

# METODOLOGIA PARA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE RADIOGRAFIAS PANORÂMICAS ODONTOLÓGICAS DIGITALIZADAS

Costa, R. M.\*, Seba Patto, V.\*, Souza, R. G.\*\*

\*Instituto de Informática / Universidade Federal de Goiás, Goiânia-GO, Brasil

\*\*Universidade Sagrado Coração, Bauru-SP, Brasil

e-mail: ronaldomc12@gmail.com

**Abstract: The digitalization of images generated by x-rays, ultrasound scans, resonances and others have been popularized mainly due to extremely easy access and low cost of devices which promote this operation. But incorrect digitalization can cause major disruptions and could affect the diagnosis. This paper proposes a computational methodology based on expertise knowledge in radiology to computationally access the quality of digitalized dental panoramic radiographs. Applying this methodology can generate techniques to ensure the quality of radiographic imaging.**

**Palavras-chave: Radiologia, Radiografias Panorâmicas, Visão Computacional.**

## Introdução

Os grandes avanços tecnológicos e científicos na área de radiologia permitem hoje um diagnóstico muito mais preciso que nas décadas de 70-80. Novos métodos de diagnóstico fornecem ao profissional uma imagem visual das diversas partes do corpo humano, qualquer que seja a radiação ou onda utilizada. Este avanço em conjunto com a evolução dos dispositivos de digitalização torna cada vez mais acessível a visualização das imagens nos consultórios.

A imagem digital de uma radiografia pode ser obtida através de diversos modelos de câmeras ou *scanners* de custo acessível disponíveis no mercado, permitindo ganho no armazenamento, recuperação, facilidade na comunicação entre profissional e paciente, melhoria na visualização através de ajustes de contraste e brilho além de outras melhorias.

Existem vários métodos de digitalizar imagens, este processo pode ser realizado utilizando *scanners* por reflexão ou *scanners* por transferência, câmeras digitais com uma combinação diferente de sensores, etc.

Qualquer que seja a forma, o processo de digitalizar a imagem é fator determinante na qualidade da imagem gerada, seja no quesito resolução ou nas cores geradas este processo pode comprometer completamente a imagem [1][2][3][4].

A digitalização é importante para todo documento ou imagem que não pode se perder com o tempo seja pelo motivo de deterioração ou por outro motivo físico, químico, acidental, etc. que possa comprometer a qualidade do mesmo. Com a evolução da tecnologia

outro motivo que justifica a digitalização de imagens é o tempo para recuperação ou acesso ao mesmo.

Porém a grande maioria dos equipamentos utilizados nos consultórios odontológicos possui aproximadamente metade da qualidade dos filmes radiográficos [5] e não se tem conhecimento de uma metodologia computacional que avalie a qualidade das imagens adquiridas.

Em virtude da grande utilização destes equipamentos nos consultórios, este trabalho realiza um estudo sobre a qualidade das imagens digitalizadas de radiografias panorâmicas odontológicas, através da aplicação de técnicas de visão computacional.

O objetivo do trabalho é propor uma metodologia computacional que permita a classificação de uma radiografia panorâmica odontológica digitalizada.

## Materiais e Métodos

A metodologia proposta para este trabalho visa:

- Submeter imagens digitalizadas por diferentes modelos de equipamentos à avaliação de especialistas em radiologia.
- Comparar os resultados das avaliações dos especialistas com vetores de características extraídas das imagens.
- Criar um paralelo entre as avaliações e as características extraídas.

Creemos ser possível em um próximo trabalho, construir uma ferramenta computacional capaz de avaliar radiografias panorâmicas fornecendo parâmetros que auxiliem o diagnóstico do radiologista.

**Digitalizadores utilizados** – Para realizar a captura das imagens foram utilizados equipamentos de um custo acessível, disponíveis no mercado:

- + Epson Stylus CX4700
- + Microtek ScanMaker 9800XL
- + Plustek OpticPro 600P

A captura foi realizada utilizando uma padronização no posicionamento e resolução [6].

**Avaliação dos especialistas em radiologia** – Quinze radiografias panorâmicas foram selecionadas para aquisição. Cada uma das imagens foi digitalizada pelos três equipamentos citados, gerando três imagens de cada radiografia, totalizando 45 imagens.

Estas 45 imagens foram avaliadas por alunos e docentes do curso de pós-graduação *latto-sensu* em Ortodontia da Universidade Sagrado Coração – Bauru-SP; Brasil. O corpo docente especificou os quesitos para compor a avaliação, que são:

- Nitidez – este quesito representa o quanto de detalhe a imagem apresenta, o quão fielmente a radiografia reproduz o objeto que foi radiografado, mantendo as margens visíveis e reduzida distorção.
- Contraste – que representa a diferença entre as partes claras e escuras da imagem. O ideal é que o contraste seja médio, apresentando uma escala média de tons de cinza.
- Densidade – refere-se ao grau de escurecimento (geral) da radiografia. Sendo ideal que este parâmetro encontre-se em um nível mediano. Nem tão clara (esbranquiçada) e nem tão escura (enegrecida).

Cada especialista atribui notas de 0 a 10 (zero a dez), sendo 0 (zero) a nota mais baixo e 10 (dez) a nota mais alta cada um dos quesitos.

Através desta avaliação é possível montar uma tabela de pontuação para cada radiografia digitalizada, conforme demonstra o modelo na Tabela 1. É importante ressaltar que a qualidade da imagem digitalizada está diretamente relacionada com a qualidade da imagem original que foi digitalizada.

Tabela 1: Notas atribuídas à radiografia “n” pelo especialista “x”.

Equipamento	Nitidez	Contraste	Densidade
Epson Stylus CX4700	?	?	?
Microtek ScanMaker 9800XL	?	?	?
Plustek OpticPro 600P	?	?	?

Uma nota geral que representa a avaliação dos especialistas é atribuída a cada radiografia. Esta nota é dada pela equação 1.

$$\sum_{i=1}^m \left( \frac{\left( \frac{\text{Nitidez} + \text{Contraste} + \text{Densidade}}{3} \right)}{n} \right) \quad (1)$$

Onde: *n* representa o total de digitalizadores  
*m* representa o total de especialistas

Através da avaliação é possível criar um *rank* entre todas as imagens.

**Extração de características das imagens** – Para cada radiografia é extraído um vetor de características médio.

As características que compõem o vetor são:

- Média dos níveis de cinza;
- Desvio padrão dos níveis de cinza;
- Coeficiente de variação
- Contraste
- Correlação
- Entropia
- Momento da diferença inverso
- Segundo momento angular

*Média dos níveis de cinza (md)* – representa o valor médio dos níveis de cinza nos setores estabelecidos.

*Desvio padrão dos níveis de cinza (dp)* – desvio padrão é o desvio dos níveis de cinza em torno da média nos setores estabelecidos.

*Coeficiente de variação (cv)* – O coeficiente de variação é dado pela equação 2 e retrata o coeficiente de variação dos níveis de cinza nos setores selecionados.

$$cv = \frac{dp}{md} \quad (2)$$

onde: *dp* é o desvio padrão;  
*md* é a média;

*Contraste (con)* – Mede a presença de transição abrupta de níveis de cinza, isto é, as bordas. Baixos valores indicam a ausência de bordas na área de interesse. Neste caso, a matriz de co-ocorrência de níveis de cinza apresenta valores concentrados em torno de sua diagonal principal. O contraste é calculado pela equação 3 [7].

$$con = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \frac{(i-j)^2 \cdot p(i, j, d, \theta)}{i \cdot j} \quad (3)$$

onde: *i* é o total de linhas da matriz.  
*j* é o total de colunas da matriz.  
*p(i, j, d, θ)* é o valor da célula de linha *i*, coluna *j* distância *d* e ângulo *θ*.

*Correlação (cor)* – mede a dependência linear entre os níveis de cinza de pares de pixels [7]. Valores próximos a um implicam numa forte relação entre os níveis de cinza dos pixels. A correlação é dada pela equação 4.

$$cor = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \frac{i \cdot j \cdot p(i, j, d, \theta)}{i \cdot j} - \mu_i \cdot \mu_j}{\sigma_i \cdot \sigma_j} \quad (4)$$

onde:  $\mu_i = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \frac{i \cdot p(i, j, d, \theta)}{i \cdot j}$   
 $\mu_j = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \frac{j \cdot p(i, j, d, \theta)}{i \cdot j}$   
 $\sigma_i = \sqrt{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \frac{i^2 \cdot p(i, j, d, \theta)}{i \cdot j} - \mu_i^2}$   
 $\sigma_j = \sqrt{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \frac{j^2 \cdot p(i, j, d, \theta)}{i \cdot j} - \mu_j^2}$

*Entropia (ent)* – A entropia mede a desordem em uma imagem [8]. Quando a imagem não apresenta textura uniforme, os valores da entropia tendem a ser muito baixos. A entropia alcança seu valor máximo quando os pixels na área de interesse apresentam níveis de cinza com valores aleatórios. A entropia é dada pela equação 5.

$$ent = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \frac{p(i, j, d, \theta)}{i \cdot j} \cdot \log\left(\frac{i \cdot j}{p(i, j, d, \theta)}\right) \quad (5)$$

*Momento da diferença inverso (mdi)* – Quando a concentração dos valores na diagonal da matriz de co-ocorrência for máxima, o momento da diferença inverso atinge o valor máximo [9]. O mdi é calculado pela equação 6.

$$mdi = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \frac{1}{1 + (i - j)^2} \cdot p(i, j, d, \theta) \quad (6)$$

*Segundo momento angular (sma)* – Esta medida avalia a uniformidade textural, que é a repetição de pares de níveis de cinza [7]. Quando a área de interesse apresenta textura uniforme (valores de níveis de cinza próximos) o valor tende para 1. Caso a área não seja uniforme o valor tende a 0 (zero). O sma é dado pela equação 7.

$$sma = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \left(\frac{p(i, j, d, \theta)}{i \cdot j}\right)^2 \quad (7)$$

Para que o vetor de característica represente de forma precisa uma imagem, a mesma foi segmentada em setores. Assim, cada uma das características foi extraída de todos os setores apresentados na figura 1. A medida que compõe o vetor final é a média aritmética das medições dos setores nas três digitalizações dos diferentes equipamentos.

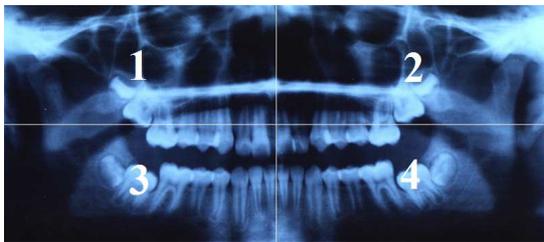


Figura 1: Representação dos setores na imagem.

O vetor de características é associado a cada radiografia assim como o conceito atribuído pelos especialistas.

Como o objetivo do trabalho é propor uma metodologia de classificação, foram estabelecidos os conceitos bom, médio e regular que indicam a qualidade da radiografia. Para tal foram selecionadas as

radiografias 1, 7 e 15 (que se encontram nos extremos e a radiografia que se encontra da metade do rank).

Desta forma, os vetores de características das três radiografias selecionadas representam parâmetros que podem ser utilizados para classificar a qualidade de radiografias panorâmicas odontológicas digitalizadas.

Apenas os três conceitos foram utilizados neste trabalho (bom, médio e regular), contudo é possível criar uma classificação maior composta de mais conceitos (ex: ótimo, muito bom, boa, razoável e regular) com a seleção mais radiografias do rank.

Para verificar a qualidade de uma radiografia, é calculada a distância euclidiana dos respectivos vetores de características. A distância euclidiana entre dois vetores de características A e B, pode ser calculada conforme apresenta a equação 8.

$$D(A, B) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (A_i - B_i)^2} \quad (8)$$

onde:  $n$  é o número de características

Assim, para verificar a qualidade de qualquer nova radiografia basta calcular a distância euclidiana entre o vetor de características desta e os vetores de características das radiografias que possuem o conceito bom, médio ou regular.

**Resultados**

A tabela 2 apresenta os valores apurados para a melhor, média e pior radiografia segundo a avaliação dos especialistas com seus respectivos vetores de características.

Tabela 2: Notas e vetor de características das três radiografias selecionadas.

Nota	md	Dp	cv	con	cor	ent	mdi	sma
7,83	93,73	36,61	0,42	926	1,03	36,7	811	6,93
6,91	101,62	42,96	0,45	1073	1,02	49,2	878	7,75
4,91	43,91	24,83	0,55	950	1,01	59,8	681	4,97

A figura 2 apresenta um gráfico do vetor de características das três imagens normalizado pelo valor máximo em percentuais.

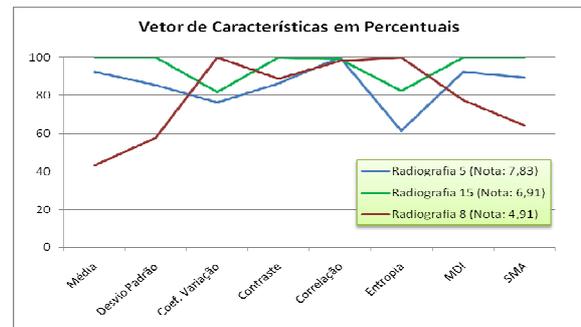


Figura 2: Vetores de características normalizados pelo valor máximo em percentual.

É possível observar que os valores são discriminantes, tornando possível a aplicação da metodologia proposta.

### Discussão

O presente trabalho não pretende estabelecer parâmetros para classificar qualitativamente radiografias panorâmicas odontológicas digitalizadas e sim propor uma metodologia de avaliação.

Os equipamentos utilizados são todos de baixo custo, disponíveis no mercado. A intenção é tornar a metodologia acessível ao maior número possível de profissionais.

Foram utilizados 3 (três) equipamentos para digitalizar cada radiografia, e a nota final de cada radiografia é representada pela média das 3 (três) digitalizações. Desta maneira procuramos minimizar ou mesmo eliminar, distorções derivadas da qualidade de digitalização dos equipamentos.

Os parâmetros de avaliação relacionados no vetor de características proposto podem ser reavaliados. Outros parâmetros além destes podem ser inseridos, permitindo uma avaliação mais completa.

A criação de um banco de imagens com um número maior de digitalizações e um rol maior de avaliadores pode contribuir muito para o enriquecimento da metodologia proposta.

### Conclusão

O trabalho demonstra que é possível criar uma ferramenta computacional capaz de avaliar qualitativamente radiografias digitalizadas.

Pretende-se dar continuidade ao trabalho aumentando o número de imagens e também a participação de maior número de especialistas avaliadores.

Esta metodologia pode ser aplicada para outros tipos de radiografias, possibilitando a construção de ferramentas computacionais. A intenção não é substituir o conhecimento do especialista em radiologia, mesmo porque toda a metodologia depende diretamente do conhecimento deste, e sim fornecer ferramentas de apoio ao profissional.

A aplicação desta metodologia pode ainda progredir para avaliação de outras características de uma radiografia, não apenas a avaliação de qualidade, mas também indicadores que auxiliem a tomada de decisões pelos profissionais.

### Agradecimentos

Aos docentes e alunos do curso de pós-graduação *lato-sensu* em ortodontia da Universidade Sagrado Coração.

### Referências

- [1] Kenny A. R. and Chapman S. *Requisitos de resolução digital para textos: métodos para o estabelecimento de critérios de qualidade de imagem. Projeto conservação preventiva em bibliotecas e arquivos 2001*. Rio de Janeiro, 2ª ed., cap 5, 2001.
- [2] Pires, S. R.; Medeiros, R. B.; Schiabel H.; *Banco de imagens mamográficas para treinamento na interpretação de imagens digitais*. Radiol Bras v.37, n.4, p. 239-244, abr. 2004.
- [3] Geraldeli F. E. *et al. Produção de material instrucional para o ensino da radiologia por meio da digitalização de imagens*. Radiol Bras v.35, n.1, p. 27-30, jan. 2002.
- [4] Santos V. *Segmentação de Imagens Mamográficas para Detecção de Nódulos em Massa Densa*. Universidade de São Paulo, São Carlos 2002. Disponível em: <[www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18133/tde-16042003-183808/publico/Viviantol.pdf](http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18133/tde-16042003-183808/publico/Viviantol.pdf)> Acesso em 25 abr. 2010.
- [5] Abreu M. V. *et al. Imagem Radiográfica Digital Odontológica*, Universidade Federal de Minas Gerais, UFMG 2003 Minas Gerais. Disponível em: <<http://www2.dcc.ufmg.br/laboratorios/npdi/workshop/wti2004/artigos/p068-abreu.pdf>> Acesso em 07 mar. 2010.
- [6] Almeida S. M. *et al. Avaliação da qualidade das imagens digitais adquiridas com diferentes resoluções em um sistema de armazenamento de fósforo*. Pesquisa Odontológica Brasileira v.14, n.3, p. 262-267, jul/set. 2000.
- [7] Haralick, R.M.; Shanmugan, M.K. *Computer classification of reservoir sandstones*. IEEE Trans. on Geoscience Electronics, Vol.11, no. 4, 1973, p.171-177.
- [8] Gonzaga, A., Moreno, R.P., Biometric Method for Personal Authentication Based on Iris Texture Features, In: The 4th IASTED International Conference on Visualization, Imaging, and Image Processing, Vol. 1, 2004, p. 1-5.
- [9] Martins, S. P., *Classificação de imagens textural de imagens radarsat-1 para discriminação de alvos agrícolas*. São José dos Campos, INPE, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Dissertação de Mestrado, 2005.