

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA
FACULDADE DE TECNOLOGIA DE BOTUCATU
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM RADIOLOGIA**

WILSON ALVES RIBEIRO JUNIOR

**CUSTOS DAS REPETIÇÕES RADIOGRÁFICAS EM UM DEPARTAMENTO DE
RADIOLOGIA DE UM HOSPITAL FILANTRÓPICO**

Botucatu – SP
2013

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA
FACULDADE DE TECNOLOGIA DE BOTUCATU
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM RADIOLOGIA**

WILSON ALVES RIBEIRO JUNIOR

**CUSTOS DAS REPETIÇÕES RADIOGRÁFICAS EM UM DEPARTAMENTO DE
RADIOLOGIA DE UM HOSPITAL FILANTRÓPICO**

Orientadora: Prof^aMs. Marjorie do Val Ietsugu

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
FATEC – Faculdade de Tecnologia de
Botucatu, para obtenção do título de
Tecnólogo no Curso Superior de Radiologia.

DEDICATÓRIA

Dedico aos meus pais Wilson e Benedita pelo esforço e pela força que me deram para concluir esta etapa da minha vida, a minha esposa Livia e minha filha Maria Clara que sempre me apoiaram e incentivaram.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela vida e pela chance de concluir esta etapa da minha vida.

Agradeço aos meus pais e minha avó Lazara pelo esforço de todos esses anos e por acreditar em mim, dando amor e carinho.

Agradeço minha esposa Livia e minha filha Maria Clara por me incentivarem sempre e pela compreensão das ausências.

Agradeço a meu sogro José Carlos e minha sogra Marina que muito me ajudaram e incentivaram para conclusão desta etapa.

Agradeço minha irmã Letícia pelo incentivo.

Agradeço ao amigo Marcio de Souza Campos por ceder os dados, pois sem eles seria impossível concluir este trabalho.

Agradeço aos meus amigos André, Marcelo, Mario e Kelvin pela amizade por todos esses anos, pela força e paciência quando precisei.

Agradeço a minha orientadora Prof^a Ms. Marjorie do Val Ietsugu pelo incentivo da pesquisa e de sua presença constante nas orientações sempre me dando força, conselhos e confiança quando mais precisei.

Agradeço a Prof^a Ms. Vivian Toledo Santos Gambarato pelo seu esforço e dedicação para com o curso.

Agradeço todos os professores pelo conhecimento que adquiri durante o curso.

Agradeço aos meus amigos de sala por esses anos de convivência e companheirismo.

*“Determinação, coragem e autoconfiança são fatores decisivos para o sucesso.
Se estamos possuídos por uma inabalável determinação conseguiremos superá-los.
Independentemente das circunstâncias, devemos ser sempre humildes,
recatados e despidos de orgulho”.*

Dalai Lama

RESUMO

O projeto analisou o valor empregado na manutenção de um departamento de radiologia que utiliza o sistema convencional tela-filme, avaliando a quantidade de filmes radiográficos rejeitados por motivos errôneos, decorrentes do processo de aquisição e processamento dos exames de raios X. Os dados adquiridos foram utilizados para constatar a quantidade de filmes rejeitados durante as etapas de trabalho e o valor associado aos filmes que são rejeitados para avaliação diagnóstica. A justificativa do trabalho se deve ao elevado custo com a compra de filmes radiográficos, as dificuldades em seu método de armazenamento e da pouca latitude de exposição do filme, o que ocasiona com maior frequência a repetição de exames e, conseqüentemente, menor competitividade da instituição. O estudo foi realizado em um hospital filantrópico do interior do estado de São Paulo, através de um estudo quantitativo através de uma coleta diária de dados sobre o número de filmes radiográficos rejeitados em um determinado tempo. O levantamento destes dados foi obtido através da elaboração de uma planilha utilizando o programa EXCEL®. Ao todo, foram rejeitados 3680 filmes radiográficos, sendo que o tamanho 35x43 cm representou 33,75% do total das rejeições, enquanto que o tamanho 24x30 cm apresentou índices de rejeição de 26,54%. O 13x18 cm obteve menor percentual de rejeição em torno de 1%. O gasto anual com rejeições foi de R\$ 4.440,16, correspondendo a 4 % do valor total gasto com a compra de filmes radiográficos.

PALAVRAS-CHAVE: Custo de manutenção. Filme radiográfico. Radiologia convencional. Sistema tela-filme.

ABSTRACT

The project analyzed the value used for maintenance of a radiology department that uses the conventional screen-film system, assessing the amount of radiographic films rejected by wrong motives, arising from the acquisition and processing of X-ray examinations. The acquired data were used to establish the amount of rejected films during job steps and the value associated with films that are rejected for diagnostic evaluation. The reason for this study is due to the high cost of purchasing radiographic films, the difficulties in their method of storage and little exposure latitude of the film, which leads to more frequent repetition of tests and, consequently, lower competitiveness of the institution. The study was conducted in a charity hospital in the state of São Paulo, through a quantitative study using a daily collection of data on the number of radiographic films rejected at a given time. The collection of these data was obtained by preparing a spreadsheet using the EXCEL®. In all, 3680 were rejected radiographic films, and size 35x43 cm represented 33.75% of total rejections, while the size 24x30 cm showed rejection rates of 26.54%. The 13x18 cm had lower percentage of rejection at around 1%. The annual cost of rejections was R\$ 4.440,16, representing 4% of the total amount spent on the purchase of radiographic films.

KEYWORDS: Cost of maintenance. Radiographic film. Conventional radiology. Screen-film system.

LISTA DE FIGURAS

Figuras	Pág.
1 Chassi radiográfico.....	16
2 Vista de um corte transversal de sistema tela filme.	17
3 Representação das camadas do filme radiográfico.	18
4 Vista de um corte transversal da tela intensificadora demonstrando suas camadas.	21
5 Processadora automática demonstrando os tanques e suas etapas.	22
6 Representação esquemática dos componentes de uma processadora automática de filmes e do percurso do filme no processo de revelação.....	23
7 Imagem de um espessômetro	25

LISTA DE TABELAS

Tabelas	Pág.
1 Demonstrativo das dimensões e peso dos chassis radiográficos e seus respectivos tamanhos de filmes.....	17
2 Total anual de filmes radiográficos rejeitados no tamanho 13x18 cm.....	30
3 Total anual de filmes radiográficos rejeitados no tamanho 18x24 cm.....	30
4 Total anual de filmes radiográficos rejeitados no tamanho 24x30 cm.....	31
5 Total anual de filmes radiográficos rejeitados no tamanho 30x40 cm.....	32
6 Total anual de filmes radiográficos rejeitados no tamanho 35x35 cm.....	32
7 Total anual de filmes radiográficos rejeitados no tamanho 35x43 cm.....	33
8 Demonstrativo de compras efetuadas com filmes radiográficos no intervalo de 60 dias.	34

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico	Pág.
1 Demonstrativo da quantidade de filmes rejeitados compreendido entre o período de Abril de 2010 a Abril de 2011.....	28
2 Demonstrativo dos filmes radiográficos rejeitados anualmente divididos de acordo com o tamanho.	29
3 Valor anual gasto com o número de filmes radiográficos rejeitados, de acordo com os tamanhos.	35

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

RI – RECEPTOR DE IMAGEM

kV – QUILOVOLTAGEM

mA – MILIAMPER

S – TEMPO EM SEGUNDOS

mAs – MILIAMPER POR SEGUNDOS

DFRI – DISTÂNCIA FOCO RECEPTOR DE IMAGEM

MMSS – MEMBROS SUPERIORES

MMII – MEMBROS INFERIORES

LISTA DE SÍMBOLOS

- 1) μm : micrômetro
- 2) cm: centimetro

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 Objetivos.....	14
1.2 Justificativa	14
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	15
2.1 Chassi.....	16
2.2 Sistema tela-filme.....	17
2.3 Filmes radiográficos	18
2.3.1 Base	18
2.3.2 Emulsão	19
2.3.3 Camadas de revestimento e adesiva.....	20
2.4 Telas intensificadoras	20
2.4.1 Camada protetora	21
2.4.2 Fósforo	21
2.5 Formação da imagem latente.....	22
2.6 Processamento de filmes	22
2.7 Técnicas radiográficas utilizadas para produção de Raios X	24
3 MATERIAL E MÉTODOS	27
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
5 CONCLUSÃO.....	36
REFERÊNCIAS	37
ANEXOS	38

1 INTRODUÇÃO

A radiologia convencional foi o primeiro método empregado no diagnóstico por imagens, método este que utiliza o filme radiográfico em conjunto com telas intensificadoras.

Esse método tem sido utilizado como forma de documentação de imagens médicas por mais de 110 anos, e ainda representa 56% dos procedimentos radiológicos em instituições médicas em todo o mundo; porém, os métodos de obtenção e arquivamento de imagens radiológicas evoluíram e a tecnologia convencional tela-filme associado ao processamento químico vem sendo substituídos rapidamente pelas modalidades de radiologia que fornecem imagens digitais (BONTRAGER, 2005; NOBREGA et al, 2006).

Segundo Clark(2007), embora o filme radiográfico seja altamente portátil, ele exige uma alta demanda de espaço físico para sua armazenagem, sendo que o filme radiográfico é capaz de armazenar imagens apenas de forma isolada. O mesmo autor ainda enfatiza que para o processamento químico das imagens latentes adquiridas, é necessário o uso de processadoras de filmes, que devem ser mantidas regularmente limpas e revisadas, para garantia de imagens de ótima qualidade.

A finalidade dos aparelhos e das técnicas de radiologia é a de obter informações através do uso de raios X, onde o feixe que emerge do tubo em direção ao paciente é quase distribuído uniformemente no espaço (NOBREGA et al, 2006). O feixe útil que emerge do paciente é denominado feixe de saída e consiste das radiações que contribuem para a formação da imagem e as radiações espalhadas (BUSHONG; 2010).

Segundo Bushong (2010), o feixe útil deve ser transformado em uma informação diagnóstica interpretável pelo radiologista, sendo que o meio que converte o feixe de raios X

em imagem visível é chamado de receptor de imagem (RI), embora os meios de imagens digitais com uso de sistemas sólidos estão sendo implantados em diversas instituições rapidamente, o RI mais utilizado ainda é o filme radiográfico.

A radiologia médica convencional se insere como instrumento de apoio ao diagnóstico médico, porém a evolução tecnológica vem obrigando as instituições de saúde a mobilizações e trocas de equipamentos médico-hospitalares, com o objetivo de se manterem competitivas e estabelecendo melhor nível de qualidade. Isso ocasiona mudanças que tornam as informações tradicionais incorretas e obsoletas, promovendo alterações na estrutura de custo das organizações de diagnóstico por imagem. (BRASIL, 2004)

1.1 Objetivos

Avaliar a quantidade de filmes radiográficos rejeitados no período de abril de 2010 a abril de 2011 durante as etapas de trabalho, assim como o custo resultante, em um hospital filantrópico do interior do estado de São Paulo.

1.2 Justificativa

O trabalho demonstra uma forma de gasto oculto dentro da instituição, que com frequência demanda um alto valor monetário associado, o que resulta em menor lucratividade e competitividade à instituição.

2 REVISÃO DE LITERATURA

A descoberta dos raios X, por Roentgen em 1895, deu origem à radiologia médica, um método que emprega um aparelho emissor de raios X em conjunto com um meio de detecção para documentar imagens com informações diagnósticas do corpo. A produção de raios X é empregada na radiologia médica e odontológica, no auxílio diagnóstico de patologias e na radiologia industrial em ensaios e estudos não destrutivos. Na medicina a radiologia é utilizada no estudo dos pulmões, além de ser uma ferramenta importante em avaliação de fraturas e, com o auxílio de substâncias contrastantes, possibilita a geração de imagens do sistema vascular, digestivo e gênito – urinário (NOBREGA et al, 2006).

Quando o paciente é exposto à ação dos raios X, essa radiação pode ser parcialmente absorvida, espalhada ou transmitida de acordo com a variação da densidade do tecido e da intensidade do feixe. Uma pequena parte da radiação transmitida é útil para a formação da imagem diagnóstica sendo que a maior parte é atenuada pelo paciente (BUSHONG, 2010). O autor define, ainda, que receptor de imagem é o meio que transforma a radiação que foi transmitida através do paciente em forma de imagem visível.

O método de receptor mais comumente usado é o sistema tela-filme, que utiliza os filmes radiográficos, telas intensificadoras, chassis e processamento químico das imagens. A utilização dessa combinação surgiu da necessidade de reduzir o tempo de exposição e a radiação primária empregada no exame (NOBREGA et al, 2006).

2.1 Chassi

O chassi, também conhecido como cassete ou magazine, é o suporte onde é acoplado o filme e as telas intensificadoras. Sua face dianteira é voltada para a fonte de raios X, e é constituída de material de baixo número atômico, assim como o plástico. A atenuação da tampa dianteira do chassi é a mínima possível (CASTRO JUNIOR, 2006).

A parte traseira do chassi tem sua tampa constituída de metal pesado, o que ajuda a minimizar a radiação retroespalhada. Entre cada tela intensificadora e as tampas do chassi existe um material de compressão, que é constituído de espuma radioluscente, que faz com que o filme radiográfico e as telas intensificadoras mantenham um bom contato quando o chassi é fechado (Figura 1) (BUSHONG, 2010).

Figura 1. Chassi radiográfico



Fonte: www.grx-shop.com.br

Os chassís podem ser produzidos em fibra de carbono, alumínio ou plástico, porém o chassi feito de fibra de carbono absorve a metade do número de raios X que um chassi de alumínio ou plástico (SAVAREGO et al, 2007). Os tamanhos dos chassís são definidos de acordo com o tamanho do filme. Normalmente os encontrados no mercado são os tamanhos que se seguem na tabela 1 abaixo:

Tabela 1. Demonstrativo das dimensões e peso dos chassis radiográficos e seus respectivos tamanhos de filmes.

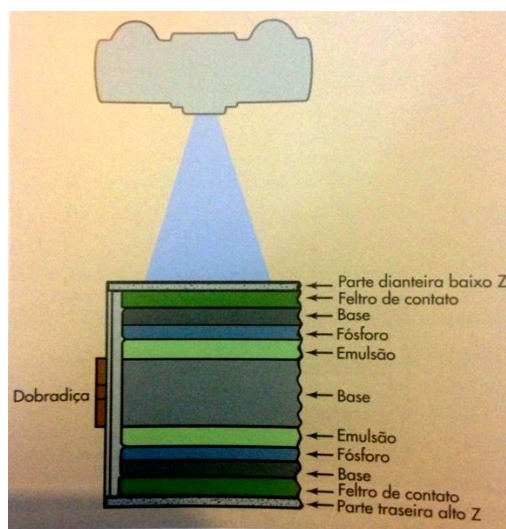
Dimensões	Filme	Peso médio do chassi
16 x 21 x 1,3	13 x 18 cm	0,45 Kg
20,5 x 26,5 x 1,3	18 x 24 cm	0,78 Kg
27,5 x 32,5 x 1,3	24 x 30 cm	1,15 Kg
33,5 x 43,5 x 1,3	30 x 40 cm	1,85 Kg
38 x 38 x 1,3	35 x 35 cm	2 Kg
38 x 46 x 1,3	35 x 43 cm	2,40 Kg

Fonte: Saravego et. al, 2007

2.2 Sistema tela-filme

A tela intensificadora dianteira fica acoplada ao interior da tampa dianteira do chassi, enquanto a tela intensificadora traseira é unida com o interior da tampa traseira. O filme radiográfico ficará entre as telas, mantendo o maior contato entre o filme e as telas intensificadoras, resultando no conhecido sistema tela-filme demonstrado na figura 2 abaixo (BUSHONG, 2010; SAVAREGO et al, 2007).

Figura 2. Vista de um corte transversal de sistema tela filme.



Fonte: Bushong, 2010

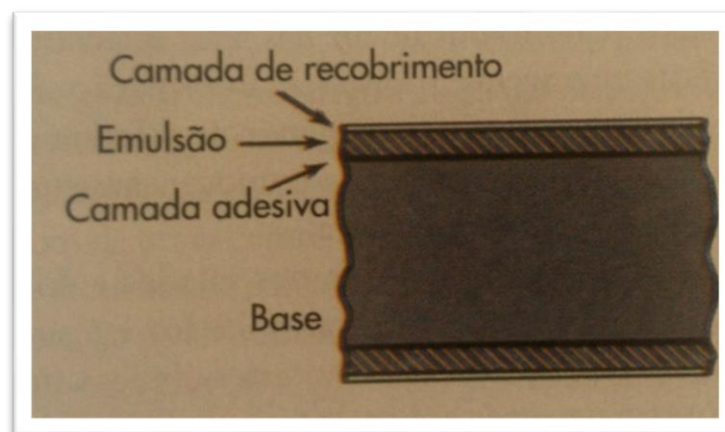
2.3 Filmes radiográficos

O filme radiográfico, embora tenha menor latitude quando comparada a sistemas de radiologia digital, ele é capaz de gerar imagens de alta qualidade e boa resolução. Devido a pouca latitude de exposição do filme, o profissional das técnicas radiológicas tem uma menor margem de erros na seleção dos fatores técnicos, sendo que a seleção incorreta desses fatores irá gerar uma exposição excessiva ou falta de exposição do filme radiográfico a ação dos raios X, o que predispõem a formação de imagens sem validade diagnóstica (CLARK, 2007).

Há basicamente quatro camadas que compõem o filme (figura 3) (KODAK, 1980):

- Base
- Emulsão
- Camada de revestimento
- Camada adesiva

Figura 3. Representação das camadas do filme radiográfico.



Fonte: Bushong, 2010

2.3.1 Base

O suporte do filme ou base é constituído de poliéster, com espessura que varia entre 150 e 200 μ m (micrometro), o que propicia ao filme boa estabilidade, pouca absorção de água, força e rigidez adequada. A base tem como principal função permitir o manuseio com

flexibilidade suficiente do filme, sem ocasionar o aparecimento de danos estruturais (KODAK, 1980).

A propriedade da base conhecida como estabilidade dimensional, faz com que o filme radiográfico, durante seu uso e processamento, mantenha seu tamanho e forma, não contribuindo para a distorção da imagem (BUSHONG, 2010).

2.3.2 Emulsão

A emulsão é um composto do filme radiográfico, que contém inúmeros cristais de prata (Iodeto e Brometo de prata), em uma camada de gelatina que mantém sua camada em suspensão. A emulsão é o material com os quais os fótons de luz das telas intensificadoras interagem e transferem informações (KODAK, 1980).

A mistura de gelatina e cristais de haleto de prata forma uma camada que vai de 3 a 5 μm de espessura. A gelatina é clara, transmite luz e é porosa o suficiente para que as substâncias químicas presentes no processamento possam penetrar até os cristais de haleto de prata. A função da gelatina na emulsão é permitir apoio mecânico para distribuição uniforme e suporte aos micro-cristais (PISTÓIA et al, 2004).

O componente ativo da emulsão radiográfica é composto pelos cristais de haleto de prata, sendo que 98% dele está na forma de brometo de prata, e cerca de 2% é formado de iodeto de prata. A forma estrutural da rede cristalina dos haletos de prata não são perfeitas e essas imperfeições favorecem o cristal na formação da imagem (NOBREGA et al, 2006).

Diferenças de resolução, contraste e velocidade entre as variedades de filmes radiográficos são determinados pelo processo de mistura dos micro-cristais com a gelatina, durante a etapa de fabricação. O número de centros de sensibilidade por cristais, o tamanho, a distribuição e concentração de micro-cristais na emulsão influenciam o desempenho do filme radiográfico (BUSHONG, 2010).

Na maioria dos filmes radiográficos, a emulsão é colocada em ambos os lados, sendo eles chamados filmes de dupla emulsão (BONTRAGER, 2005).

A fabricação do filme radiográfico é feita em total escuridão. Isto é realizado quando os componentes da emulsão são misturados, e se estendem até o momento do empacotamento, onde nenhuma luz pode estar presente (BUSHONG, 2010).

2.3.3 Camadas de revestimento e adesiva

A camada de revestimento é também conhecida como camada de recobrimento. Ela tem a função de proteger a emulsão de contaminações durante seu manuseio, arranhões, pressão, processamento e armazenagem. Permite que haja manipulação sem exigência de muitos cuidados delicados antes de exposto. A camada de revestimento permite que filmes processados sejam manuseados sem grande risco de danificá-los (NOBREGA et al, 2006).

Já a camada adesiva é uma fina cobertura que garante adesão uniforme entre a base e a emulsão. A camada adesiva faz com que a base e a emulsão mantenham a integridade física e proporcione um contato apropriado durante seu uso e etapas de processamento (BUSHONG, 2010)

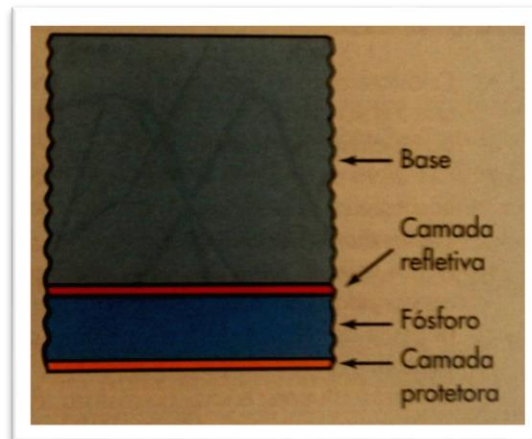
2.4 Telas intensificadoras

O uso dos filmes radiográficos utilizados para detectar os raios X e formar a imagem diagnóstica, quando utilizado sem a associação das telas intensificadoras, tornam-se ineficientes para a geração de imagens. O filme radiográfico interage pouco com os raios X incidentes sendo que apenas 1% dos raios X interagem com o filme e contribuem para a formação da imagem latente (TILLY JÚNIOR, 2010).

As radiografias são realizadas utilizando o filme radiográfico em contato com as telas intensificadoras, pois o uso do filme sem o emprego das telas intensificadoras radiográficas ocasiona um aumento elevado na dosagem de raios X fornecida ao paciente (BUSHONG, 2010). O uso das telas intensificadoras reduz as doses ao paciente em 50 a 100 vezes, quando comparado às exposições dos filmes diretos as radiações (TILLY JÚNIOR, 2010)

As telas intensificadoras existem em diversos tamanhos e correspondem aos tamanhos de filmes radiográficos. A maioria das telas tem quatro camadas distintas e assemelham-se a folhas flexíveis de plástico ou de cartolina (Figura 4) (TILLY JÚNIOR, 2010).

Figura 4 - Vista de um corte transversal da tela intensificadora demonstrando suas camadas.



Fonte: Bushong, 2010

2.4.1 Camada protetora

A camada protetora corresponde à parte que fica em contato com o filme radiográfico, sua espessura varia entre 10 e 20 μm e é aplicada à face da tela para prevenir os danos causados pelo manuseio. A camada protetora fornece uma superfície para a limpeza que elimina o acúmulo de eletricidade estática, sem causar danos ao fósforo ativo (NOBREGA et al, 2006)

2.4.2 Fósforo

O fósforo presente na tela intensificadora tem como atividade principal emitir luz quando estimulado, pela ação dos raios X. A espessura das camadas de fósforo varia dependendo do tipo de tela, e estão entre os valores de 50 e 300 μm .

O fósforo converte o feixe de raios X em luz, e essa ação pode ser observada quando colocamos um chassi aberto na frente do tubo de raios X com a luz apagada. Quando realizamos essa exposição das telas intensificadoras com o chassi aberto, podemos observar um brilho incandescente emergindo da tela intensificadora. (BUSHONG, 2010)

2.5 Formação da imagem latente

Os raios X formadores de imagem que emergem através do paciente e chegam à tela intensificadora, depositam a energia da luz visível na emulsão através de interação fotoelétrica com os átomos do cristal de haleto de prata. Essa energia é depositada e cria uma representação do objeto ou estrutura anatômica que está sendo radiografada.

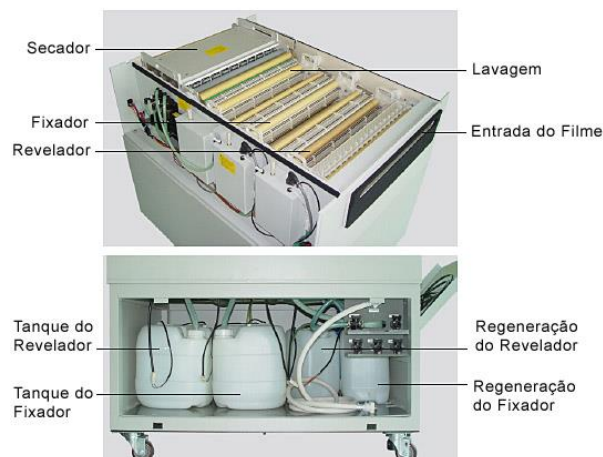
Depois da exposição nenhuma imagem pode ser vista no filme, esta imagem invisível é chamada de imagem latente e é transformada através de processamento químico em uma representação visível das imagens radiográficas.

2.6 Processamento de filmes

Geralmente o filme radiográfico é revelado por uma processadora automática onde se seguem quatro estágios do processamento (Figura 5) (FERNANDES, 2005)

- Revelação
- Fixação
- Lavagem
- Secagem

Figura 5. Processadora automática demonstrando os tanques e suas etapas.



Fonte: www.apolo.com.br

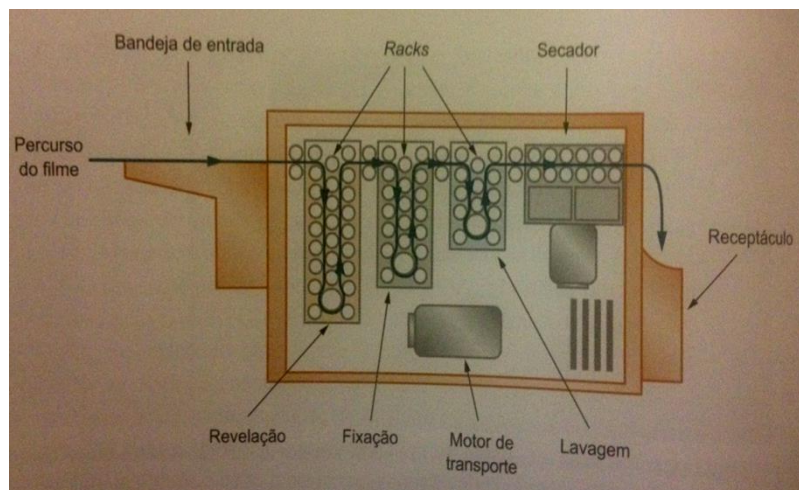
A imagem latente torna-se visível por ação do agente químico chamado de revelador. A solução reveladora fornece elétrons que migram para grãos de prata metálica presentes no filme que foram sensibilizados pelos raios X.

O filme quando sai do revelador, ele ainda está molhado pelo revelador, e é necessário que se estanque a solução do filme para evitar uma revelação excessiva e o aumento do fog do filme, sendo acrescentado para este fim o ácido acético (TILLY JÚNIOR, 2010).

Após a etapa de revelação o filme é transportado para um segundo tanque que contém uma solução fixadora, nesse estágio o filme passa pelo fixador onde os haletos de prata que não foram expostos a radiação vão ser dissolvidos e retirados da emulsão. Assim esse processo levará a porção da gelatina da emulsão a ser endurecida, tornando-a estruturalmente mais forte (MAGALHAES, 2002).

Após a etapa de fixação o filme passa por um processo de lavagem que remove as soluções contidas no filme, que podem levar a um processo de deterioração da radiografia. A etapa de secagem é a fase final do processamento onde são secados os restos particulares de soluções que venham a permanecer no filme radiográfico (KODAK, 1980; TILLY JÚNIOR, 2010).

Figura 6. Representação esquemática dos componentes de uma processadora automática de filmes e do percurso do filme no processo de revelação.



Fonte: Tilly Junior, 2010

2.7 Técnicas radiográficas utilizadas para produção de raios X

As técnicas utilizadas para a produção de raios X é chamado de fatores de exposição. Os principais fatores de exposição responsáveis pela formação de imagens diagnósticas são quilovoltagem (kV), miliampere (mA), tempo de exposição (s), miliampere por segundo (mAs) e distância foco-receptor de imagem (DFRI). Existem outros fatores de exposição secundários como tamanho do ponto focal e a filtração, que podem requerer ajustes em realizações de exames específicos (CLARK, 2007).

A kV determina a penetração do feixe de raios X e controla a escala de contraste de uma radiografia. A kV que corresponde à tensão é aplicada conforme a espessura da região a ser radiografada e sua densidade, quanto maior a espessura a ser radiografada, maior será a quantidade de kV aplicada, isso aumenta sua capacidade de atravessar espessuras maiores tornando os feixes de raios X mais penetrantes (SAVAREGO et al, 2007).

Para determinar a kV de uma determinada região do corpo é necessário medir a parte anatômica, esta medida é obtida com o uso de uma ferramenta que se chama espessômetro (Figura 7). O espessômetro é feito de uma haste metálica que possui uma escala de medidas em centímetros e polegadas, seu uso é obrigatório por parte de técnicos e ou tecnólogos (BUSHONG, 2010; SAVAREGO et al, 2007).

Para se determinar um valor aproximado da kV a ser aplicada em um exame de Raios X, é realizada a seguinte equação1 (SAVAREGO et al, 2007):

$$E \times 2 + CA = kV \quad (\text{Eq. 1})$$

Em que:

E = espessura da região a ser radiografada

CA = constante do aparelho

Figura 7. Imagem de um espessômetro



Fonte: www.grx.com.br

O mA corresponde a corrente e é ela que determina a quantidade de raios X produzido de acordo com a densidade da estrutura a ser examinada. A mA aplicada varia conforme a densidade da estrutura, quanto mais densa a região corpórea mais mA deve ser aplicado (NOBREGA et al, 2006).

A quantidade de raios X de um feixe é proporcional a quantidade de elétrons que é utilizado na mA. Quando se seleciona a mA o que ocorre é o aquecimento do filamento do Tungstato do cátodo que faz com que haja o aumento do número de elétrons na corrente.

O mA é definido na mesa de comando e não é calculado por meio de nenhuma fórmula. Ele varia geralmente em torno de 25 a 600 mA e seu maior valor representa também a capacidade de geração de raios X pelo aparelho. O foco utilizado é definido pela seleção do mA, onde o foco fino vai de 25 a 150 mA e o foco grosso vai de 200 a 600 mA, com variações entre os aparelhos que podem chegar a 1000 mA (SAVAREGO et al, 2007).

O tempo de exposição é a duração da emissão do feixe de raios X utilizado para atravessar a região radiografada. Ela é dada através da equação 2(SAVAREGO et al, 2007):

$$\text{mAs/mA} = s \quad (\text{Eq. 2})$$

Em que:

mAs = miliampere por segundo

mA = miliampere

s = tempo de exposição (segundos)

Os tempos são divididos em décimos, centésimos e milésimos de segundo, eles são selecionados na mesa de comando e podem variar de 0,02 a 5,0 segundos.

A mAs é o produto da multiplicação do mA pelo tempo de exposição, ele representa o trabalho do aparelho em um determinado tempo e é representada pela equação 3 (SAVAREGO et al, 2007):

$$\text{mA} \times \text{s} = \text{mAs} \quad (\text{Eq. 3})$$

A DFRI é a distância entre o tubo de raios X e o filme e tem uma grande influência nos fatores técnicos. O aumento ou diminuição da DFRI faz com que o kV e o mAs sejam ajustados, pois se determinada uma técnica a uma determinada distância e, se depois essa distância é aumentada mantendo-se os mesmos fatores de KV e mAs, a radiografia será mais clara devido ao menor poder de penetração em virtude do aumento da DFRI e assim vice-versa (CLARK, 2007)

3 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no Departamento de radiologia de um hospital filantrópico do interior do estado de São Paulo entre o período de abril de 2010 a abril 2011.

Foram coletados dados diariamente com prévia autorização do Provedor da instituição (Anexo 1). Através de uma planilha elaborada no programa EXCEL[®]. Identificou-se a quantidade de filmes radiográficos rejeitados no período estudado. A planilha utilizada contou com as seguintes variáveis: número de identificação do exame, tipo do exame, nome do técnico responsável, sala de exame, tamanho do filme rejeitado e o motivo da rejeição do filme (Anexo 2).

Com base nas informações obtidas pelo gestor do departamento de radiologia sobre o valor da compra de filmes radiográficos anual (Anexo 3), obteve-se o custo empregado com as rejeições de filmes.

Os dados obtidos foram organizados em tabelas e gráficos, utilizando-se o programa EXCEL[®], de acordo com a quantidade de filmes rejeitados por período e por tamanho. O custo ocasionado pelas rejeições foi obtido por comparação com o valor anual da compra de filmes pelo setor.

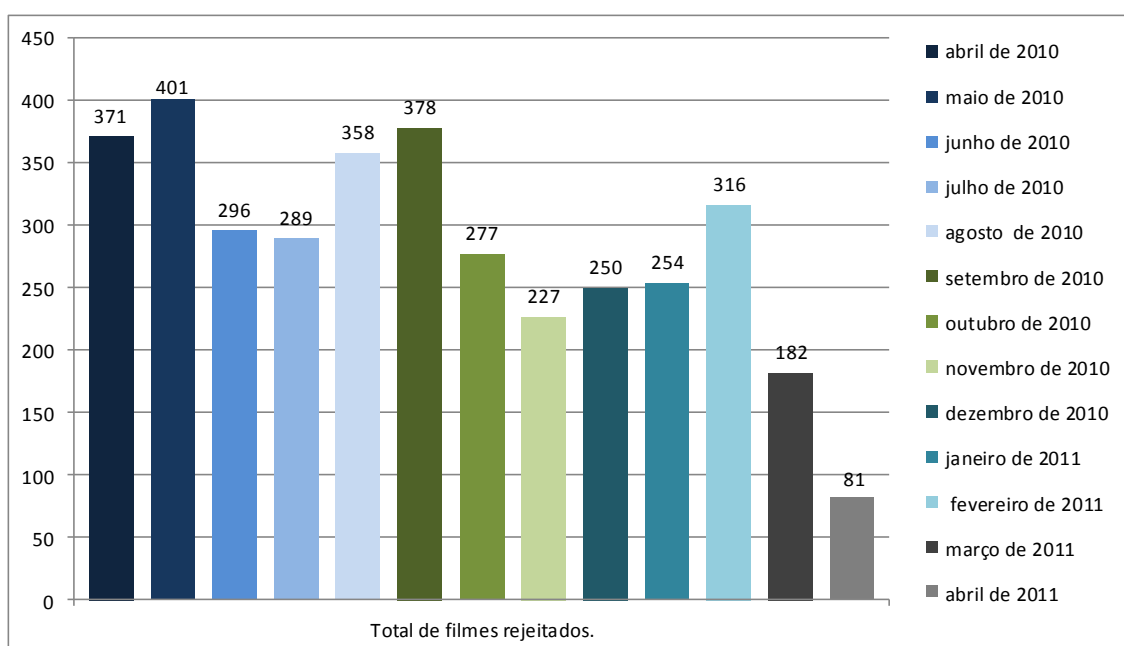
A revisão de literatura para fundamentar essa pesquisa utilizou o acervo da biblioteca da UNESP, FATEC e revisão com auxílio de sites científicos: Google acadêmico, Scielo, Pubmed e Bireme. Foi utilizado como forma de busca aos artigos relacionados com as seguintes palavras chaves: o custo de manutenção, radiologia convencional, filmes radiográficos e o sistema tela-filme.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O gráfico 1 mostra a quantidade de filmes radiográficos rejeitados durante o período de abril de 2010 a abril de 2011. O gráfico mostra o total de filmes rejeitados mensalmente em que os tamanhos rejeitados são incluídos agrupados em cada mês.

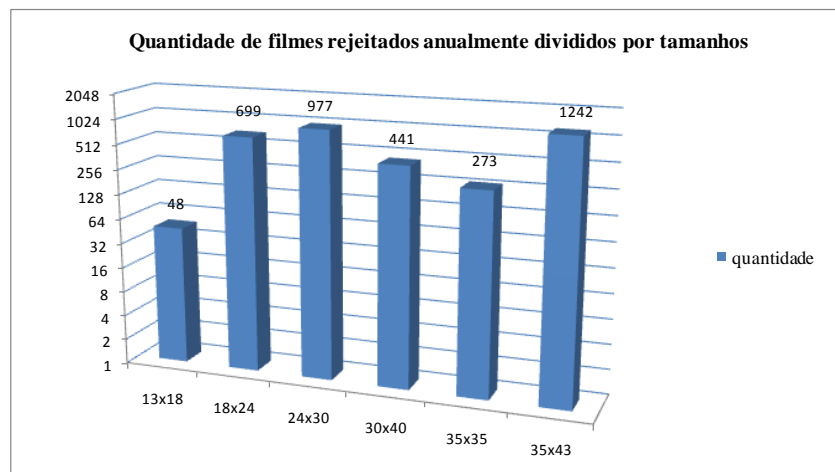
A média de rejeições de filmes radiográficos girou em torno de 306,6 filmes por mês, sendo o mês de maio de 2010, o que obteve maior índice de rejeição dos filmes radiográficos, e o que obteve menor índice de rejeições foi abril de 2011.

Gráfico 1. Demonstrativo da quantidade de filmes rejeitados compreendido entre o período de Abril de 2010 a Abril de 2011.



O gráfico 2 mostra a quantidade de filmes rejeitados anualmente, dividido por seus respectivos tamanhos. Nota-se que o filme no tamanho 13 x 18 cm foi o que obteve menor índice de rejeição, isto é devido ao pequeno tamanho do filme que dificulta incluir na etapa posicionamento de estruturas por vezes importantes para análise diagnóstica.

Gráfico 2. Demonstrativo dos filmes radiográficos rejeitados anualmente divididos de acordo com o tamanho.



O filme no tamanho 13x18 cm é um filme que devido ao seu tamanho é pouco utilizado. Seu uso reduzido pelos profissionais das técnicas radiológicas é motivado pela pequena área total do filme, que gera uma dificuldade maior nos ajustes de posicionamento, que por vezes ocasiona menor rejeição pelo seu pouco uso (tabela 2). A sua reposição com a compra no período estudado foi mínima.

Tabela 2. Total anual de filmes radiográficos rejeitados no tamanho 13x18 cm.

total de filmes rejeitados tamanho 13x18		
Ano	Mês	Quantidade
2010	abril	1
2010	maio	8
2010	junho	0
2010	julho	3
2010	agosto	4
2010	setembro	11
2010	outubro	4
2010	novembro	2
2010	dezembro	5
2011	janeiro	4
2011	fevereiro	3
2011	março	2
2011	abril	1
Valor total		48

A tabela 3 mostra o consumo do filme no tamanho 18x24 cm, em que a rejeição aumenta se comparado com o filme no tamanho 13x18 cm mostrado anteriormente na tabela 2. O filme 18x24 cm tem um índice alto de rejeição devido ao seu frequente uso nos exames de membros superiores (MMSS) e membros inferiores (MMII) como: punho, dedos, tornozelos entre outros

Tabela 3. Total anual de filmes radiográficos rejeitados no tamanho 18x24 cm.

total de filmes rejeitados tamanho 18x24		
Ano	Mês	Quantidade
2010	abril	64
2010	maio	53
2010	junho	39
2010	julho	55
2010	agosto	72
2010	setembro	74
2010	outubro	46
2010	novembro	55
2010	dezembro	48
2011	janeiro	96
2011	fevereiro	50
2011	março	27
2011	abril	20
Valor total		699

O filme no tamanho 24x30 cm é o filme que obteve o segundo maior índice de rejeições. A tabela 4 mostra que a média gasta mensalmente com os filmes radiográficos no tamanho descrito chega a quase 82 filmes rejeitados por mês.

Os exames realizados com o filme no tamanho 24x30 cm são exames que requerem uma maior atenção por parte dos profissionais, sendo que a instituição utiliza o filme 24x30 cm para posicionamentos do crânio, ombro, coluna cervical e, por vezes, é utilizado em exames intra-operatórios de MMSS e MMII, o que necessita de maior habilidade nas seleções de fatores técnicos e de posicionamento.

Tabela 4. Total anual de filmes radiográficos rejeitados no tamanho 24x30 cm.

total de filmes rejeitados tamanho 24x30		
Ano	Mês	Quantidade
2010	abril	116
2010	maio	100
2010	junho	76
2010	julho	61
2010	agosto	104
2010	setembro	94
2010	outubro	79
2010	novembro	66
2010	dezembro	83
2011	janeiro	47
2011	fevereiro	90
2011	março	42
2011	abril	19
Valor total		977

O filme 30x40 cm foi o quarto maior índice de rejeição no estudo e concluiu-se que este alto valor é devido aos tipos de exames que ele é empregado (tabela 5). Sendo que geralmente os exames de coluna torácica, coluna lombar e arcos costais são os que mais o utilizam e com frequência são alvos de rejeições devido à escolha de fatores técnicos.

Tabela 5. Total anual de filmes radiográficos rejeitados no tamanho 30x40 cm.

total de filmes rejeitados tamanho 30x40		
Ano	Mês	Quantidade
2010	abril	35
2010	maio	56
2010	junho	29
2010	julho	37
2010	agosto	34
2010	setembro	58
2010	outubro	36
2010	novembro	26
2010	dezembro	47
2011	janeiro	18
2011	fevereiro	19
2011	março	36
2011	abril	10
Valor total		441

A tabela 6 mostra a quantidade de filmes rejeitados no tamanho 35x35 cm durante o período de estudo e mostra que seu valor, se comparado aos citados anteriormente (exceto o 13x18 cm), é o que teve menor índice de rejeição. Trata-se de um tamanho de filme usado nas aquisições das radiografias de tórax para pacientes do sexo feminino que, segundo Bontrager (2005), entre as modalidades de exames radiológicos acabam sendo os exames realizados com maior frequência e tem uma boa compreensão por parte dos profissionais sobre a obtenção de seus fatores técnicos.

Tabela 6. Total anual de filmes radiográficos rejeitados no tamanho 35x35 cm.

total de filmes rejeitados tamanho 35x35		
Ano	Mês	Quantidade
2010	abril	24
2010	maio	27
2010	junho	24
2010	julho	26
2010	agosto	35
2010	setembro	28
2010	outubro	24
2010	novembro	19
2010	dezembro	7
2011	janeiro	13
2011	fevereiro	27
2011	março	12
2011	abril	7
Valor total		273

O filme no tamanho 35x43cm mostrado na tabela 7 foi o que obteve maior número de rejeições, sendo que foi totalizado no período do estudo o valor de 1242 filmes radiográficos rejeitados, com uma média mensal de 103,5 filmes rejeitados.

O alto índice de rejeição foi verificado através de estudo observacional, que demonstrou que o tamanho de filme 35x43 cm esta associado aos exames que necessitam de uma demanda maior de fatores técnicos, e são utilizados em estudos de estruturas anatômicas com densidades que são muito parecidas, como as estruturas intra-abdominais.

Foi constatado também que o filme 35x43 cm é utilizado com uma frequência em pacientes que não possuem condições de deambulação devido ao seu frágil estado de saúde, mantido muitas vezes através de ventilação mecânica que torna seu transporte até o setor de radiologia inviável. Estes exames em que o paciente apresenta-se debilitado, é solicitado a realização de exames junto ao leito do paciente.

Devido a realização de exames de leito evidencia-se maior rejeição nesse tamanho de filme, pois as estruturas radiografadas geralmente são o tórax e abdome, que apresentam uma grande espessura e não são realizadas com o uso de grades anti-difusoras. Segundo Bushong (2010), a finalidade das grades anti-difusoras é reduzir a quantidade de radiação espalhada que chega ao filme e não contribuem para a formação da imagem.

Tabela 7. Total anual de filmes radiográficos rejeitados no tamanho 35x43 cm.

total de filmes rejeitados tamanho 35x43		
Ano	Mês	Quantidade
2010	abril	131
2010	maio	157
2010	junho	128
2010	julho	107
2010	agosto	109
2010	setembro	113
2010	outubro	88
2010	novembro	59
2010	dezembro	60
2011	janeiro	76
2011	fevereiro	127
2011	março	63
2011	abril	24
Valor total		1242

A instituição gasta, em média no ano, um valor aproximado de R\$ 113.599,00 (cento e treze mil quinhentos e noventa e nove reais) com a compra de novos filmes radiográficos.

Esse valor corresponde à soma, em um ano, dos pedidos de compras realizados com intervalo médio de 60 (sessenta dias), como mostrado na tabela 8:

Atualmente, os valores pagos pelos filmes radiográficos comprados a cada 60 (sessenta) dias está em torno de R\$ 18.933,00 (dezoito mil novecentos e trinta e três reais), diferindo do valor mostrado na tabela 8, pois o filme 13x18 cm foi constado apenas em estoque não sendo requisitado para as demais compras.

O filme 13x18 cm deixou de ser comprado devido a sua pouca rotatividade, sendo as 2 (duas) caixas descritas na tabela 8 como as únicas que haviam em estoque no almoxarifado central.

Tabela 8. Demonstrativo de compras efetuadas com filmes radiográficos no intervalo de 60 dias.

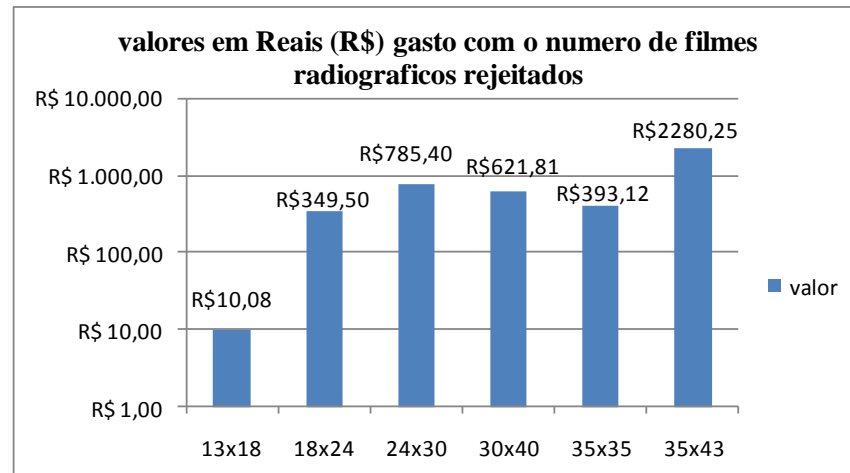
Descrição do produto	Unidade	Quantidade	Valor unitário (caixa)	Valor total
Filme 13x18 cm	caixa	2	R\$ 21,25	R\$ 42,50
Filme 18x24 cm	caixa	40	R\$ 50,97	R\$ 2038,80
Filme 24x30 cm	caixa	50	R\$ 84,95	R\$ 4247,50
Filme 30x40 cm	caixa	30	R\$ 141,60	R\$ 4248,00
Filme 35x35 cm	caixa	20	R\$ 144,55	R\$ 2891,00
Filme 35x43 cm	caixa	30	R\$ 183,60	R\$ 5508,00
Total dos pedidos	caixa	172	R\$ 18975,80

Fonte: Anexo 3

Dessa forma, considerando que em cada caixa de filme há 100 películas, é possível saber o custo de cada unidade de filme radiográfico segundo o tamanho. Assim, multiplicando o valor de cada filme de acordo com o tamanho pelo número de rejeições, é possível obter o valor anual gasto com a perda de filmes radiográficos (gráfico 3).

Ao todo foram quantificadas 3680 radiografias rejeitadas por motivos errôneos, sendo eles: seleção incorreta de fatores de exposição, posicionamento do paciente, falha no sistema de processamento entre outros erros de aquisição, que levou ao gasto de R\$ 4.440,16 (quatro mil quatrocentos e quarenta reais e dezesseis centavos).

Gráfico 3. Valor anual gasto com o número de filmes radiográficos rejeitados, de acordo com os tamanhos.



O estudo limitou-se apenas em obter o gasto com os filmes rejeitados, sendo que esses valores poderiam ser elevados levando em consideração as variáveis que não foram abordadas pelo projeto como: o valor empregado com a mão de obra, soluções químicas reveladoras e energia. Sem contar as doses a que o paciente precisa ser submetido quando há necessidade de repetição dos exames.

Com os dados obtidos, o gestor poderá ver se há necessidade de implantação de um programa de garantia de qualidade no serviço em questão.

5 CONCLUSÃO

Ao todo, foram rejeitados 3680 filmes radiográficos. Durante o período do estudo, observou-se que o tamanho de filme que representou maior perda foi o tamanho 35x43 cm que correspondeu a 33,75% do total das rejeições, e seu valor anual com rejeições chegou a R\$ 2.280,25 (Dois mil duzentos e oitenta reais e vinte e cinco centavos).

O tamanho 24x30 cm apresentou o segundo maior percentual dos índices de rejeição com 26,54% e o valor gasto com essas rejeições chegou a R\$ 785,40 (setecentos e oitenta e cinco reais e quarenta centavos). O uso do filme 13x18 cm foi o que obteve menor percentual de rejeição com o valor de 1%.

O gasto anual com filmes rejeitados foi de R\$ 4.440,16 (quatro mil quatrocentos e quarenta reais e dezesseis centavos), que correspondeu a aproximadamente 4 % do valor total gasto com a compra de filmes radiográficos.

REFERÊNCIAS

BONTRAGER, K. L.; LAMPIGNANO, J. P. **Tratado de posicionamento radiográfico e anatomia associada**. 6. Ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.

BRASIL, Simeão Antônio Silveira. Custeio baseado em atividades aplicado à prestação de serviços médicos de radiologia. **Rev. contab. finanç.**, São Paulo, v. 15, n. 34, Apr. 2004. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-70772004000100005&lng=en&nrm=iso>. acesso em 02 Dez. 2011.

Bushong, Stewart C. *Ciência radiológica para tecnólogos: física, biologia e proteção* / Stewart Carlyle Bushong ; [tradução Sandro Martins Dolghe...et al.]. – Rio de Janeiro: Elsevier, 2010. 709 p.

CLARK, **Posicionamento radiográfico** / A. STEWART WHITHLEY... [et. al.] ; [revisão técnica Gilberto Torres Neto ; tradução Cláudia Lucia de Araújo]. – Rio de Janeiro : Guanabara Koogan, 2007.

EASTMAN KODAK COMPANY. Fundamentos de radiologia. 1980. 121 p.

FERNANDES, Geraldo Sérgio et al . Análise e gerenciamento de efluentes de serviços de radiologia. **RadiolBras**, São Paulo, v. 38, n. 5, Sept. 2005. Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-39842005000500009&lng=en&nrm=iso>. acesso em 02 Dez. 2011.

PISTÓIA, Gustavo Domeleset al. **A imagem latente e a química do processamento radiográfico**. Publicado em Saúde, Vol. 30 (1 - 2): 12-20, 2004; disponível em <[http://w3.ufsm.br/revistasaude/2004/30\(1-2\)12-20,%202004.pdf](http://w3.ufsm.br/revistasaude/2004/30(1-2)12-20,%202004.pdf)>. Acesso em 02 Dez. 2011.

Tecnologia radiológica e diagnóstica por imagem : volume 2 / Almir Inacio da Nobrega, (organizador). – 1. ed. – São Caetano do Sul, SP : 2006. – (Série curso de radiologia) – 311 p.

Magalhães, Luís Alexandre Gonçalves, Ana Cecília Pedrosa de Azevedo, and Antônio Carlos Pires Carvalho. "A importância do controle de qualidade de processadoras automáticas." *RadiolBras* 35 (2002): 357-363.

Tilly Junior, João Gilberto. *Física radiológica* / João Gilberto Tilly Junior. -Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2010. 263 p.

Savarego, Simone. *Bases da radiologia convencional* / Simone Savarego, Karina Ferrasa Damas. – 2. ed. – São Caetano do Sul, SP : Yendis Editora, 2007.

Castro Júnior, Amaury de. *Introdução à Radiologia* / Amaury de Castro Jr. – 1. ed. – São Paulo : Rideel, 2006.

ANEXOS

ANEXO 1

CENTRO PAULA SOUZA



FACULDADE DE TECNOLOGIA DE BOTUCATU

DECLARAÇÃO

Declaramos que o acadêmico **WILSON ALVES RIBEIRO JUNIOR**, RG 43.206.165-4, é aluno regularmente matriculado no Curso Superior de Tecnologia em Radiologia da Faculdade de Tecnologia de Botucatu (FATEC – BT) desenvolvido em parceria com a Faculdade de Medicina da UNESP de Botucatu (FMB).


O aluno está desenvolvendo um trabalho de pesquisa sob orientação da Professora Ms. Marjorie do Val Ietsugu, intitulado **“CUSTOS DE MANUTENÇÃO DE UM SERVIÇO QUE UTILIZA SISTEMA TELA-FILME, COMPARANDO-O COM A IMPLANTAÇÃO DA RADIOLOGIA COMPUTADORIZADA”**.

Desta forma, solicitamos autorização para coleta de dados e imagens na Santa Casa de Misericórdia de Avaré para o desenvolvimento do trabalho, e destacamos que ao final será enviada uma cópia do trabalho ao responsável e que a ética e sigilos profissionais serão mantidos.

Certos de sua atenção antecipadamente agradecemos.

Botucatu, 07 de outubro de 2011.


Márcio S. Campos
Gerente Processamento


VIVIAN T. S. GAMBARATO
Coordenadora do Curso de Radiologia


CELSO FERNANDES JOAQUIM JR
Vice Diretor

ANEXO 3

=====HSist

SANTA CASA DE MISERICORDIA DE AVARE

ESPELHO DA REQUISICAO:030853 23/05/2013 13:30 PAG:001

Data Movimento:01/11/2012 16:22 Almoxarifado:01-9 ALMOX.CENTRA Natureza:ENTRADA
 Tipo Movimento:51-5 COMPRA Origem.:78 FORNECEDOR Nota Fiscal:30853
 Codigo Origem.:02016-8 FUJIFILM NDT SISTEMAS MEDICOS Pedido.:000000
 Centro Custos.:60034-2 ALMOXARIFADO CENTRAL CNPJ:47.636.014/0001-60

Codigo	Descricao	Und	Quantidade	Vlr. Unitar	Valor Total
28800	FILME 18 X 24	CX	40,000	50,9700	2.038,8000
28819	FILME 24 X 30	CX	50,000	84,9500	4.247,5000
28827	FILME 30 X 40	CX	30,000	141,6000	4.248,0000
28835	FILME 35 X 35	CX	20,000	144,5500	2.891,0000
TOTAL DA NOTA.....			140,000		13425,3000

=====MARLENE MAMEDE

=====HSist

SANTA CASA DE MISERICORDIA DE AVARE

ESPELHO DA REQUISICAO:037232 23/05/2013 13:34 PAG:001

Data Movimento:15/05/2013 14:40 Almoxarifado:01-9 ALMOX.CENTRA Natureza:ENTRADA
 Tipo Movimento:51-5 COMPRA Origem.:78 FORNECEDOR Nota Fiscal:37232
 Codigo Origem.:02016-8 FUJIFILM NDT SISTEMAS MEDICOS Pedido.:000000
 Centro Custos.:60034-2 ALMOXARIFADO CENTRAL CNPJ:47.636.014/0001-60

Codigo	Descricao	Und	Quantidade	Vlr. Unitar	Valor Total
28843	FILME 35 X 43	CX	30,000	183,6000	5.508,0000
TOTAL DA NOTA.....			30,000		5508,0000

=====MARLENE MAMEDE