

## Operador Gradiente Aplicado na Segmentação de Monumento Histórico Estudo de Caso: Igreja de Santa Cruz-Barra do Bugres - MT

**Jonhy S. S. Ferreira**

Departamento de Matemática - UNEMAT  
78.390-000, Campus de Barra do Bugres, Barra do Bugres - MT  
E-mail: [j\\_syllas\\_f@hotmail.com](mailto:j_syllas_f@hotmail.com)

**Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Edinéia Aparecida dos Santos Galvanin**

Departamento de Matemática - UNEMAT  
78.390-000, Campus de Barra do Bugres, Barra do Bugres - MT  
E-mail: [galvanin@gmail.com](mailto:galvanin@gmail.com)

### RESUMO

A área de Processamento Digital de Imagens (PDI) vem apresentando ao longo dos anos um aumento significativo no desenvolvimento tecnológico [3]. O PDI tem auxiliado na tarefa de análise de imagens em diversas áreas, dentre elas se destacam a área de preservação e recuperação de monumentos históricos. Neste trabalho o principal objetivo foi avaliar a viabilidade da utilização da segmentação de imagens digitais de fachadas de monumentos históricos via operador gradiente.

O prédio da Igreja de Santa Cruz construído em 1936, monumento que teve seu tombamento como patrimônio histórico e cultural em 2008 com registro na Secretaria de Estado de Cultura de Mato Grosso, localizado na cidade de Barra do Bugres-MT, foi utilizado como teste neste trabalho. A preservação dos monumentos históricos possui um papel fundamental, já que resgatam importantes valores para a cidade além de conservarem a memória da nação [1].

Neste artigo realizou-se a segmentação da fachada da Igreja Santa Cruz. As etapas correspondentes à metodologia foram: 1) Discretização do operador gradiente usando o método de diferenças finitas para discretização das derivadas parciais. 2) Implementação do operador gradiente no ambiente MATLAB. O operador gradiente é muito utilizado em PDI por sua capacidade de determinar mudanças nos níveis de cinza de uma imagem. Segundo [4], o Gradiente de uma imagem  $f(x, y)$  na posição  $(x, y)$  é dado pelo vetor:

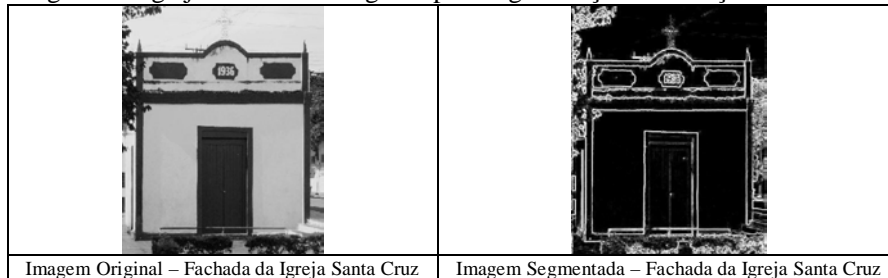
$$\nabla f = \begin{bmatrix} G_x \\ G_y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\partial f}{\partial x} \\ \frac{\partial f}{\partial y} \end{bmatrix} \text{ e sua onde magnitude é: } |\nabla f| = \text{mag}(\nabla f) = [G_x^2 + G_y^2]^{1/2} \quad (1)$$

A aplicação dos operadores  $G_x$  e  $G_y$  resultam nos gradientes da borda nas direções  $x$  e  $y$ . A solução numérica do vetor gradiente é obtido através da discretização da região onde procura-se a solução. Segundo [2] na construção de soluções aproximadas para equações diferenciais parciais existentes no modelo, em primeiro lugar discretiza-se o domínio onde a equação diferencial é definida. Logo, obtêm-se um conjunto solução discreto, ou seja, aproxima-se o valor da solução em pontos do domínio. Neste trabalho utilizaram-se imagens bidimensionais  $(m \times n)$  representadas pela função  $u: \Omega \subset \mathbb{R}^2 \rightarrow \mathbb{R}$  onde se deseja encontrar a solução  $u(x, y)$ . Os valores  $(x, y)$  nas coordenadas espaciais representam à intensidade do tom de cinza da imagem  $u$  na posição  $u(x, y)$ . A região  $\Omega$  é discretizada em uma malha regular de pontos igualmente espaçados, isto é, de passo constante e igual a 1. Com isso, definiu-se a malha sobre a qual foi calculada a solução aproximada. Particularmente, considerou-se  $h = k$ , o que torna a malha regular em  $(x, y)$ . A malha de passo  $h$  e  $k$ , associada a  $(x_i, y_j)$  é constituída por  $(x_i, y_j) = (x \pm ih, y \pm jk)$   $i, j = 1, 2, \dots$

Para obter as diferenças relativas às derivadas parciais, referente à função  $u(x, y)$ , utilizou-se do método de diferenças finitas. Segundo [2] o método das diferenças finitas consiste em discretizar as derivadas parciais que estão na equação diferencial, ou seja, as derivadas são aproximadas por diferenças entre valores da solução discretizada. A série de Taylor é a ferramenta matemática utilizada na definição de aproximações das derivadas na região dos pontos de interesse. Neste trabalho utilizou-se o operador de diferença centrada em  $x$  e  $y$  dado pelas equações (2) que por conveniência usa-se a seguinte notação para os pontos da malha:

$$u_x \approx \frac{u_{i+1,j} - u_{i-1,j}}{2} \quad \text{e} \quad u_y \approx \frac{u_{i,j+1} - u_{i,j-1}}{2}, \quad \text{com } i = 2, 3, \dots, m-1 \text{ e } j = 2, 3, \dots, n-1. \quad (2)$$

O gradiente indica a direção da taxa de aumento máximo na tonalidade de níveis de cinza e a magnitude do gradiente mostra a taxa de aumento máximo por unidade de distância na direção do vetor gradiente [5], com essas propriedades obtêm-se a borda da imagem. A figura 1 ilustra a imagem original da Igreja Santa Cruz seguida pela segmentação e obtenção das bordas.



**Figura 1** – Aplicação do Vetor Gradiente em uma imagem digital.

Verifica-se visualmente na figura 1 o princípio do isolamento dos objetos, obtendo como produto final às bordas da imagem. O resultado mostrou a viabilidade do uso da detecção de bordas de fachadas de monumentos históricos via operador gradiente. Neste sentido a segmentação de bordas via operador gradiente é uma ferramenta útil para documentar os contornos dos monumentos históricos, significando um passo importante para garantir que no futuro o processo de restauração resgate com fidelidade as características originais dos monumentos.

**Palavras-chave:** *Processamento Digital de Imagens, Operador Gradiente, Diferenças finitas, Monumentos Históricos.*

#### **Referências:**

- [1] B. N. Chimenti, P. A. Rheingantz e C. N. Baroncini, APO Aplicada Em Edificações Históricas Estudo De Caso: Faculdade De Direito Da U.F.R.J.\_ Publicado nos Anais do NUTAU'2000. São Paulo: FAUUSP, 2000. [CD-ROM] (cód.027).
- [2] M. C. C. Cunha, Métodos Numéricos, 2ª Edição, Editora da UNICAMP, São Paulo, 2000.
- [3] E. A. S. Galvanin, “Utilização de Equações Diferenciais Parciais (EDPs) no Tratamento de Imagens Orbitais”. Dissertação de Mestrado em Ciências Cartográficas - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, UNESP, Brasil, 2002.
- [4] R. C. Gonzalez e R. E. Woods, Processamento de imagens digitais. Tradução de Roberto M. C. Junior, Luciano da F. Costa. São Paulo: Edgard Blücher, 2000.
- [5] M. L. Rodrigues, “Modelos de Retoque Digital Utilizando Equações Diferenciais Parciais”. Dissertação de Mestrado em Ciência da Computação – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia-MG, 2006.