termos da Tecnologia da Informação, princípios éticos, além de conceitos sobre representação e manipulação digital do objeto radiológico. Nos equipamentos tradicionais o estudo da imagem é obtido devido a sensibilização de um filme comum por meio de raios-X, sendo que a manipulação destas imagens não é permitida. Na radiologia digital, o filme convencional é substituído por uma película especial, sensível aos raios-X, que é lida por equipamento moderno de computação, o que proporciona uma imagem de alta resolução, além de permitir sua armazenagem, processamento e transmissão via rede de comunicação.

A Figura 1 representa um sistema de digitalização computadorizada, caracterizada pelo processamento de imagem, fluxo de trabalho e entrada com sistema CR.



### Processamento da Imagem, Fluxo de trabalho e Output sistema CR e DR

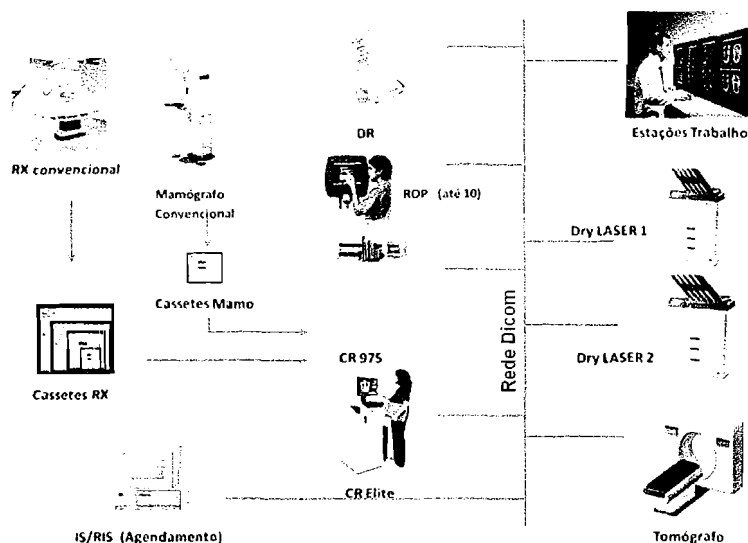


Fig. 1 - Esquema Genérico de Sistema de Aquisição e Digitalização Radiológica Computadorizada (Fonte: Carestream Health do Brasil – Kodak), 2009.

Neste esquema também é demonstrado um DR, que adquire as imagens digitais diretamente, ou seja, não precisa de filmes radiográficos nem chassi com placa de fósforo. Assim, as imagens são enviadas diretamente para os sistemas computacionais ou impressoras a laser.

A vantagem da imagem digital está na possibilidade do seu processamento, alterando-se, com técnicas simples de computação, o realce dos contornos, a suavização das imagens, magnificação, inversão de cores, além de permitir o armazenamento e transmissão de imagens. Assim, elimina o problema de filmes perdidos e, eventualmente, elimina também a necessidade de arquivos de filmes radiográficos. Também podemos citar como vantagem da imagem digital, a eliminação de produtos químicos (fixadores e reveladores) utilizados nas processadoras durante a aquisição de imagens em aparelhos convencionais.

Em um estudo sobre “Análise e Gerenciamento de Efluentes de Radiologia”, um modelo de gestão para serviços de radiodiagnóstico, com objetivo de prevenir e minimizar os riscos de ocorrência de danos ambientais causados pelo uso destes produtos químicos, os pesquisadores chegaram à conclusão de que os hospitais analisados em suas pesquisas não possuem uma gestão para o meio ambiente que

satisfaça à legislação brasileira vigente. Citam ainda que “A concentração de prata encontrada nas análises das amostras, em qualquer dos componentes do efluente, até mesmo no fixador após o processamento, é no mínimo de 0,5 g/l de solução, quando o Art. 21 da Resolução CONAMA nº 20 determina 0,1 g/l o limite para lançamento direto ou indireto no meio ambiente<sup>6</sup>.”

Considerando, portanto, o grau da problemática e a relevância de um sistema de radiologia digital para médicos, técnicos, administradores e usuários de Estabelecimentos de Assistência em Saúde - EAS, este trabalho é justificado, devido o setor de radiodiagnóstico do Hospital Universitário da Universidade Federal do Maranhão – HUUFMA possuir vários equipamentos radiológicos convencionais que utilizam produtos químicos no processamento de filmes radiográficos e, a eliminação desses produtos, por meio da implantação de um sistema radiológico digital, demonstraria grandes avanços quanto a responsabilidade e comprometimento, em relação aos aspectos ambiental e social. Portanto, o presente trabalho tem por objetivos estudar o aspecto econômico, de instituição pública e privada, para implantação de um sistema de radiologia no formato digital, bem como identificar e analisar os principais equipamentos da radiologia digital.

## **2 MÉTODOS**

Estudo descritivo exploratório realizado no Serviço de Radiodiagnóstico do Hospital Universitário da Universidade Federal do Maranhão - HUUFMA e no Serviço de Radiologia do Hospital Empreendimento Médico Hospital do Maranhão Ltda - UDI.

O HUUFMA é uma instituição pública 100% SUS e o seu setor de radiologia conta com uma infraestrutura que contempla 8 (oito) salas de radiologias, 3 (três) câmaras-escuras, duas salas de laudos, além de outros setores de apoio para realização de exames radiológicos.

Além da infraestrutura, conta ainda com um parque tecnológico compreendido por 7 (sete) aparelhos de RX convencional fixo, 3 (três) aparelhos de RX móvel, 3 (três) aparelhos de RX arco "C" com escopia, 1 (um) tomógrafo computadorizado, 1 (um) mamógrafo convencional, 3 (três) processadoras de filme/tela convencional e, 1 (uma) processadora tipo dry, além de 5 (cinco) aparelhos de ultrassonografia. Atualmente está sendo instalado o serviço de Ressonância Magnética.

A UDI é uma unidade geral da esfera administrativa privada. O serviço de radiologia da UDI é um setor com infraestrutura física bem dimensionado, com leiaute compatível e adequado aos equipamentos inerentes ao setor. Este setor conta com equipamentos de RX convencional, tomografia computadorizada, ultrassonografia e ressonância magnética, assim distribuídos: 1 (um) CR (DirectView Computed Radiography System – CR850, da Kodak), 1 (um) aparelho de tomografia, 4 (quatro) aparelhos de RX fixos convencionais, 1 (um) aparelho de RX portátil (arco cirúrgico), 1 (um) aparelho de RX portátil, 2 (dois) aparelhos de ressonância magnética, 1 (um) mamógrafo, 3 (três) aparelhos de ultrassonografia; 3 (três) processadoras a seco (DRY).

O serviço da radiologia da UDI possui ainda toda infraestrutura (equipamentos e software) necessária para gerar imagens radiológicas digitais. Para os equipamentos de RX convencional (que utilizam películas de RX e produtos químicos), conta com um aparelho CR (DirectView Computed Radiography System – CR850, da Kodak) que adquire e processa imagens radiológicas digitais a partir dos equipamentos convencionais.

As bases dos cálculos de viabilidade econômica foram contabilizadas, sobre os principais materiais de insumos necessários para realização de exames radiológicos convencionais versus custos dos insumos para realização de exames radiológicos digitais. Assim, este trabalho considerou apenas os custos com filmes (películas) utilizados no processamento de imagens convencionais e digitais, e os custos com produtos químicos (revelador e fixador) utilizados em radiologia convencional.

O cálculo do custo unitário para processamento de um filme convencional foi determinado dividindo o somatório dos custos dos insumos (películas mais químicos) gastos durante o período de 6 (seis) meses, dividido pelo número de películas reveladas nesse mesmo período. Para o cálculo do custo unitário para processamento de uma película digital, levou-se em consideração a média mensal dos custos com insumos (películas e toner da processadora Dry) dividida pela média mensal dos filmes processados.

As coletas dos dados foram feitas junto aos setores de almoxarifado e setores de radiologia dos hospitais acima citados, no período de outubro de 2009 a março de 2010. Essa pesquisa foi determinante para obter o custo para processamento de uma imagem radiológica tanto convencional quanto digital. Após a coleta de dados, as análises foram feitas por meios de planilhas eletrônicas do EXCEL (da Microsoft) para elaboração dos quadros de custos.

Pela relação técnica e legal da radiologia com as questões ética e ambiental foram correlacionados alguns aspectos fundamentais, levando-se em consideração os produtos químicos que são utilizados para revelação das películas de filmes radiográficos convencionais, devido estes possuírem impactos negativos diretos ao meio ambiente se não forem tratados antes de serem descartados ao sistema de esgotamento público. Com a implantação de um sistema radiológico digital, o impacto ambiental causado pelos produtos químicos deixará de existir, tendo em vista que o processo de revelação é feito por processadoras a seco, que não utilizam produtos químicos para o processamento de filmes radiológicos digitais.

Observou-se ainda a necessidade de uma abordagem sobre aspectos éticos pelo seu grau de importância e relevância dentro de um setor de radiodiagnóstico, ressaltando-se sobre normas e leis que regulamentam o uso da informática em saúde e nas tecnologias digitais em benefício dos usuários e pacientes.

Este trabalho foi submetido à análise da Comissão Científica do HUUFMA para apreciação de sua viabilidade técnico-científica, sendo aprovado para execução.

### **3 RESULTADOS**

O serviço de imagiologia do HUUFMA processa em média, 7.783 (sete mil setecentos e oitenta e três) exames de raios-X por mês, sendo que apenas 3.300 (média mensal) são aceitos como exames de qualidade para os diagnósticos dos pacientes. A razão entre os exames de qualidade pela média processada representa, portanto, uma perda de 57,6% dos filmes processados.

A UDI processa em média 2.645 (duas mil seiscentos e quarenta e cinco mil) radiografias por mês. Não sendo evidenciado o índice de perdas, tendo em vista que antes do processamento do filme, a imagem é visualizada no monitor do CR, sendo, portanto, reveladas somente as imagens de ótima qualidade.

Os quadros 1 e 2 representam os quantitativos e custos para processamentos dos filmes radiográficos. O quadro 1 contém os valores para processamento de filmes convencional, gasto no setor de radiologia do HUUFMA.

A planilha do quadro 1 está dividida em colunas e linhas. Na coluna 2 constam os insumos usados na radiologia convencional. As colunas 4 a 9 representam os meses das coletas de dados, com as respectivas quantidades de filmes processados. A 10, é o somatório das colunas de 4 a 9. A coluna 12 é o preço unitário de aquisição por unidade de cada item da coluna 2. A coluna 13 é o resultado da multiplicação da coluna 10 (quantidade filmes por semestre) pela 12 (valor unitário de cada insumo).

**Quadro 01:** Planilha de avaliação do custo para processamento de uma radiografia convencional.  
São Luis 2010

Planilha de Avaliação de Custo - HUUFMA												
Item	Descrição de Insumos Radiologia Convencional	Unidade	Quantidade Utilizada/processadas p/ mês								Custo Unitário (R\$)	Custo total / semestre (R\$)
			out/09	nov/09	dez/09	jan/10	fev/10	mar/10	Total de filmes / semestre	Média Mensal		
1	Filme radiológico 18 x 24	Und.	1.800	1.600	1.100	1.200	1.200	1.700	8.600	1.433	0,45	3.870,00
2	Filme radiológico 24 x 30	Und.	2.500	2.200	1.900	1.700	1.600	2.800	12.700	2.117	0,59	7.493,00
3	Filme radiológico 30 x 40	Und.	1.800	1.600	1.100	1.300	1.100	1.900	8.800	1.467	1,06	9.328,00
4	Filme radiológico 35 x 35	Und.	1.400	1.400	1.100	1.300	1.300	1.600	8.100	1.350	1,10	8.910,00
5	Filme radiológico 35 x 43	Und.	1.800	1.700	1.600	1.700	1.500	200	8.500	1.417	1,54	13.090,00
6	<b>Total de Filmes</b>		<b>49.387</b>	<b>48.618</b>	<b>46.948</b>	<b>47.379</b>	<b>46.910</b>	<b>48.438</b>	<b>287.680</b>	<b>47.947</b>		<b>42.691,00</b>
7	Fixador auto-mixer	litro	190	304	266	228	228	304	1520	253,33	1,83	<b>2.781,60</b>
8	Revelador auto-mixer	litro	228	380	152	304	228	342	1634	272,33	2,75	<b>4.493,50</b>
9	<b>Custo total Filmes + Químicos*</b>											<b>49.966,10</b>
10	<b>Média do Custo Unitário por revelação*</b>											<b>0,17</b>

Fonte: Setor de Radiologia do HUUFMA. \* Custo encontrado no período do desenvolvimento dessa pesquisa.

O valor de R\$ 49.966,10, representado na linha 09, coluna 13, é o resultado da soma das linhas 06, 07 e 08, dessa mesma coluna e, por fim tem-se o valor unitário por revelação de cada película processada, representada na linha 10, coluna 13, com um valor médio de R\$ 1,07 (um real e sete centavos).

O quadro 2 apresenta os quantitativos e custo fornecidos pelo setor de radiologia digital da UDI. Este quadro está dividido em 11 linhas e 6 colunas, onde a coluna 2 apresenta os insumos utilizados na radiologia digital. A coluna 3 apresenta a unidade, a 4, o custo unitário. A coluna 5 apresenta a quantidade de insumos utilizadas por mês e a coluna 6 o resultado da multiplicação da coluna 4 pela 5.

O valor de R\$ 8.465 descrito na linha 8, coluna 6, é o somatório das linhas de 1 a 7, dessa mesma coluna. E por último tem-se o valor de R\$ 3,20 apresentado na linha 9 coluna 6, que representa o valor do custo unitário para processamento de um filme, valor este encontrado pela divisão do custo total dos insumos descrito na linha 8, coluna 6, por 2.645, que é média de filmes processados no período.

**Quadro 02:** Planilha de avaliação do custo para processamento de uma radiografia digital. São Luis 2010.

Planilha de Avaliação de Custo - UDI					
Item	Descrição de Insumos Digitais	Unidade	Custo R\$ unitário	Quantidade média / mês	Custo / mês (média) R\$
1	Filme Laser DVB 28X35 (11 x 14) 125 Folhas	Cx	390	11,00	4.290,00
2	Filme Laser DVB 35X43" 125 Folhas	Cx	540	3,00	1.620,00
3	Filme Laser DVB 8X10" 125 Folhas	Cx	185	3,00	555,00
4	Toner xerox Docucolor black 240/250	und.	500	2,00	1.000,00
5	Toner xerox Docucolor Cyan 240/250	und.	500	1,00	500,00
6	Toner xerox Docucolor Magenta 240/250	und.	500	0,50	250,00
7	Toner xerox Docucolor Yellow 240/250	und.	500	0,50	250,00
8	<b>Custo Total Mensal (R\$)*</b>				<b>8.465,00</b>
9	<b>Custo Unitário (R\$) - Média de 2.645 exames**</b>				<b>3,20</b>
					<b>Média Mensal***</b>
10	Quantidade de Exames realizados nos últimos três meses do ano de 2009			7.498,00	2.499,33
11	Quantidade de Exames realizados nos três primeiros meses do ano de 2010			8.370,00	2.790,00

Fonte: Setor de Radiologia do UDI.

\* Custo encontrado no período do desenvolvimento dessa pesquisa.

\*\*Quantidade média do somatório das linhas 10 e 11 da coluna 6, dividido por dois.

\*\*\*Média de todos os processamentos, ou seja, estão incluídas as impressões dos filmes de ultrassonografia, tomografias e exames de Ressonância Magnética. 2010

#### 4 DISCUSSÃO

Quando se relacionam os custos unitários do quadro 1 com o 2, encontramos a razão de 66,56% maior para processamento digital, em comparação com os insumos utilizados na radiologia convencional, demonstrando, portanto, que hoje é mais vantajoso economicamente o processamento de radiografias convencional. Mas, quando se observam as perdas com reproprocessamento (57,6%) na radiologia convencional é de se esperar que o valor com revelação digital tende a cair, além de diminuir o impacto ambiental, com a eliminação dos produtos químicos.

Sendo o serviço de diagnóstico por imagem uma das mais importantes ferramentas de diagnóstico na área da medicina, é também um exemplo típico de não-conformidade com as normas e leis ambientais e de segurança em vigência no Brasil, que incluem os impactos ambientais causados pela geração de emissões e efluentes (soluções de fixador, de revelador e água de lavagem dos filmes radiográficos) contendo substâncias tóxicas e da geração de resíduos sólidos (os

radiográficos) contendo substâncias tóxicas e da geração de resíduos sólidos (os filmes radiográficos) constituídos de material plástico impregnado com metal pesado (prata)<sup>6</sup>. Assim, a implantação de um sistema digital minimiza o impacto ambiental, tendo vista a não utilização dos produtos químicos causadores de efluentes lançados nos esgotos públicos.

Em 1998 foi editada a Portaria MS/SVS n.º 453, que “aprova o Regulamento Técnico que estabelece as diretrizes básicas de proteção radiológica em radiodiagnósticos médico e odontológico. Esta portaria dispõe sobre o uso de raios-X diagnósticos em todo o território nacional e dá outras providências”, visando à defesa da saúde dos pacientes, dos profissionais envolvidos e do público em geral<sup>7</sup>.

Além desta portaria, surgiram outras normas e leis como instrumentos, que sujeita ao infrator a penalidades pela sua inobservância “constitui infração de natureza sanitária nos termos da Lei 6.437, de 20 de agosto de 1977, ou outro instrumento legal que venha a substituí-la, sujeitando o infrator ao processo e penalidades previstas, sem prejuízo das responsabilidades civil e penal cabíveis”, assim como da responsabilidade ética, conforme Resolução MS/CNS n.º 196/1996<sup>8</sup>.

Segundo a International Medical Informatics Association (IMIA), todas as interações sociais estão sujeitas aos princípios éticos fundamentais. Os profissionais de Informática em Saúde agem em um meio social e, conseqüentemente, suas ações também estão sujeitas a estes princípios, tendo em vista que grande parte das informações dos pacientes está sob sua responsabilidade<sup>9</sup>. Assim, estes princípios servem para orientar e direcionar os profissionais da saúde quanto a manipulação de informações em meio digital, na forma que se segue:

**a) Princípio da Informação – Privacidade e Destinação**

Todas as pessoas têm direito fundamental à privacidade e, por extensão, ao controle sobre a coleta, armazenagem, acesso, uso, comunicação, manipulação, processamento e destinação de dados sobre si mesmas.

**b) Princípio da Transparência**



A coleta, armazenagem, acesso, uso, comunicação, manipulação, processamento e disposição de dados pessoais devem ser comunicados de forma apropriada e num tempo razoavelmente curto à pessoa a quem se referem esses dados.

**c) *Princípio da Segurança***

Dados que tenham sido legitimamente coletados a respeito de uma pessoa devem ser protegidos, por todos os meios razoáveis e apropriados, contra perda, degradação, destruição, acesso, uso, manipulação, modificação ou comunicação indevidos ou não autorizados.

**d) *Princípio do Acesso***

O indivíduo ao qual se refere um registro eletrônico ou não de dados tem o direito de ter acesso àquele registro e a corrigi-lo, para torná-lo mais exato, completo e relevante.

**e) *Princípio da Infração Legítima***

O direito fundamental de controle sobre a coleta, armazenagem, acesso, uso, comunicação, manipulação e disposição de dados pessoais é condicionado somente pelas necessidades legítimas, apropriadas e relevantes de acesso a esses dados por uma sociedade livre, responsável e democrática, e pelos direitos iguais e concorrentes de outras pessoas.

**f) *Princípio da Alternativa de Menor Intromissão***

Qualquer infração aos direitos de privacidade de um indivíduo e dos direitos deste de controlar os dados relativos a sua pessoa, conforme determinado pelo *Princípio 1º*, somente poderá ocorrer com a menor intromissão possível, e com o mínimo de interferência nos direitos da pessoa em questão.

### **g) Princípio da Justificativa**

Qualquer infração aos direitos de privacidade de um indivíduo e dos direitos deste de controlar os dados relativos à sua pessoa deve ser justificada perante a pessoa afetada num tempo razoável e de forma apropriada.

Outra resolução que merece destaque quanto as suas normas e que está intimamente relacionada a este trabalho é a Resolução do Conselho Federal de Medicina (CFM) n° 1.821/07, que aprova as normas técnicas concernentes à digitalização e uso dos sistemas informatizados para a guarda e manuseio dos documentos dos prontuários dos pacientes, autorizando a eliminação do papel e a troca de informação identificada em saúde (publicada no D.O.U. de 23 nov. 2007, Seção I, pg. 252)<sup>10</sup>. As radiografias digitais fazem parte do Prontuário Eletrônico do Paciente sendo, portanto, regida por esta resolução.

O Art. 1º desta resolução aprova o *“Manual de Certificação para Sistemas de Registro Eletrônico em Saúde, versão 3.0 e/ou outra versão aprovada pelo Conselho Federal de Medicina (CFM), anexo e também disponível nos sites do Conselho Federal de Medicina e Sociedade Brasileira de Informática em Saúde (SBIS), respectivamente.”*. O § 1º deste artigo estabelece que os *métodos de digitalização devem reproduzir todas as informações dos documentos originais*.

O § 2º determina que os arquivos digitais oriundos da digitalização dos documentos do prontuário (*incluindo os registros radiológicos digitais*)\* dos pacientes deverão ser controlados por sistema especializado, como por exemplo o Gerenciamento Eletrônico de Documentos (GED), que possua, minimamente, as seguintes características:

a) Capacidade de utilizar base de dados adequada para o armazenamento dos arquivos digitalizados;

\*Grifo incluído pelos pesquisadores deste trabalho

b) Método de indexação que permita criar um arquivamento organizado, possibilitando a pesquisa de maneira simples e eficiente;

c) Obediência aos requisitos do “Nível de garantia de segurança 2 (NGS2)”, estabelecidos no Manual de Certificação para Sistemas de Registro Eletrônico em Saúde.

Portanto, as normas e regulamentações referentes à Informática em Saúde, além dos princípios gerais da ética, são meios que procuram garantir que os dados dos pacientes sejam autênticos, seguros e confiáveis.

Além disso, as normas técnicas de uso de sistemas informatizados para a guarda e manuseio do prontuário eletrônico são outros meios que regulam o sistema de informação, tendo em vista que estas normas citam que o sistema de informações deverá manter a integridade da informação por meio do controle de vulnerabilidades, de métodos fortes de autenticação, do controle de acesso e métodos de processamento dos sistemas operacionais conforme a norma ISO/IEC 15408. Foge ao escopo deste trabalho a análise legal de normas que regulamentam a validação de documentos digitais e, por consequência, a validação de radiologia digital, porém, faz-se pertinente citar algumas leis e medidas que dão respaldo legal a utilização de documentos digitais, quando a ética não funcionar.

Atualmente, no Brasil, a norma que disciplina o uso dos documentos e assinaturas digitais é a Medida Provisória nº. 2.200-02, de 24 de agosto de 2001, que trata da validade dos documentos digitais. No *caput* do artigo 10 diz que “consideram-se documentos públicos ou particulares, para todos os fins legais, os documentos eletrônicos de que trata esta Medida Provisória.” O parágrafo 1º deste artigo equipara os documentos digitais assinados em conformidade com a ICP-Brasil (Infraestrutura de chaves públicas) aos documentos com assinatura manuscrita, fazendo referência expressa ao artigo 131 do Código Civil de 1916 (Lei nº. 3.071, de 1º de janeiro de 1916), que vigia à época da publicação da citada Medida Provisória. O referido artigo assim dizia: “Art. 131 As declarações constantes de documentos assinados presumem-se verdadeiras em relação aos signatários”. O referido dispositivo legal encontra correspondência, literal, no artigo 219 do atual Código Civil

(Lei nº. 10.406, de 10 de janeiro de 2002). De forma transparente, traz validade aos documentos digitais assinados em observância aos preceitos da ICP-Brasil<sup>11</sup>.

Quanto aos aspectos ambientais, a utilização de sistemas radiográficos digitais possui uma das grandes vantagens quando comparado ao sistema de radiografia convencional, pois aquele não utiliza produtos químicos (reveladores e fixadores) para impressão dos filmes. Já foi demonstrado, por meio de estudos em algumas instituições de saúde, que os produtos químicos utilizados nos processos convencionais não podem ser lançados diretamente como efluentes ao meio ambiente, pois estes estão fora dos padrões do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA e outros órgãos reguladores do meio ambiente.

Sabemos que, antes de serem descartados, os resíduos de revelação da radiologia convencional devem ser previamente tratados para retirarem os excessos dos produtos de reação do revelador e do fixador. Apesar de alguns estudos já realizados demonstrarem ser economicamente viável a implantação de sistema ou estação de tratamento destes efluentes antes de serem descartados ao meio ambiente, é de se considerar que os sistemas de processamento digitais não utilizam os reveladores e fixadores e, conseqüentemente, os custos com implantação de uma estação de tratamento de produtos químicos deixarão de existir.

Além deste aspecto ambiental citaremos outros aspectos que devem ser destacados quanto aos benefícios do emprego da radiologia digital, conforme citado por Nóbrega<sup>3</sup>: maior latitude de exposição; redução de dose de exposição radiológica no paciente; possibilidade de pós-processamento das imagens; armazenamentos das imagens; disponibilização das imagens em rede de computação; comunicação externa por rede de imagem, sem alteração da qualidade da imagem original.

E, finalmente, lembramos que a radiologia digital já é uma realidade, e estará cada vez mais próxima dos setores de radiografias das instituições de saúde, e será tão comum quanto as radiografias convencionais. Este trabalho demonstrou que fatores econômicos, éticos e ambientais não são impeditivos para utilização da radiografia digital, além do que, hoje, já é possível falar sobre a validação jurídica,

assuntos estes que poderão ser temas de pesquisas futuras, que são regras acrescentadas em nosso ordenamento jurídico acerca da validade dos documentos digitais.

#### **4 CONCLUSÃO**

O resultado de viabilidade econômica demonstrado neste trabalho foi em relação a um sistema CR e a radiografia convencional, sendo constatado que hoje é mais economicamente viável a utilização do sistema convencional. Mas este resultado não é conclusivo, pois foram levados em consideração apenas dois parâmetros, os filmes e os produtos químicos utilizadas para processamentos radiográficos, não sendo considerados, portanto, custos com manutenção de equipamentos, tempo de revelação, perdas com retrabalhos de revelações de uma mesma aquisição de imagem, espaços físicos para instalações dos equipamentos e outros, como qualidade de imagens, facilidade no armazenamento e transmissão via rede de imagens, impacto ambiental e etc. Todos estes parâmetros, se estudados em uma mesma pesquisa, talvez justifiquem a viabilidade econômica de um sistema digital.

A utilização de um sistema digital é justificado pelo fato de que estes sistemas não utilizam os produtos químicos, ou seja, eliminação de películas e produtos químicos para o processamento de imagens radiográficas. Além deste aspecto ambiental citam-se outros aspectos que devem ser destacados quanto aos benefícios do emprego da radiologia digital: maior latitude de exposição; redução de dose de exposição radiológica no paciente; possibilidade de pós-processamento das imagens; armazenamentos das imagens; disponibilização das imagens em rede de computação; comunicação externa por rede de imagem, sem alteração da qualidade da imagem original.

## REFERÊNCIAS

1. Costa ET. Equipamentos Médico-Hospitalares e o Gerenciamento da Manutenção: capacitação a distância / Ministério da Saúde, Secretaria de Gestão de Investimentos em Saúde, Projeto. REFORSUS. – Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2002.
2. Azevedo-M P M de, Trad C S, Júnior J E, Santos A C. Implantação de um mini-PACS (Sistema de arquivamento e distribuição de imagens) em Hospital Universitário. Capturado em 09.06.2009. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-39842001000400009](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-39842001000400009)
3. Nóbrega A I. Radiologia Digital. Capturado e 10.06.2009. Disponível em: <http://www.scribd.com/doc/12874528/Radiologia-Digital>
4. Brasil L M. Informática em Saúde. Editora Universa. Brasília, 2008.
5. Fenelon S. Aspectos Ético-legais em Imaginologia. Capturado em 21.06.2009. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-39842003000100001&tlng=en&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-39842003000100001&tlng=en&lng=en&nrm=iso)
6. Fernandes G S, Azevedo A C P, Carvalho A C P, Pinto M L C. Análise e Gerenciamento de Efluentes de Serviços de Radiologia. Capturado em 09.06.2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rb/v38n5/a09v38n5.pdf>
7. Brasil. Portaria MS/SVS n.º 453. Aprova o Regulamento Técnico que estabelece as diretrizes básicas de proteção radiológica em radiodiagnóstico médico e odontológico, dispõe sobre o uso dos raios-X diagnósticos em todo território nacional e dá outras providências.
8. Falcão A F P, Sarmento V A, Rubira I R F. Valor legal das imagens radiográficas digitais e digitalizadas. Capturado em 09.06.2009. Disponível em: <http://www.cro-ri.org.br/fiscalizacao/ETICA%20%20Imagens%20valor%20legal.pdf>
9. IMIA – International Medical Informatics Association. O Código de Ética da IMIA para Profissionais de Informática em Saúde. Capturado em 09.07.2009. Disponível em: [http://www.imia.org/pubdocs/Portuguese\\_Translation.pdf](http://www.imia.org/pubdocs/Portuguese_Translation.pdf)

10. CFM - Conselho Federal De Medicina. Resolução 1.821/2007.

11. Lacorte CVC. A Validade Jurídica do Documento Digital. Capturado em 09.07.2009. Disponível em: <http://jus2.uol.com.br/doutrina/texto.asp?id=8524>

## CONTATOS

1. *Antonio de Araújo Pontes, Engenheiro Civil formado pela Universidade Estadual do Maranhão. Gerente da Divisão de Engenharia Civil do HUUFMA. [antonioapontes@bol.com.br](mailto:antonioapontes@bol.com.br).*
2. *Ladielson Alves da Silva, Engenheiro Mecânico formado pela Universidade Estadual do Maranhão e Especialista em Gestão de Recursos Hídricos e Meio Ambiente. Gerente da Divisão de Engenharia e Manutenção do HUUFMA. [ladielson@oi.com.br](mailto:ladielson@oi.com.br).*
3. *Nair Portela Silva Coutinho, Prof<sup>ª</sup>. Mestre em Pedagogia Profissional, docente da Universidade Federal do Maranhão. [nairportela@click21.com.br](mailto:nairportela@click21.com.br).*