

Mapeamento e análise da carta imagem da cidade de Macapá-AP obtida através da fusão das imagens do satélite CBERS-2B multisensor CCD e HRC

Herondino dos Santos Filho¹
Maria das Graças de Almeida¹
Renan Osórios Rios²

¹ Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais - CEFET/MG
Av. Amazonas, 7675 – 30.510-000 – Belo Horizonte - MG, Brasil
herondino7@yahoo.com.br, graca@dppg.cefetmg.br

² Instituto Federal do Espírito Santo - IFES
Caixa Postal 29.700-660 - Colatina - ES, Brasil
renan@ifes.edu.br

Abstract

Macapá city is the capital of Amapá State, Brazil and information about its political limits and perimeter of the city is not easily found in the literature, according with the city law nº 28/2004, which describes the urban neighborhood. The mapping of the city and environmental analysis of the chart image are the goal of this work. The acquisition of the satellite images and software SPRING, powerful geographic information system software, used in this study were both available for free at INPE (Brazilian National Institute for spatial Researches). A survey in a visit in the city and counties around it was done in order to obtain more data and information to be used in this research. Image processing techniques were used in order to improve their quality, such as elimination of noise, application of contrast, restoration, filtering, and the process of CCD image fusion and HRC. After the color composition was obtained, the image suffered vector edition and polygonalization in order to obtain the chart image of Macapá-AP cit, so that the chart image would represent the area of study. A environmental analysis of the chart image was done.

Keywords: remote sensing, image processing, letter image, sensoriamento remoto, processamento de imagem, carta imagem.

1. Introdução

A cidade de Macapá é a capital do estado do Amapá, sendo a única capital do país que é cortada pela linha do equador e banhada pelo rio Amazonas. Segundo o IBGE (2009) Macapá possui uma população de 366.484 habitantes em uma área de 6.532 km², o que resulta em uma densidade demográfica de 55,84 hab./km².

O presente trabalho tem como objetivo a elaboração de carta imagem contendo os limites urbanos da cidade de Macapá. Apesar de ser uma das capitais do estado brasileiro, não foi possível encontrar na literatura, uma carta imagem ou temática contendo os seus limites urbanos, conforme determinado pela Lei do Perímetro Urbano de Macapá de 2004, que informa em seu artigo 6º: “deverá (conter) as coordenadas dos vértices definidores georeferenciados ao Sistema Geodésico Brasileiro, no prazo de 1 (um) ano contado da vigência desta lei complementar”.

As imagens apresentadas neste trabalho foram geradas pelo sistema sensores CCD 2B e HRC do Satélite CBERS-2B¹. As bandas do sensor CCD 2B utilizadas foram as bandas 3R, 4G e 1B. A imagem CCD possui resolução espacial de 20m por 20m. A imagem HRC possui resolução espacial de 2.5m.

¹ China-Brazil Earth Resources Satellite foi realizado em cooperação com o governo da China para o desenvolvimento de satélites de sensoriamento remoto, buscando o monitoramento dos recursos terrestres a partir de sensores com diferentes resoluções espaciais, espectrais e temporais.

2. Metodologia de Trabalho

Para alcançar os objetivos propostos foram utilizadas imagens multiespectrais do satélite CBERS-2B, data de passagem em 13 de novembro de 2008. Apesar haver ruídos e nuvens presentes na imagem, foi possível fazer o seu georreferenciamento e em seu processamento adotou-se os procedimentos mostrados na Figura 1. Em seguida foi feita a vetorização e posterior geração do polígono que permitiu o recorte da imagem e mapeamento.

A aquisição das imagens foi realizada junto ao Departamento de Processamento de Imagens do INPE onde se obteve também de forma gratuita o software SPRING versão 5.1.5 que foi utilizado no processamento das imagens (Câmara, 1996). Após a definição do retângulo envolvente da cidade de Macapá-AP e adquirido seus 19 pontos de controle com o uso de GPS em locais estratégicos da cidade, realizou-se o georreferenciamento.

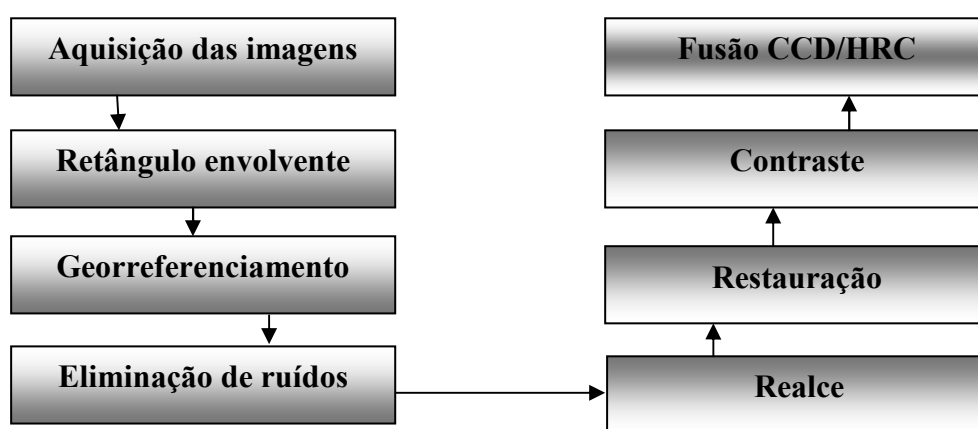


Figura 1. Processamento da imagem CCD/HRC

Procurou-se eliminar o ruído encontrado na imagem, realizando filtragem linear de imagem TM, para melhorar a sua qualidade visual. A restauração de imagem é uma técnica de correção radiométrica implementada no SPRING, onde segundo Moreira (2005) o objetivo é corrigir as distorções inseridas pelo sensor óptico no processo de geração das imagens digitais. Essa correção é feita a partir de um filtro linear em que os pesos do filtro linear de restauração são obtidos a partir das características do sensor.

Na primeira etapa fez-se restauração do pixel de resolução de 20m para 10m. Em seguida com ajuda do interpolador bilinear, a redução foi para 2.5m tornando a imagem pronta para a realização da fusão. A fusão é o procedimento para colorir a imagem pancromática do sensor HRC com as cores de uma composição colorida utilizando as imagens do sensor CCD. Para isso é usada a técnica de transformação de espaço de cores RGB para o IHS e de IHS para RGB.

2.1 Transformação RGB para IHS

Na transformação RGB para HSI, as cores são obtidas através da imagem da composição colorida da banda CCD. Neste trabalho, as cores RGB utilizadas na composição colorida foram nas bandas 3(R), 4(G) e 1(B), respectivamente.

A transformação RGB-IHS é mais detalhada em Gonzales e Woods (2002). A transformação é apresentada a partir das equações:

$$H = \begin{cases} \theta & \text{se } B \leq G \\ 360 - \theta & \text{se } B > G \end{cases} \quad (1)$$

Onde o componente H determina a matiz do sistema sendo

$$\theta = \cos^{-1} \left[\frac{0,5 \cdot (R - G) + (R - B)}{\left[(R - G)^2 + (R - B) \cdot (G - B) \right]^{1/2}} \right] \quad (2)$$

A componente intensidade é dada por

$$I = \frac{1}{3}(R + G + B) \quad (3)$$

E a saturação iniciada por

$$S = 1 - \left(\frac{3}{R + G + B} \right) \cdot \min(R, G, B) \quad (4)$$

Se o valor da saturação for nulo, então a definição de H torna-se desnecessária. Geralmente adota-se o valor de $H=0$ como sendo relativo à cor vermelha pura e, a partir dessa referência são determinadas as outras cores do espectro. Como H é medida radial, ou seja, valor de um ângulo deve-se tomar cuidado com ocorrência de ângulos próxima de zero (Gonzales e Woods, 2002).

Na Figura 2 vemos o resultado do uso da transformação do modelo de cores RGB para o modelo IHS.

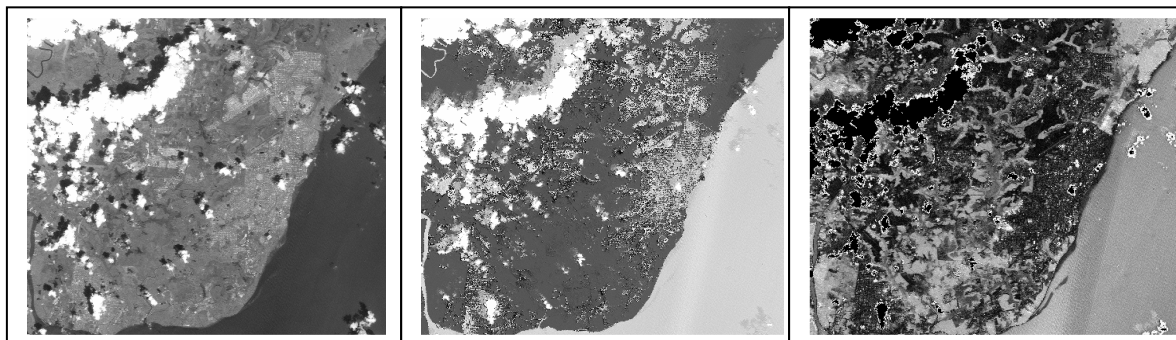


Figura 2. Transformação RGB para IHS a partir da esquerda respectivamente

2.2 Transformação IHS para RGB

Na transformação inversa de IHS para RGB, mostrada na Figura 3, a componente intensidade I é substituída pela imagem HRC. Para a obtenção dos componentes RGB entre setores RG ($0^\circ \leq H \leq 120^\circ$), GB ($120^\circ \leq H \leq 240^\circ$) e BR ($240^\circ \leq H \leq 360^\circ$) onde o matiz varia dentro de cada ângulo do setor, apresentam-se equações distintas, como por exemplo, no setor RG as equações da transformação IHS para RGB é dada por:

$$B = I \cdot (1 - S) \quad (5)$$

$$R = I \cdot \left(1 + \frac{S \cos H}{\cos(60^\circ - H)} \right) \quad (6)$$

$$G = 3 \cdot I - (R + B) \quad (7)$$

Pode-se encontrar melhor detalhamento em Gonzales e Woods (2002).

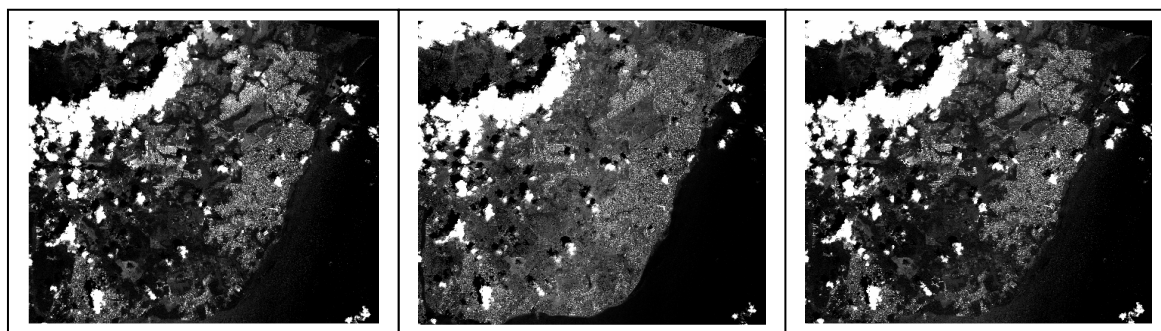


Figura 3. Transformação IHS para RGB a partir da esquerda respectivamente

2.3 Criação de vetor e polígonos

Através da imagem de composição colorida resultante da fusão CCD/HRC, a qual teve sua a qualidade da imagem melhorada, seguiu-se as orientações contidas na Lei Complementar nº28/2004, que descreve o perímetro urbano da cidade de Macapá, para fazer a criação dos vetores, destacando os pontos contidos no anexo I desta lei. Os dados que possibilitaram a elaboração deste trabalho foram obtidos em grande parte, durante duas visitas de campo na cidade, e no Setor de Planejamento – SEPLAN da Prefeitura Municipal de Macapá, bem como na biblioteca da Secretaria Estadual de Meio Ambiente – SEMA/AP.

A criação dos vetores resultou após um ajuste de 209 nós. O ajuste de nós foi necessário para que fosse feita a poligonalização que delimitou o perímetro urbano mostrado na Figura 4.

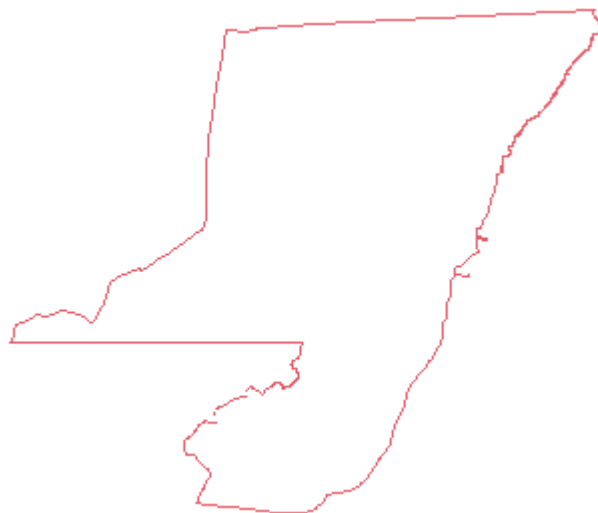


Figura 4. Polígono do perímetro urbano de Macapá/AP.

3. Resultados e Discussão

Na Prefeitura de Macapá-AP, foram obtidos os mapas no formato CAD, contendo informações das áreas de estudo, contudo sem estar georreferenciada no sistema geodésico ou UTM. Na Secretaria de Estado do Meio Ambiente – SEMA, obteve-se carta imagem do satélite Ikonos de 2001, na qual havia grande parte das informações a respeito das áreas de ressacas de Macapá e Santana. Este mapa se encontra com coordenadas do sistema UTM. Também foi obtido um Mosaico de imagem de satélite não especificado contendo área sombreada indicando as delimitações das ressacas de Macapá e Santana, entretanto não possuíam as delimitações contidas na Lei do Perímetro Urbano de Macapá como mostrada na Figura 5.

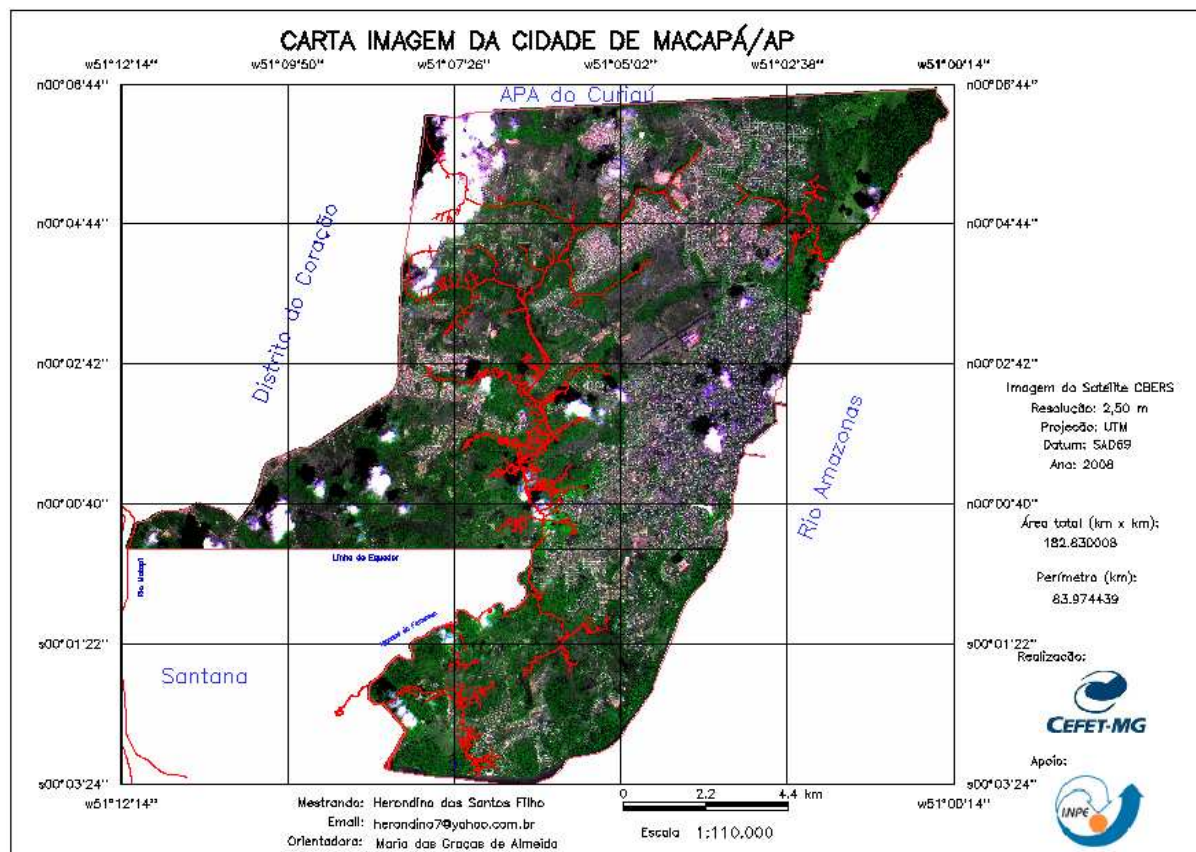


Figura 5. Carta Imagem contendo as delimitações do perímetro urbano de Macapá

Além da carta imagem obteve-se como resultado o polígono devidamente georreferenciado no formato sph.

4. Conclusões

A utilização de mapas para estudo e planejamento é um recurso antigo e muito eficaz. Com as técnicas modernas e os instrumentos disponíveis atualmente, pode tornar-se meio único e eficiente para gestão pública e outros estudos. Como exemplo, da imagem processada se pode observar que a cidade possui uma bacia hidrográfica singular que recorta toda a cidade. O seu principal afluente que é denominado de Igarapé do Fortaleza, inicia na parte sul da cidade e estende-se até o limite da região norte.

Em uma análise mais detalhada, pode-se observar que das suas microbacias surgem as chamadas “ressacas”, onde diferentemente dos conceitos comumente conhecidos e segundo Souza (2003, apud Silveira), trata-se de um “termo regional usado para definir as áreas que se comportam como reservatórios naturais de água, que se caracterizam por um ecossistema complexo e distinto, sofrendo efeitos da ação das marés e pluviosidade, de maneira temporária”. Pode-se verificar a existência de outros rios menores dentro da cidade que também alimentam outras ressacas como o Rio Paxicu que serve de limite natural para a APA da Fazendinha e que alimenta a ressaca de mesmo nome.

Neste contexto, Acselrad (2002) afirma que “o imaginário cartográfico e as representações do território para fins de zoneamento encerram, com efeito a necessidade de fragmentar o real para melhor defini-lo, descrevê-lo e, simbolicamente, possuí-lo”.

Existem outras cartas imagens e temáticas que podem ser construídas a partir de imagens de satélite como o do uso e ocupação do solo numa análise multitemporal ou ainda mais especificamente das áreas de como as áreas de “ressaca”.

Referência Bibliográfica

Acsehrad, H. Políticas ambientais e construção democrática. In: Viana, G.; Silva, M.; Diniz, N. **O desafio da sustentabilidade; um debate sócio-ambiental no Brasil**. São Paulo: Fundação Perseu Abramo, 2001/2002. p. 57.

Câmara, G. Spring: Integrating Remote Sensing and GIS by Object Oriented data Modelling. **Computers & Graphics**, 20(3) 395-403, May-June, 1996.

Gonzales, R. C.; Woods, R. E. **Digital Image Processing**. 2a Edição. ed. New Jersey: Prentice Hall, 2002. 295-300 p.

Gonzalez, R. C.; Woods, R. E. **Processamento de Imagens Digitais**. 1a Reimpressão. ed. São Paulo: Edgard Blücher Ltda, 2003. 160-168p.

Instituto Nacional De Pesquisas Espaciais - Inpe. (2009), Ministério da Ciência e Tecnologia. www.cbers.inpe.br. Disponível em: <<http://www.cbers.inpe.br/noticias/php?cod=not174>>. Acesso em: 06 agosto 2010.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Ibge Cidades@**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/painel/painel.php?codmun=160030#>>. Acesso em: 10 Junho 2009.

Moreira, M. A. **Fundamentos do Sensoriamento Remoto e Metodologias de Aplicação/Maurício Alves Moreira**. 3a. Edição. ed. Viçosa: UFV, 2005. 273 e 282 p.

Macapá, P. M. D. Lei Complementar 28/2004. **Do Perímetro Urbano do Município de Macapá**, 2009.

Souza, J. D. S. A. D. Qualidade de Vida Urbana em Áreas Úmidas: ressaca de Macapá e Santana. 2003. 19-20 p. (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável) – Universidade de Brasília, Brasília, 2003