

IDENTIFICAÇÃO DAS FONTES DE ERROS EM IMAGENS DE RAIOS-X

Angélica de Andrade Palis, Universidade Federal de Uberlândia, angelicapalis@hotmail.com
Rosenda Valdés Arencibia, Universidade Federal de Uberlândia, arvaldes@mecanica.ufu.br
Selma Terezinha Milagre, Universidade Federal de Uberlândia, selma@eletrica.ufu.br

Resumo. Utilizadas a mais de um século, as imagens de raio-X apresentam significativa importância no diagnóstico de doenças e auxílio ao tratamento adequado, para isso resulta necessário obter uma imagem de boa qualidade. A etapa de aquisição da imagem deve ser conduzida de forma cuidadosa, uma vez que a qualidade da mesma pode ser afetada por diversos fatores, estando estes relacionados ao paciente, ao equipamento e ao ambiente. Assim este trabalho tem como objetivo identificar as fontes de erros em imagens de raio-X convencionais e digitais, através de um estudo sobre a imagem, com a identificação das etapas do processo. Ao final foi possível concluir que os erros químicos e relacionados ao manuseio de filme são os mais usuais e consequentemente aqueles com maior impacto na perda de qualidade das imagens.

Palavras chave: processamento, erros, artefatos.

1. INTRODUÇÃO

O Hospital de Clínicas da Universidade Federal de Uberlândia (HC-UFU) é o maior prestador de serviços pelo Sistema Único de Saúde (SUS), em Minas Gerais, e terceiro no ranking dos maiores hospitais universitários da rede de ensino do Ministério da Educação (MEC), é referência em média e alta complexidade para 86 municípios da macrorregião e microrregiões do Triângulo Mineiro. O HC-UFU conta com equipamentos como tomógrafos, raios-x, mamógrafos, angiográficos, ultrassons, entre outros, que permitem a realização de exames e auxílio a tratamento e diagnóstico de várias doenças a partir de imagens.

A possibilidade de diagnóstico através de imagens realizadas no interior do corpo humano só foi possível após a descoberta da radiologia. A história da Radiologia começou em novembro de 1895 com a descoberta dos raios-x pelo físico alemão Wilhelm Conrad Roentgen. Na ocasião, as aplicações médicas desta descoberta revolucionaram a medicina, pois se tornou possível a visão do interior dos pacientes. A radiologia brasileira e sul-americana iniciou-se em 1897, logo após a descoberta dos raios-X, com o médico mineiro José Carlos Ferreira Pires, que trouxe para Formiga (Minas Gerais) o primeiro aparelho de raios-X da América do Sul. O desenvolvimento da abreugrafia pelo médico paulista Manoel de Abreu, estabeleceu também um grande marco na radiologia nacional. O exame foi utilizado mundialmente como *screening* de doenças ocupacionais e da tuberculose (Fenelon, 2008).

A evolução da radiologia deu-se a partir dos anos 70-80 com os grandes avanços tecnológicos e científicos, que permitiram um diagnóstico muito mais preciso. Desde então, a radiologia vem obtendo grande espaço na prática médica. O advento de novos métodos de diagnóstico tais como ultrassonografia, mamografia digital, densitometria óssea, tomografia multislice, ressonância magnética 3T e radiologia digital, fez surgir uma nova especialidade, a imagiologia ou imagiologia. Isto é, o conjunto das técnicas de diagnóstico que fornecem ao médico uma imagem visual das diversas partes do corpo humano, qualquer que seja a radiação ou a onda utilizada para a exploração do paciente (Fenelon, 2008).

O trabalho tem como objetivo identificar as fontes de erro na emissão de pareceres médicos a partir de imagens de raio-x.

2. METODOLOGIA

Para a identificação adequada das fontes de erros na análise e interpretação de imagens de Raio X resulta necessário conhecer o conceito de imagem propriamente dito, bem como identificar as etapas do processo, que de acordo com Marques Filho; Vieira Neto (1999) se resumem em: aquisição, armazenamento, processamento e exibição. Pode ser adicionada a etapa de interpretação e análise.

Uma imagem pode ser definida como uma função f bidimensional (x, y) , em que x e y são coordenadas espaciais, e a amplitude de f em qualquer par de coordenadas (x, y) representa a intensidade ou nível de cinza da imagem no ponto. Quando x , y e os valores de amplitude de f são todos finitos, chamamos a imagem de uma imagem digital (GONZALES; WOODS, 1992). Outra definição, citada em Feliciano; Souza; Leta (2005) descreve a imagem como uma matriz $N \times M$ de valores de *pixel* (*picture element*) inteiros positivos, que indica a intensidade de cor em cada

posição (i, j) da imagem. Um dado pixel ($p(i, j)$) na posição (n, m) possui um valor numérico que representa o valor da iluminação na área correspondente na imagem.

No caso do raio-X a imagem pode ser obtida de forma convencional (ou automática) ou de forma digital. Para a obtenção da imagem convencional, o filme de raio-X (bastante similar a um filme fotográfico) é colocado em um chassi (ou cassete) entre duas telas fluorescentes que brilham à exposição aos raios X. Para uma imagem digital utiliza-se um chassi com material de fósforo fotoestimulável que armazena a imagem do raio-X na forma de elétrons presos para posterior leitura realizada por um feixe de laser escaneado, ou a imagem é convertida em sinal elétrico a partir de uma matriz ativa de transistores de filme fino.

a) Aquisição da imagem

A resolução da imagem final depende de um conjunto de fatores, que vão desde o funcionamento correto do equipamento até o posicionamento do paciente de forma adequada ao exame em questão. Desta forma, o conhecimento completo sobre o princípio da radiologia é extremamente necessário.

Uma vez que os raios-X entram em contato com o paciente, os diferentes tecidos absorvem diferentes quantidades de radiação em diferentes energias. A radiação resultante é registrada por um detector, gerando uma imagem de transmissão das absorções geradas pelos tecidos. Quanto maior a diferença de absorção entre os tecidos, maior o contraste da imagem.

A etapa de aquisição da imagem de raio X deve ser conduzida de forma cuidadosa, uma vez que a qualidade da mesma pode ser afetada por diversos fatores. Segundo Salem (2011) a técnica e projeção pode constituir uma fonte de erros significativa. Segundo este autor os erros decorrentes podem ser divididos em três grupos: erros relacionados ao paciente, artefatos devidos ao filme radiográfico e erros de projeção. Entre os erros relacionados ao paciente, podem ser citados: a presença de objetos no corpo do paciente que interfere na visualização da imagem tais como piercings, anéis, óculos, próteses entre outros; a movimentação do paciente durante a realização do exame e as marcas de pressão impressas no paciente quando este tensiona ou pressiona partes do corpo (são mais comuns em radiografias odontológicas, onde o paciente pressiona os dentes ocasionando uma distorção na imagem). Entre os artefatos provenientes do filme radiográfico podem ser citados: a sobreposição de duas imagens ou imagens com ângulos retos devido à reutilização do filme; imagens invertidas devido à colocação do lado contrário do filme; embaçamento da imagem devido ao *stress* do filme (mudança de luz ou mudança brusca de temperatura); perda de imagens quando o filme não é suficiente para registrar todo objeto desejado. Entre os erros de projeção podem ser citados a angulação vertical incorreta que ocasiona alongamento da imagem, como observado na “Fig.(1a)”, ou encurtamento da imagem; desvio de perpendicularidade entre o receptor e o projetor e efeito Corte de Cone que é ocasionado quando o raio-X não está centralizado no filme (o efeito Corte de Cone causa desaparecimento de parte da imagem).

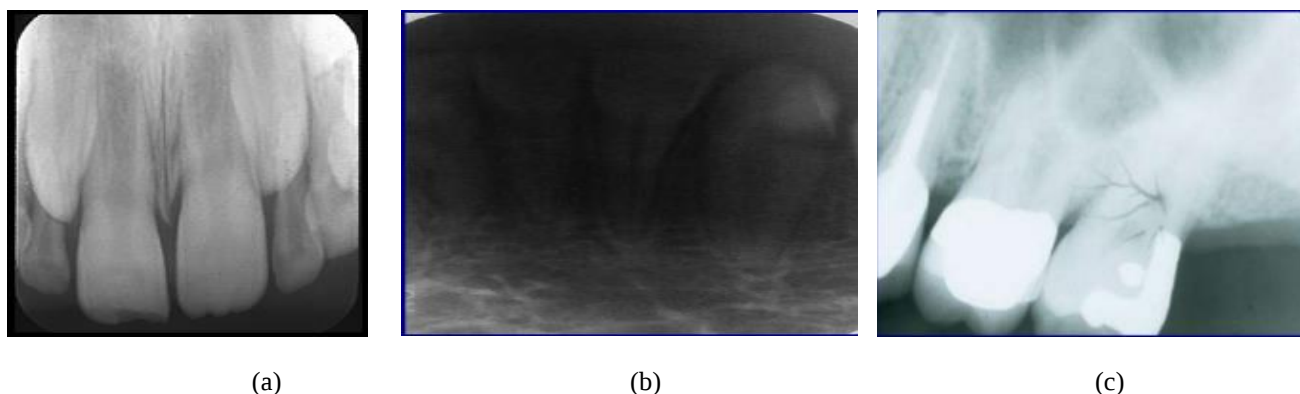


Figura 1- Alongamento da imagem devido à angulação vertical incorreta do projetor (a); imagem com alta densidade devido ao erro de exposição (b); imagem com eletricidade estática (c) (Salem, 2011).

Os erros de exposição podem ser divididos em quatro que são: imagem fantasma (quando o filme não recebe nenhuma radiação, fazendo com que a imagem se torne uma mancha clara) baixa densidade da imagem, alta densidade da imagem, como pode ser visualizado na “Fig.(1b)” e imagem com alto/baixo contraste.

Os erros de processo são os que estão presentes em maior parte em imagens radiográficas e possuem vários tipos como erros químicos e erros de manuseio de filme. Entre os erros químicos podem ser citados: imagem luz, imagem escura, imagem fantasma, reticulação (ou imagem rachada. Ocorre quando o filme é submetido a mudanças súbitas de temperatura do revelador) mancha negra (quando o revelador está contaminado antes da radiografia ser revelada) Linha negra (aparece quando o rolo do revelador encontra-se sujo) mancha branca (devido à contaminação por fixador) coloração marrom-amarelada (ocorre devido à solução de o revelador estar gasta). Entre os erros de manuseio do filme podem ser mencionados: linhas de escrita (aparece devido à escrita com caneta esferográfica ou lápis de chumbo no pacote contendo as radiografias) efeito de unha (devido à manipulação grosseira do filme) bordas brancas ou negras

(devido ao filme não estar totalmente submerso no revelador) filme sobreposto; manchas de dedos; filme arranhado; eletricidade estática, como pode ser observada na “Fig. (1c)” (ocorre quando duas superfícies são friccionadas uma contra a outra criando uma carga elétrica. É mais comum em períodos de baixa umidade).

b) Armazenamento

Se a imagem de raio X for computadorizada, o armazenamento destas imagens constitui um dos maiores desafios no projeto de sistemas de processamento em razão da grande quantidade de *bytes* necessários para tanto, que pode ser de até um trilhão de *bytes*. Este armazenamento pode ser dividido em três categorias: (1) armazenamento de curta duração de uma imagem, utilizada nas várias etapas do processamento, (2) armazenamento de massa para operações de recuperação de imagens relativamente rápidas, e (3) arquivamento de imagens, para recuperação futura quando isto se fizer necessário (Marques Filho; Vieira Neto, 1999).

c) Processamento

Em relação ao armazenamento dos filmes radiográficos, deve-se levar em consideração a temperatura (inferior a 20°C) a umidade (entre 40 e 60%) a luz (o filme deve ser armazenado em locais escuros) a radiação e a data de validade.

O processamento de imagens digitais envolve procedimentos normalmente expressos sob a forma algorítmica. Em função disto, com exceção das etapas de aquisição e exibição, a maioria das funções de processamento de imagens pode ser implementada via *software*. O uso de *hardware* especializado para processamento de imagens somente será necessário em situações nas quais certas limitações do computador principal (por exemplo, velocidade de transferência dos dados através do barramento) forem intoleráveis. A tendência atual do mercado de *hardware* para processamento de imagens é a comercialização de placas genéricas compatíveis com os padrões de barramento consagrados pelas arquiteturas mais populares de microcomputadores e estações de trabalho. O *software* de controle destas placas é que determinará sua aplicação específica a cada situação. As vantagens mais imediatas são: redução de custo, modularidade, reutilização de componentes de software em outra aplicação rodando sobre o mesmo hardware e independência de fornecedor. Convém notar, entretanto, que sistemas dedicados continuam sendo produzidos e comercializados para atender a tarefas específicas, tais como processamento de imagens transmitidas por satélites (Marques Filho; Vieira Neto, 1999).

d) Transmissão

Imagens digitalizadas podem ser transmitidas à distância utilizando redes de computadores e protocolos de comunicação já existentes. O grande desafio da transmissão de imagens à distância é a grande quantidade de *bytes* que se necessita transferirem de uma localidade a outra, muitas vezes através de canais de comunicação de baixa velocidade e banda passante estreita. Este problema é ainda mais sério quando se deseja transmitir sequências de vídeo (imagens em movimento com áudio associado) em tempo real, onde outros fatores, como por exemplo, sincronização deve ser considerada. Nestes casos, o uso de técnicas de compressão e descompressão de imagens, é mandatório (Marques Filho; Vieira Neto, 1999).

e) Exibição

Para obter uma imagem convencional de raio-X é necessário revelar o filme fotográfico. Esta revelação é constituída de quatro etapas: revelação, fixação, lavagem e secagem.

Em imagens digitais, o monitor de vídeo é um elemento fundamental. Os monitores em uso atualmente são capazes de exibir imagens com resolução de pelo menos 640 x 480 *pixels* com 256 cores distintas. A tecnologia mais usual ainda é o TRC (Tubo de Raios Catódicos) (Marques Filho; Vieira Neto, 1999).

f) Interpretação

A diferença de densidade dos tecidos (fator de absorção) faz com que o conjunto filme/écran sob o paciente seja sensibilizado de forma diferenciada. O médico pode então ver detalhes, por diferença de tons de cinza, e então emitir laudos. Fraturas e tumores são alguns dos vários objetos de interesse em uma radiografia.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

As “Fig. (2)” mostra as fontes de erros que estão presentes nas imagens de raio –X.



Figura 2- Diagrama causa-efeito sobre os erros relacionados a imagens de raio-X (Autor, 2015)

A partir da Figura 2, é possível identificar 6 fatores de influência, que são: paciente, artefatos radiográficos, projeção, exposição, químicos e manuseio de filme. A estes fatores estão associadas 27 fontes de erros.

As diversas fontes de erros estão presentes no processo de obtenção, armazenamento, processamento, transmissão, exibição e interpretação de imagens de raio-X, sendo que o processo de obtenção é o que requer maior cuidado pois é o que tem maior influência sobre a qualidade da imagem.

Alguns erros podem ocorrer devido a mais de um dos fatores e a maioria destes podem ser evitados através de atitudes simples.

A figura 3 mostra por meio de uma pirâmide a ocorrência destes erros, onde na base se encontram os erros químicos e os relacionados ao manuseio do filme que são os mais frequentes, enquanto os relacionados ao paciente, exposição e projeção, são os menos frequentes. Uma das explicações para estes erros serem de frequência menor é devido ao conhecimento da maleficidade que a exposição aos raios-X causa ao corpo humano.

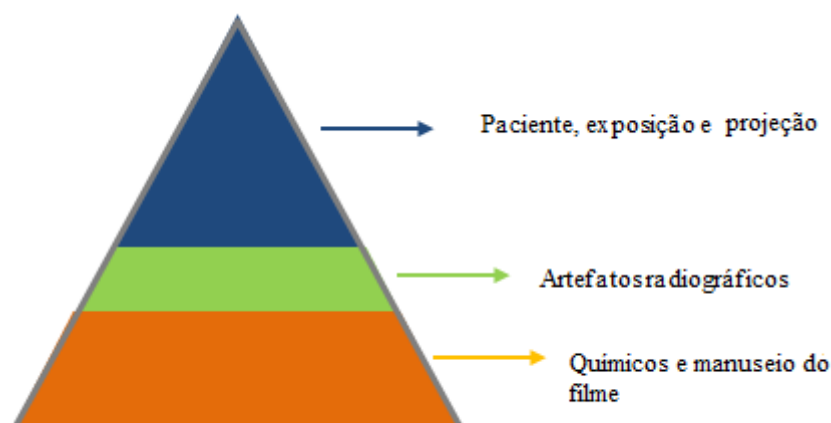


Figura 3 – Gráfico dos erros em imagens de raio-X (Autor, 2015)

A maioria destas fontes de erros não pode ser quantificada e, portanto não podem ser corrigidas aplicando-se fatores de correção. Assim sendo, elas devem ser evitadas ou seus efeitos minimizados.

4. CONCLUSÕES

A qualidade das imagens de raio-X é fundamental para uma interpretação adequada das mesmas, fornecendo informações necessárias para o estabelecimento de um diagnóstico e consequente um tratamento apropriado. Para alcançar esta qualidade é necessário conhecer todas as etapas de formação da imagem e as fontes de erros que podem estar presentes, com a finalidade de evitá-los. Os erros químicos e de manuseio de filme compõem grande parte dos artefatos que prejudicam a qualidade da imagem, requerendo maior atenção dos profissionais em radiologia.

O método convencional de imagens é ainda utilizado em setores da saúde, mas vem sendo substituído pelo método digital tornando possível a aquisição de imagens de forma mais rápida e uma qualidade final superior.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Faculdade de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Uberlândia, ao Hospital de Clínicas de Uberlândia e às instituições CNPq, CAPES e FAPEMIG pelo suporte financeiro.

6. ABSTRACT

Used more than a century, the X-ray images show significant importance in the diagnosis of disease and aid proper treatment, this results necessary to get a good picture .The acquisition stage this should be conducted cautiously, since its quality can be affected by many factors, and these are related to the patient, equipment and the environment. So this study aims to identify the sources of error in conventional and digital X-ray images, through a study of the image, identifying the stages of the process. At the end it was concluded that the chemical and errors related to the film handling are the most common and therefore those with the greatest impact on the loss of image quality.

7. REFERÊNCIAS

- Chen, M.Y.M., Pope,T.L. e Ott, D.J , 2012, “ Radiologia Básica”, Ed. Amgh Ltda, Porto Alegre, Brasil, pp. 20-21.
 Feliciano, F.F., Souza, I.L., Leta, F.R., 2005, “Visão computacional aplicada à metrologia dimensional automatizada: considerações sobre sua exatidão”, Engevista, v.7, n.2, pp.38-50.
 Hospital de Clínicas de Uberlândia. 8 out. 2015.
 Fenelon, S. ,2008, “A evolução da radiologia – os avanços da imagiologia e radiologia diagnóstica”. 8 Out. 2015.
 Gonzales, R.C. , Woods, R.E., 1992, “Digital Image Processing”, Ed.Prentice Hall, New Jersey, USA, pp. 1-3.
 Marques Filho , O., Vieira neto, H., 1999, “ Processamento digital de Imagens”, Ed. Brasport, Rio de Janeiro, Brasil, pp. 1-5.
 Salem, W.S., 2011, “Radiographic errors and artifacts”. 9 Out. 2015.

8. RESPONSABILIDADE PELAS INFORMAÇÕES

Os autores são os únicos responsáveis pelas informações incluídas neste trabalho.