

# Uma Proposta de Melhoria Automática em Imagens Faciais

André Sobiecki<sup>1</sup>, Carlos Eduardo Thomaz<sup>2</sup> e Luiz Antonio Pereira Neves<sup>3</sup>

*Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC<sup>1</sup>*

*Centro Universitário da FEI<sup>2</sup>*

*Universidade Federal do Paraná – UFPR<sup>3</sup>*

[andresobiecki@yahoo.com.br](mailto:andresobiecki@yahoo.com.br), [cet@fei.edu.br](mailto:cet@fei.edu.br) e [neves@ufpr.br](mailto:neves@ufpr.br)

## Resumo

*Com o passar do tempo as imagens adquirem ruídos e perdem a qualidade de definição e visualização. Imagens faciais (fotos 3x4) arquivadas podem conter pequenos escritos e carimbos devido a alguma forma de organização dos mesmos. Este artigo apresenta uma metodologia automática para eliminar estes carimbos ou melhorar a qualidade de visualização e definição através dos métodos padrões de filtragem, morfologia matemática e reconstrução de imagens. A metodologia proposta identifica as rasuras a partir do tamanho e da tonalidade de cada região. Com a rasura identificada, o método proposto elimina a rasura e reconstitui a região facial, de forma automática, sem usar nenhum modelo ou conhecimento a priori das imagens processadas. Os resultados obtidos são promissores, com 88% de taxa de acerto em remoção completa dos carimbos nos testes realizados.*

Palavras-Chave: segmentação automática, processamento digital de imagens, melhoria de imagens

## 1. Introdução

Com o passar dos anos imagens faciais perdem a qualidade devido ao surgimento de ruídos tornando difícil a identificação do sujeito. Em trabalhos como, por exemplo, identificação de crianças desaparecidas as amostras podem ser fotos antigas, rasuradas e de má qualidade. Desta forma, Kulkarni et al [9] apresenta uma recuperação eficaz de dados de imagem baseado em indexação de conteúdo, usando modelos. No trabalho de Ming e Ma [10], tem-se a proposta de módulo visual de pontos (regiões previstas a priori) em uma imagem que não pode ser perdida. O objetivo do método é garantir a complementaridade das informações sobre as regiões que não podem ser obtidas sobre detectores de borda, usando os pontos de referências.

O presente artigo propõe uma metodologia capaz de identificar e eliminar carimbos, reconstituindo a imagem facial, tornando melhor a qualidade de visualização e definição automaticamente, sem usar nenhum modelo ou conteúdo a priori conhecido.

O algoritmo identifica e elimina pequenas anotações ou mensagens sobre a imagem que impedem uma identificação mais precisa da pessoa. Além de identificar e eliminar as partes rasuradas, a imagem é reconstituída a partir das regiões vizinhas, formando uma nova imagem restaurada. Isto significa que mesmo com as rasuras eliminadas, o resultado do método proposto não perde as características da imagem, caso a rasura esteja sobre partes do nariz, dos lábios ou sobre qualquer outra região da face humana. Uma das contribuições relevantes desta pesquisa é a reconstituição automática das regiões da face humana, sem perder sua forma, pois a reconstituição é aplicada através da cópia e da assimilação das regiões vizinhas.

## 2. Método Proposto

Uma imagem facial contém regiões de diversos tons, ou seja, regiões de tons claros, intermediários e escuros. As rasuras e os carimbos geralmente estão em tons escuros. As regiões de tons escuros que não são rasuras são geralmente o cabelo, os olhos e a camisa. A diferença destas regiões em relação aos carimbos é que os carimbos se apresentam em tamanho menor. Podemos então diferenciar as rasuras com relação a outras regiões escuras através do tamanho.

A metodologia proposta consiste em eliminar as pequenas regiões (rasuras) de tom escuro. Eliminando estas pequenas regiões pode-se perder a qualidade de nitidez, por sua vez ela passa a ter somente as grandes regiões de tom escuro. Com uma nova imagem que não possui as pequenas regiões escuras identificamos as grandes regiões escuras e eliminamos estas regiões em uma imagem cópia da imagem original formando uma imagem constituída apenas de regiões claras, de regiões intermediárias e de pequenas regiões escuras (rasuras).

Com a imagem sem os cabelos, sem os olhos e sem a camisa, a rasura pode ser identificada com maior precisão.

Não é em todos os casos que este processo elimina olhos, camisa e cabelo. Por exemplo, em uma foto com a apresentação de uma pessoa loira de olhos claros com camisa clara não existem grandes regiões escuras, a única região escura é a rasura que é pequena. Quanto menos regiões escuras houver, maior será a probabilidade de sucesso do algoritmo.

### 3. Aquisição da Imagem

A imagem é obtida digitalmente através de um “scanner” ou através de uma máquina digital, em níveis de cores, na resolução de 200 dpi e no formato de arquivo bitmap.

### 4. Morfologia Matemática

Segundo Gonzalez e Woods a morfologia matemática serve como uma ferramenta para extrair informações de imagens, também usada para representar e descrever formatos, contornos e objetos em uma imagem. Com a morfologia matemática podemos analisar e modificar uma imagem pixel por pixel ou por bloco de pixels [4].

Considerando a hipótese de pequenas rasuras como textos, mensagens ou apenas palavras de letra pequena, podemos considerar estas regiões como pequenas regiões escuras que são menores que as regiões escuras do cabelo, dos olhos, da camisa e das sombras, se houver.

Com uma imagem sem as rasuras, identificamos e eliminamos todas as regiões escuras restantes formando uma nova imagem sem as grandes regiões escuras, usando os recursos da morfologia matemática.

As operações de morfologia como dilatação e erosão são feitas na imagem original de cores, com elemento estruturante cruz, com uma iteração. Binarizando a imagem dilatada através do método proposto por Otsu [11], identificamos todas as regiões escuras exceto as rasuras. A binarização é a transformação da imagem de nível de cinza para binária. A imagem binária tem somente duas cores: preto e branco.

### 5. Reconstituição

Neste artigo é usado o método “inpainting” [2] que tem como objetivo remover defeitos e reconstituir partes danificadas tornando a imagem mais legível, também é possível remover partes indesejadas e escritas sobre a imagem. Ao remover as partes indesejadas podemos suavizar os contornos [12].

Tendo a área a ser eliminada definida, a técnica “inpainting” cria uma estrutura através de cópias e estimções de regiões vizinhas conseguindo assim reconstruir contornos e tons [4].

Em áreas de falta ou áreas danificadas só podemos esperar uma produção plausível e não uma exata reconstrução. Para que o “inpainting” possa ser razoavelmente bem sucedido é necessário que as regiões de interesse sejam relativamente pequenas. Assim, permitimos  $\Omega$  ser uma pequena área a ser “inpainted” dentro de uma fronteira  $\partial \Omega$ . Desde que  $\Omega$  seja pequeno, o procedimento “inpainting” pode ser aproximado por um processo de difusão isotrópica que propaga informações de  $\partial \Omega$  em  $\Omega$  [3].

A técnica de preenchimento tem como principal meta reconstruir áreas danificadas ou áreas de falta em uma imagem, de forma a restabelecer a harmonia [13].

A reconstituição não é aplicada somente em regiões rasuradas. As grandes regiões escuras também são removidas pelo método “inpainting” no início do processo do algoritmo, pois assim o local das grandes regiões escuras torna-se regiões claras, restando apenas regiões claras e pequenas regiões escuras. Este método reconstitui apenas o local indicado sem alterar o resto da imagem.

### 6. Seqüência de métodos

Para identificar e remover as rasuras são utilizados vários métodos. Para estes vários métodos poderem responder com resultados satisfatórios eles obedecem a uma seqüência conforme a Figura 1. O processamento da imagem inicia pela dilatação que é a etapa onde as rasuras são preenchidas por pixels de tom claro.

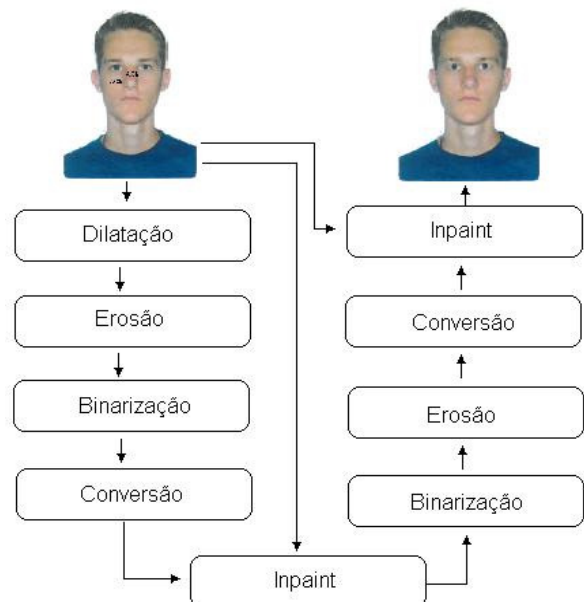


Figura 1. Diagrama da metodologia proposta.

A dilatação torna as regiões escuras menores. Se estas regiões escuras forem pequenas, elas somem por que são preenchidas por regiões claras. A Figura 2 mostra as diferenças entre uma figura original e uma figura dilatada. Na Figura 2(b) as rasuras não estão mais visíveis.

Além de eliminar pequenas rasuras, a dilatação faz com que a imagem perca a qualidade de definição, os olhos se tornam menores e a orelha e o cabelo se tornam mais claros conforme Figura 2(b).

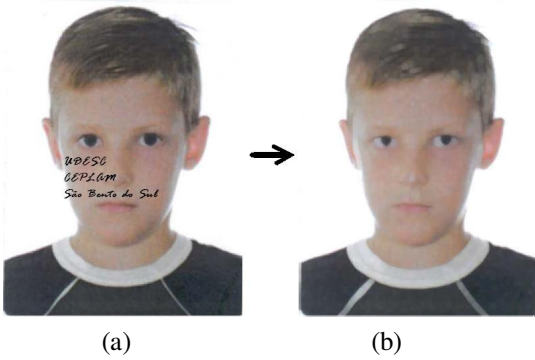


Figura 2. Dilatação a) imagem original, b) imagem dilatada.

Apesar de a dilatação fazer com que a imagem perca a qualidade de definição, ela elimina as pequenas regiões de tom escuro deixando apenas as médias e as grandes regiões escuras. Obter uma imagem sem a rasura, mas possuindo todas as outras regiões escuras é o primeiro passo da metodologia.

Segundo Gonzalez e Woods com  $A$  e  $B$  como conjunto de  $Z^2$ , a dilatação de  $A$  por  $B$  é definida como mostra a equação (1) abaixo:

$$A \oplus B = \{z \mid (\hat{B})_z \cap A \neq \emptyset\}. \quad (1)$$

Esta equação é baseada sobre a obtenção da reflexão de  $B$  originando e deslocando a reflexão por  $z$  [4]. Esta equação é baseada sobre a obtenção da reflexão de  $B$  originando e deslocando a reflexão por  $z$  [4].

A equação (1) é a definição da dilatação, o processo de definição tem vantagens diferentes em outras formulações mais intuitivas quando a estrutura do elemento  $B$  é visto como uma máscara de convolução. Apesar de a dilatação ser baseada como conjunto de operações, considerando que a convolução é baseada sobre operações aritméticas, o processo básico de “lançado”  $B$  é originado e em seguida é deslocado ao conjunto  $A$  que é análogo ao processo de convolução [4].

Neste método a dilatação tem função de remover as pequenas rasuras para tornar possível a identificação dos olhos, do cabelo e da camisa.

Segundo Gonzalez e Woods para os conjuntos  $A$  e  $B$  em  $Z^2$  a erosão de  $A$  por  $B$  é definida conforme a equação (2) abaixo:

$$A \ominus B = \{z \mid (B)_z \subseteq A\}. \quad (2)$$

A equação (2) indica a erosão de  $A$  por  $B$  para o conjunto de todos os pontos  $z$  para  $B$ , traduzidos por  $z$  e contidos em  $A$  [4].

Com a erosão, o cabelo, os olhos, e a camisa irão recuperar seus tamanhos e suas tonalidades perdidos no processo de dilatação. Em seguida, este processo dará a estas regiões um destaque para que o próximo processo (binarização) obtenha resultados mais precisos.

## 6.1. Segmentação

A segmentação corresponde à união e associação da dilatação, erosão, inpainting e binarização de Otsu [11]. Através destes meios é possível identificar somente as regiões desejadas.

A segmentação em muitos casos é um plano para separar objetos do fundo. Se o algoritmo de segmentação tem apenas o objetivo de selecionar o “objeto”, então sua segmentação deve ser invariante às mudanças da luz espectro [5]. No caso do algoritmo apresentado neste artigo, as diferenças de iluminação podem interferir no sucesso do algoritmo, mas não comprometê-lo, a não ser que a imagem esteja em tom muito escuro tornando até a identificação a olho nu difícil.

O objetivo da segmentação neste trabalho é identificar o carimbo. Para identificar o carimbo, a estratégia desta pesquisa é primeiramente eliminar as áreas que interferem na identificação da rasura. A imagem dilatada é binarizada para diferenciar as regiões que devem ser eliminadas com as regiões que não devem ser eliminadas. Essa imagem tem suas cores invertidas e é convertida para 1bit para se tornar uma máscara. Máscara é a imagem que define as regiões que serão reconstituídas no método “inpainting”.

A Figura 3 abaixo representa o processo de eliminação das regiões que interferem na identificação da rasura. A Figura 3(a) com Figura 3(b) são as duas imagens necessárias pelo método “inpainting” para formar a Figura 3(c).

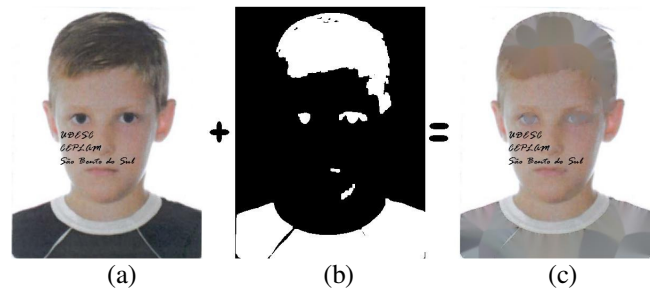


Figura 3. Segmentação a) imagem original, b) Máscara, c) Imagem segmentada.

Agora não tendo grandes regiões de tonalidade escura é possível identificar as rasuras através da binarização [8]. Ao binarizar a imagem, as únicas regiões que são limiarizadas correspondem às regiões escuras e as únicas regiões escuras que a imagem possui agora são as pequenas que na maioria dos casos são as rasuras. A Figura 4(a) representa a imagem contendo apenas as pequenas regiões escuras, a Figura 4(b) representa a segmentação da rasura e a Figura 4(c) representa a imagem reconstituída a partir do método “inpainting”. A imagem resultante do “inpainting” (ou imagem final) que restaura automaticamente ou completamente áreas

removidas em uma imagem [7] é ilustrado com sucesso nesta pesquisa na figura 4.

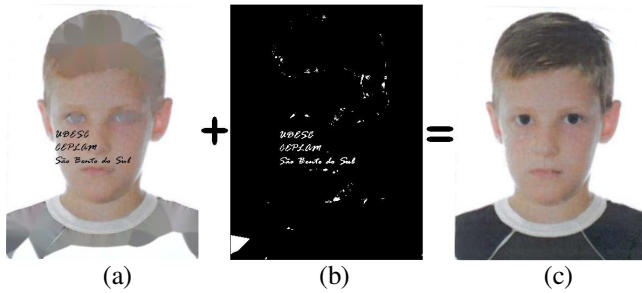


Figura 4. “Inpainting”: a) Imagem segmentada com pequenas regiões escuras, b) Segmentação da rasura, c) resultado.

Portanto, a segmentação de imagem é importante e difícil de resolver uma vez que parece ser dependente de uma aplicação que geralmente não disponibiliza nenhuma informação sobre a estrutura da imagem. Além disso, as crescentes exigências das tarefas de segmentação e da análise de resultados em termos de qualidade introduziram a necessidade de contratação de vários recursos, como os métodos de “inpainting” e morfologia matemática para melhorar o resultado da imagem segmentada [6] automaticamente.

## 7. Resultados

Para avaliar o desempenho da metodologia proposta, foi criada uma base com 104 imagens faciais (fotos 3x4). Estas imagens foram obtidas de voluntários que concordaram em tirar uma fotografia através de uma máquina digital ou de emprestar uma foto 3x4 para ser digitalizada através de um “scanner”.

Tabela 1. Tabela de resultados

	Quantidade	Porcentagem
Remoção completa	92	88,462
Remoção incompleta	11	10,576
Remoção sem sucesso	1	0,962

Os resultados obtidos mostram que 88% das imagens processadas obtiveram a remoção completa da rasura. Somente 10% das imagens testadas obtiveram remoção incompleta devido ao fato das rasuras estarem parcialmente sobrepostas aos cabelos escuros ou aos olhos escuros e em grandes regiões escuras. Portanto, o método proposto ainda não consegue identificar com exatidão as rasuras sobrepostas em regiões escuras da imagem.

A remoção sem sucesso em somente uma imagem, na taxa de 0,9% se deve pelo motivo de o carimbo estar presente sobre uma grande região escura (no cabelo, por

exemplo) impedindo a segmentação deste carimbo, como mostra a figura 5.

A figura 6 ilustra exemplos de imagens testadas com remoção completa da rasura, mostrando a eficiência da metodologia proposta nos testes realizados.

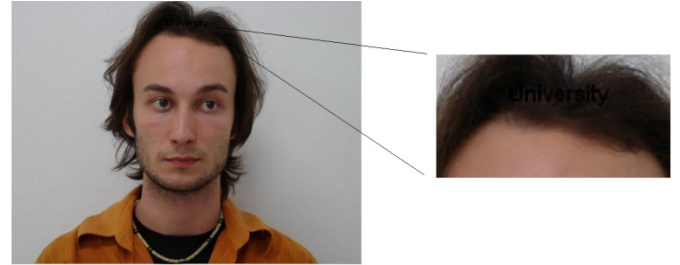


Figura 5. A rasura “University” completamente inserida na região do cabelo escuro.

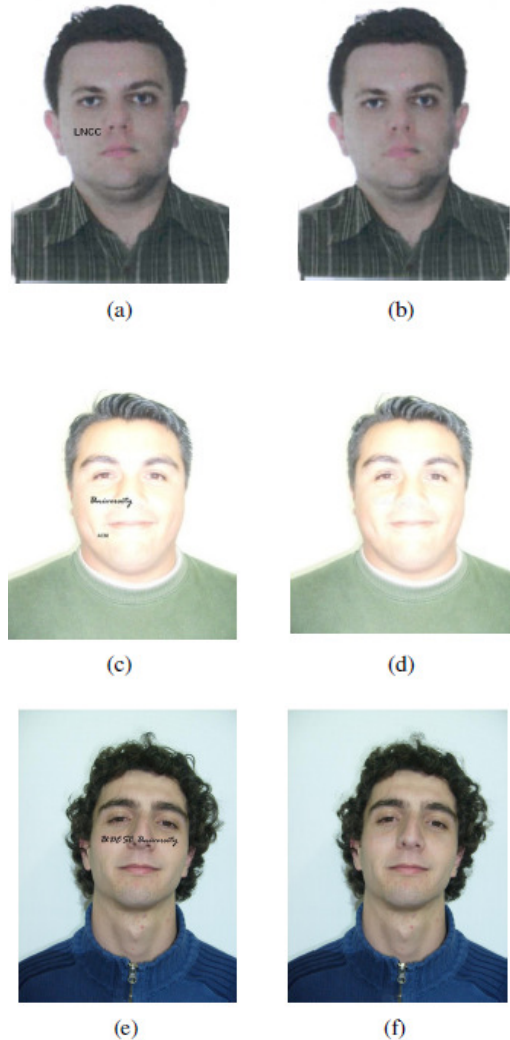


Figura 6. Exemplos de imagens testadas com remoção completa das rasuras. (a) e (c) imagens com rasuras e (b) e (d) imagens recuperadas completamente.



## 8. Conclusão e Trabalhos Futuros

Existem várias formas para segmentar uma imagem. Uma boa segmentação geralmente é criada especificadamente para um tipo de imagem que tem suas próprias características. Estudando as características da imagem se descobre formas de se diferenciar partes ou determinadas regiões. Se aprofundando nas características faciais tornou-se possível desenvolver este algoritmo que reconhece e elimina rasuras. Portanto, a presente metodologia proposta identifica as rasuras a partir do tamanho e da tonalidade de cada região. Com a rasura identificada, o método proposto elimina essa rasura e reconstitui a região facial, de forma automática, sem usar nenhum modelo ou conhecimento a priori das imagens processadas. Os resultados obtidos são promissores, com 88% de taxa de acerto em remoção completa de pequenas regiões escuras nos testes realizados.

A proposta de continuação deste trabalho é melhorar a metodologia de segmentação automática, identificando as rasuras que se encontram sobre as regiões escuras como cabelo, olhos, camisa e sombra, como foram relatadas na sessão anterior. A idéia é identificar as diferenças entre os pixels da vizinhança presentes nas grandes regiões escuras e através destas alterações locais; é possível obter as regiões que apresentam as maiores diferenças. Outra proposta é estudar outros tipos de objetos indesejados que se apresentam nas imagens tais como carimbos e falhas do papel (dobras), além da melhoria de definição das cores em imagens antigas.

## 9. References

- [1] Parker, James R., Algorithms for Image Processing and Computer Vision. 1. ed. Canada: John Wiley & Sons, Inc., 1997.
- [2] Bertalmio, M., Sapiro, G., Caselles, V., and Ballester, C. 2000. Image inpainting. In *Proceedings of the 27th Annual Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques* International Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques. ACM Press/Addison-Wesley Publishing Co., New York, NY, 417-424. DOI= <http://doi.acm.org/10.1145/344779.344972>
- [3] Oliveira, M. M. 2001 Fast Digital Image Inpainting. In *Proceedings of the International Conference on Visualization, Imaging and Image Processing (Marbella, Spain, September 03 – 05, 2001)*. VIIP'01
- [4] Gonzalez, C.R. Woods, E.R. 2002. *Digital Image Processing 2ed*
- [5] Chong, H. Y., Gortler, S. J., and Zickler, T. 2008. A perception-based color space for illumination-invariant image processing. In *ACM SIGGRAPH 2008 Papers* (Los Angeles, California, August 11 - 15, 2008). SIGGRAPH '08. ACM, New York, NY, 1-7. DOI= <http://doi.acm.org/10.1145/1399504.1360660>
- [6] Sofou, A.; Maragos, P.; Generalized Flooding and Multicue PDE-Based Image Segmentation; *Image Processing, IEEE Transactions on Volume 17, Issue 3, March 2008* Page(s):364 – 376 Digital Object Identifier 10.1109/TIP.2007.916156
- [7] Shih, T.K.; Tang, N.C.; Exemplar-Based Video Inpainting Without Ghost Shadow Artifacts by Maintaining Temporal Continuity; *Jenq-Neng Hwang; Circuits and Systems for Video Technology, IEEE Transactions on Volume 19, Issue 3, March 2009* Page(s):347 – 360 Digital Object Identifier 10.1109/TCSVT.2009.2013519
- [8] Yuanping Zhu; Augment Document Image Binarization by Learning; *Pattern Recognition, 2008. ICPR 2008. 19th International Conference on 8-11 Dec. 2008* Page(s):1 – 4 Digital Object Identifier 10.1109/ICPR.2008.476153]
- [9] Kulkarni, A.; Gunturu, H.; Datla, S.; Association-based image retrieval Automation Congress, 2008. WAC 2008. World, Sept. 28 2008-Oct. 2 2008.
- [10] Ming, A. and Ma, H. 2007. A blob detector in color images. In *Proceedings of the 6th ACM international Conference on Image and Video Retrieval (Amsterdam, The Netherlands, July 09 - 11, 2007)*. CIVR '07. ACM, New York, NY, 364-370
- [11] Otsu, N. 1979. A Threshold Selection Method from Gray-level Histograms. *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics*, 9(1):62–66.
- [12] BARCELOS, Célia Aparecida Zorzo ; BATISTA, Marcos Aurélio. Image restoration using digital inpainting and noise removal. *Image and Vision Computing*, v. 25, n. in Press, p. 61-69, 2007.
- [13] BARCELOS, Célia Aparecida Zorzo; Batista, Marcos Aurélio; Martins, Adriana Medeiros; NOGUEIRA, Antônio Carlos. Geodesic path based digital inpainting. *Applied Mathematics and Computation*, v. 189, p. 1662-1674, 2007.
- [14] SAPIRO, Guillermo; Level Set and PDE Methods for Computer Graphics. *Image Inpainting: An Overview. Electrical and Computer Engineering*. University of Minnesota, Los Angeles, 2004
- [15] BATISTA, Marco Aurélio; *Retoque Digital. Dissertação de Mestrado. Mestrado em Ciência da Computação. Universidade Federal de Uberlândia, UFU, Brasil, 2003.*