

Mapeamento e classificação das áreas de ressaca na região metropolitana de Macapá-AP utilizando imagens do satélite CBERS-2B

Herondino dos Santos Filho¹
Maria das Graças de Almeida¹
Magno Meirelles Ribeiro¹

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, gracia@dppg.cefetmg.br, ribeiro@dppg.cefetmg.br

Abstract. The population growth in the last decade in the Macapá-AP, Brazil, was exceptional and one of the largest in the Brazilian nation. The institute IBGE showed population growth in 1991 of 179,777 inhabitants and in 2010 of 398,204 inhabitants, with human growth during this period approximately 121.49%. The most of this population has built their homes in places not adequate for humans, but it is cheaper and the access is easier. Macapá city is surrounded by the Amazon River and a complex basin, is located within this city limits. This river also feeds the various fields of great extent of flooding that are called “ressacas”. It is in these wet areas that immigrants come from another states and they find there “free” space to build their homes. The goal of this study is to analyze the satellite imagery of CBERS-2B, with passage in 11/13/2008, and make the mapping of the perimeter of Macapá city within its protected areas that are called “ressacas” and identify the human presence within areas that are legally protected. The methodology included the creation of the database, project design, collection of control points, the processing of the satellite images used in the design, construction of the perimeter of polygons urban and “ressacas” in the analysis, the segmentation procedure employed and the preparation of thematic maps. The results were the mapping of the urban area and their “ressacas”, the statistical analysis of human action in these areas of environmental preservation, and comparative analysis between “ressacas”.

Palavras-chave: Image processing, remote sensing, fusion, segmentation, processamento de imagem, sensoriamento remoto, fusão, segmentação.

1. Introdução

O crescimento demográfico de Macapá, nas últimas décadas, foi um dos maiores já registrados em todo o país. O IBGE mostra um crescimento populacional do ano de 1991 de 179.777 habitantes para o ano 2010 de 398.204 habitantes, tendo um crescimento nesse período de cerca de 121,49 %. Grande parte desse quantitativo populacional de Macapá constrói suas moradias em lugares sem condições humanas adequadas, porém de custo baixo e acesso fácil. Macapá é banhada pelo rio Amazonas e detentora de uma complexa bacia hidrográfica inserida em seu perímetro urbano. Essa bacia também alimenta vários campos de inundação de grande extensão chamados “ressacas”. É nesses espaços úmidos que muito desses imigrantes oriundos de outros estados estão encontrando espaço “gratuito” para a construção de suas moradias. A falta de fiscalização de órgãos responsáveis bem como a ausência de discussão social contribuem também para essa degradação ambiental e social. Os objetivos deste trabalho são analisar as regiões de ressaca usando imagens do satélite CBERS-2B com passagem em 13/11/2008, o mapeamento do perímetro urbano da cidade de Macapá e as áreas de proteção ambientais denominadas “ressacas” e fazer sua classificação temática a partir da segmentação de limiar multispectral, identificando, em especial, a presença humana dentro dessas áreas legalmente protegidas. A metodologia utilizada contou com a criação do banco de dados, a elaboração de projetos, a coleta dos pontos de controle, as visitas aos órgãos competentes para adquirir informações sobre a área de estudo, processamento das imagens de satélite utilizadas no projeto, a construção dos polígonos do perímetro urbano e das ressacas em análise, o procedimento de segmentação empregado, a aquisição das amostras para uso na classificação através da Maxver e a elaboração das cartas temáticas. Como

resultados, apresentam-se o mapeamento do perímetro urbano e de suas ressacas, a análise estatística da ação do homem nessas áreas de preservação ambiental e a análise comparativa entre as ressacas. Os resultados apresentados contam com 13 edições vetoriais, uma carta-imagem e 24 cartas temáticas. Das edições vetoriais tem-se: os polígonos das ressacas de Macapá, o polígono do perímetro urbano de Macapá, as linhas vetoriais de coordenadas que delimitam o Igarapé Fortaleza dentro do perímetro urbano de Macapá, as linhas vetoriais de coordenadas que delimitam o rio Paxicu e linhas vetoriais que evidenciam dois rios na região norte da cidade, próximos à rodovia do Pacoval. E linhas vetoriais que apresentam as principais vias de Macapá.

2. Metodologia de Trabalho

A metodologia utilizada nesta pesquisa é representada na Figura 1, mostrando as etapas em que foram desenvolvidas todas as atividades deste trabalho como a coleta dos pontos de controle, visitas aos órgãos competentes, processamento das imagens que seriam utilizadas no projeto, a construção dos polígonos do perímetro urbano e das ressacas em análise, o procedimento de segmentação empregado, a aquisição das amostras para uso na classificação por meio da técnica Maxver, até a elaboração das cartas temáticas.

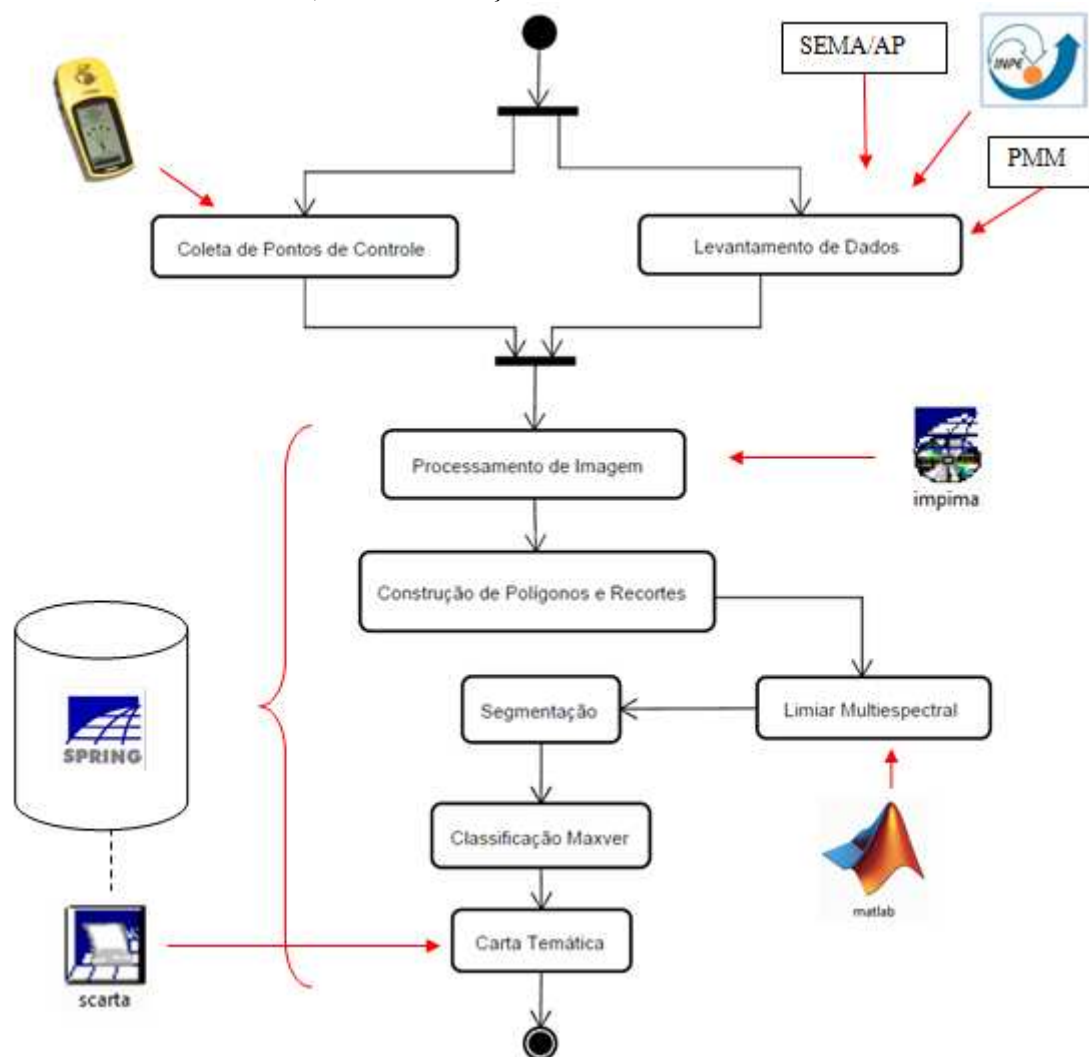


Figura 1. Fluxograma da metodologia usada nesta pesquisa.

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, utilizado no processamento das imagens (Câmara, 1996).

As bandas espectrais do satélite CBERS-2B correspondentes à área de estudo são descritas na Tabela 1.

Tabela 1. Imagem do Satélite CBERS-2B correspondente a área de estudo

SATÉLITE CBERS-2B (13/11/2008)		
BANDAS ESPECTRAIS CCD	INTERVALO DE COMPRIMENTO DE ONDA (μm)	FAIXA ESPECTRAL
Banda1_131108	0,45-0,52 (20m)	Azul (visível)
Banda2_131108	0,52-0,59 (20m)	Verde (visível)
Banda3_131108	0,63-0,69 (20m)	Vermelho (visível)
Banda4_131108	0,77-0,89 (20m)	Infravermelho próximo
Banda5_131108	0,51-0,73 (20m)	Pancromática

A imagem HRC utilizada também é da mesma data de passagem 13/11/2008.

2.1 Banco de Dados

Com o SPRING foi criado um banco de dados georreferenciado, nomeado Amapa, com o propósito de armazenar dados para a execução do trabalho. Em seguida foi elaborado um projeto denominado Macapa com os seguintes parâmetros:

- Sistema de projeção cartográfica: UTM;
- Meridiano central: 51° WGr;
- Zona: 22;
- Datum: SAD 69 (*South American Datum de 1969*);
- Coordenadas: Planas;
- Hemisférios: Norte e Sul;
- Coordenadas do retângulo envolvente:

O 476869.509943; S 9992668.713816 (Canto esquerdo inferior)

O 501054.952274; N 13606.0788509995 (Canto direito superior)

O projeto aqui mencionado refere-se a arquivos construídos pelo SPRING para a criação de artefatos que represente os modelos de dados.

Ao todo, neste projeto, foram criados 661 planos de informações.

Além do projeto Macapa também foram criados 23 projetos descrevendo as resacas que estão contidas dentro do retângulo envolvente do projeto Macapa. São os seguintes projetos: Acai, Araxá/Jardim Equatorial, Beiol, BeiolPrim, ChicoDias, Coracao, FazAF, Fazendinha, Ig_Arco, Ig_Fortaleza, InfraeroII, Jandia, Km9, LagoVaca, LagoaIndios, Marabaixo, MarcoZero, N_Esperanca, P_Socorro, Pacoval, Poco_Mato, SaComprido e Tacaca. Outro projeto construído foi chamado de Perimetro.

O banco Amapa teve ao todo 22,1 Gigabytes de volume de dados

2.2 Processamento da Imagem

Após a definição do retângulo envolvente e adquirir os 19 pontos de controle com o uso de GPS em locais que pudessem ser identificados na imagem, realizaram-se o georreferenciamento e processamento da imagem adotando os procedimentos mostrados na Fig. 2. As imagens foram recortadas pelo IMPIMA, e são utilizadas as bandas 3(R), 4(G) e 2(B).

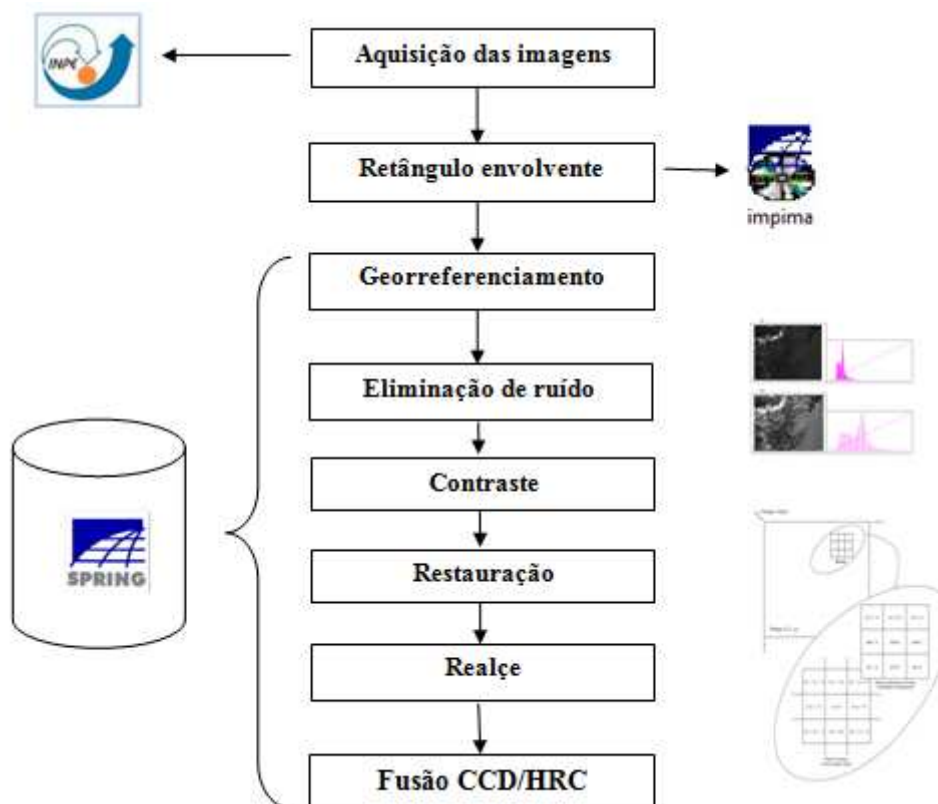


Figura 2. Fluxograma do processamento da imagem CCD/HRC do CBERS-2B.

3. Resultados e Discussão

Os resultados apresentados contam com 13 edições vetoriais, uma carta imagem e 24 cartas temáticas, contudo neste trabalho será mostrado apenas a carta temática que integra as ressacas do perímetro urbano de Macapá (Fig. 3). Todos os demais resultados estão na dissertação do mesmo título deste artigo, estando no site <http://www.mmc.cefetmg.br/>.

Ao todo foram confeccionadas 24 cartas temáticas e neste trabalho foram ordenadas por ordem alfabética as 23 cartas temáticas das seguintes ressacas: Açaí, Araxá/Jardim Equatorial, Beiril, Chico Dias, Coração, Fazenda AF, Fazendinha, Igarapé do Arco, Igarapé Fortaleza, Infraero II, Início do Beiril, Jandiá, Km 9, Lago da Vaca, Lagoa dos Índios, Marabaixo, Marco Zero, Nova Esperança, Perpétuo Socorro, Pacoval, Poço do Mato, Sá Comprido e Tacacá. Em sua grande maioria, as ressacas receberam o nome do bairro mais próximo.

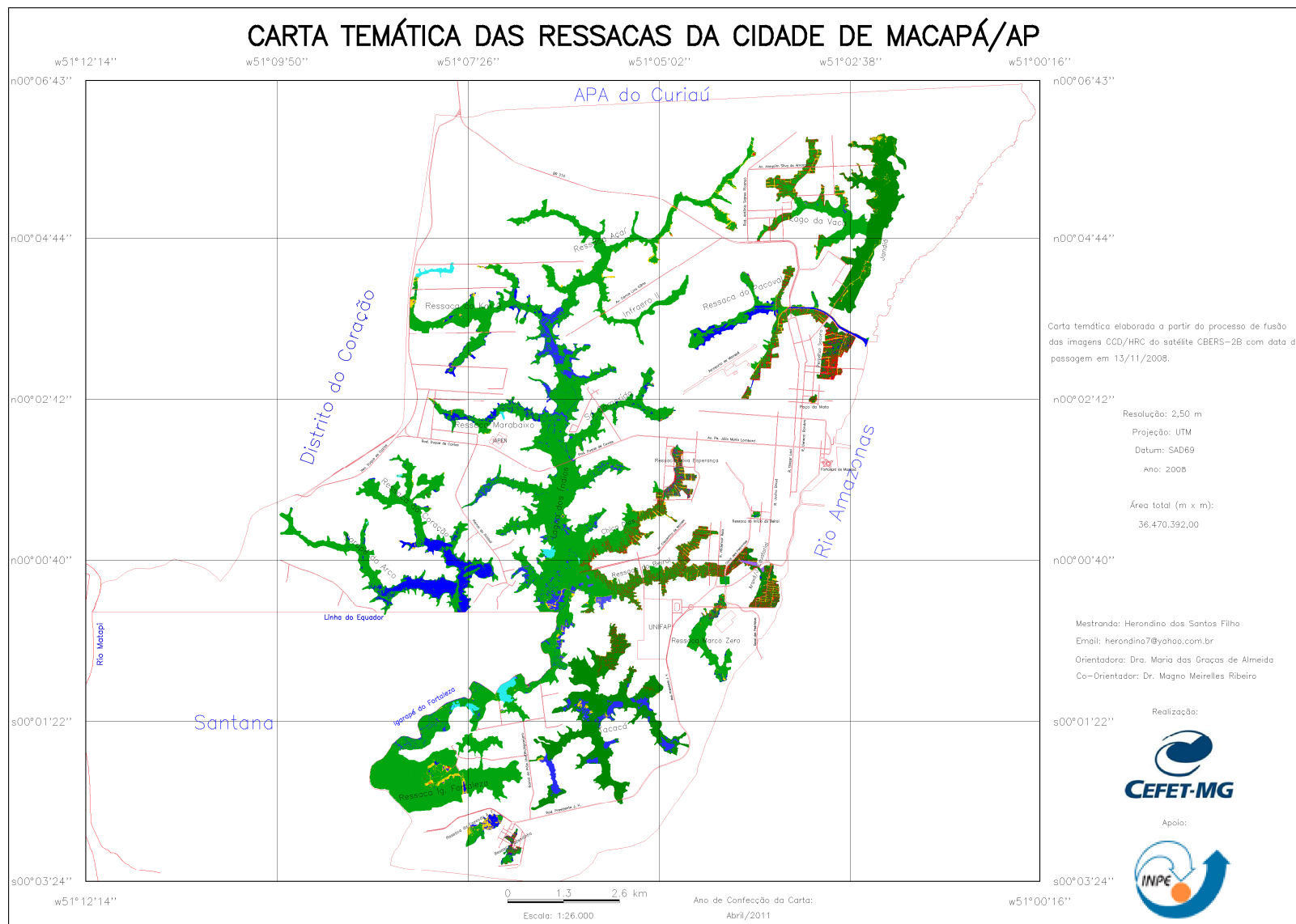


Figura 3 – Ressacas do perímetro urbano de Macapá

A sua classificação e medidas de áreas são dadas na Tabela 2.

Tabela 2. Classificação das áreas de ressaca da cidade de Macapá/AP (em m²)

Nº. De Ordem	Ressaca	Vegetação e Água	Área Habitada	Solo Exposto	Rua Asfaltada	Água	Nuvem/Ruído Sensor	Total
1	Açaí	1.846.881,25	11.431,25	115.800,00	2.106,25	-	-	1.976.218,75
2	Araxá/Jardim Equatorial	397.706,25	145.100,00	59.000,00	8.456,25	11.475,00	34.437,50	656.175,00
3	Chico Dias	937.400,00	169.125,00	36.731,00	1.306,00	-	4.031,00	1.148.593,00
4	Coração	1.409.650,00	1.568,75	16.450,00	-	526.856,25	7.356,25	1.961.881,25
5	Beirol	1.347.637,50	360.525,00	54.112,50	14.343,75	78.131,25	-	1.854.750,00
6	Início do Beirol	18.043,75	400,00	868,75	-	2.193,75	-	21.506,25
7	Fazenda A.F.	126.087,50	-	66.150,00	-	77.225,00	-	269.462,50
8	Fazendinha	96.418,75	26.000,00	393,75	937,50	22.418,75	-	146.168,75
9	Igarapé do Arco	1.040.262,50	-	-	-	580.706,25	3.400,00	1.624.368,75
10	Igarapé da Fortaleza	3.173.525,00	4.118,75	104.850,00	-	26.075,00	-	3.308.568,75
11	Infraero II	469.319,00	444,00	4.462,00	612,00	-	-	474.837,00
12	Jandiá	2.252.812,50	31.037,50	90.881,25	5.425,00	-	-	2.380.156,25
13	Lago da Vaca	1.247.137,50	175.825,00	68.993,75	6.012,50	7.400,00	-	1.505.368,75
14	Lagoa dos Índios	7.485.225,00	2.487,00	85.175,00	3.325,00	1.072.925,00	242.475,00	8.891.612,00
15	Marco Zero	567.043,75	24.206,25	19.481,25	2.312,50	28.550,00	-	641.593,75
16	Marabaixo	472.612,50	2.181,25	9.781,25	887,50	126.856,25	11.256,25	623.575,00
17	Nova Esperança	174.125,00	106.500,00	36.362,50	3.793,75	57.887,50	-	378.668,75
18	Pacoval	983.218,75	202.718,75	83.850,00	5.837,50	350.800,00	-	1.626.425,00
19	Poço do Mato	16.662,50	7.662,50	1.643,75	100,00	150,00	-	26.218,75
20	Perpétuo Socorro	317.368,75	233.943,75	40.712,50	4.606,25	28.968,75	-	625.600,00
21	Ramal 9	1.399.468,75	356,25	67.525,00	-	136.606,25	90.875,00	1.694.831,25
22	Sá Comprido	737.337,50	1.937,50	10.568,75	-	40.581,25	-	790.425,00
23	Tacacá	3.234.225,00	80.500,00	36.706,25	1.393,75	490.562,50	-	3.843.387,50
	Total	29.750.169,00	1.588.068,50	1.010.499,25	61.455,50	3.666.368,75	393.831,00	36.470.392,00

4. Conclusões

As áreas das ressacas de Macapá juntas são mostradas na Figura 3. Possuem um total de 36.470.392 metros quadrados abrangendo cerca de 20% do total da área do perímetro urbano da cidade.

Comparando as dimensões de todas as ressacas, pode-se ver na Figura 4 que a área da Lagoa dos Índios é a maior de todas as ressacas com 8.891.612 m², seguida da ressaca do Tacacá com 3.843.387,50 m² e posteriormente da ressaca Igarapé Fortaleza com 3.308.568,75 m². Com áreas entre um e dois milhões de metros quadrados encontram-se as ressacas: Açaí, Chico Dias, Coração, Beirol, Igarapé do Arco, Lago da Vaca, Pacoval e do Km 9. Entre 350 mil e um milhão de metros quadrados tem-se as ressacas: Araxá/Jardim Equatorial, Infraero II, Marco Zero, Marabaixo, Nova Esperança, Perpétuo Socorro e Sá Comprido. Entre 300 e 100 mil metros quadrados encontram-se as ressacas da Fazenda A. F. e da Fazendinha. As duas menores ressacas encontradas foram as da proximidade do centro histórico urbano de Macapá, sendo a menor a que se situa próxima ao antigo presídio do Beirol com 21.506,25 m² e a segunda menor localizada no bairro do Laginho chamada de Poço do Mato com 26.218,75 m².

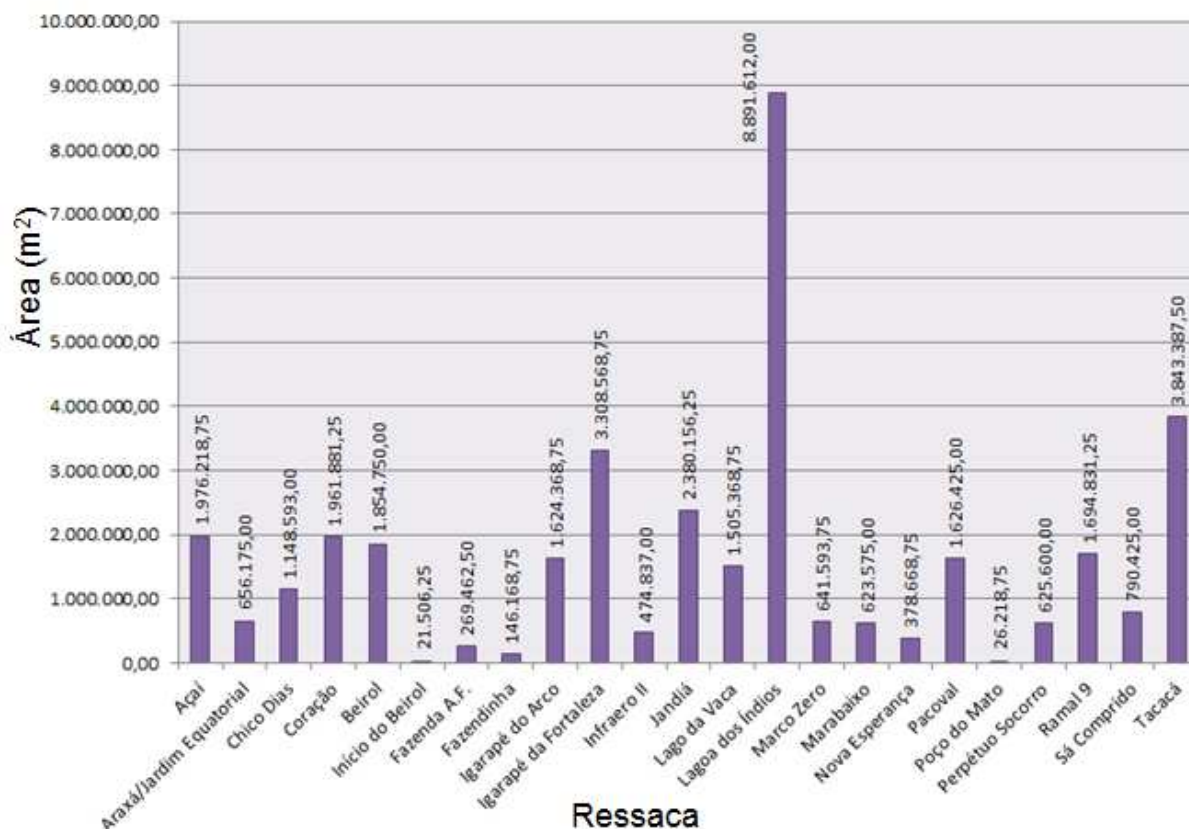


Figura 4 - Tamanho das áreas das ressacas de Macapá

Referências Bibliográficas

Câmara, G. *et al.* SPRING: Integrating Remote Sensing and GIS by Objectoriented. **Computers & Graphics**, v. 20, n. 3, p. 395 - 403, May - Jun 1996.

Carvalho, E. M. D.; Pinto, S. D. A. F., 2011, Curitiba. **Fusão de imagem CBERS-2B (CCD e HRC) para atualização de dados de cartas topográficas e de imagens de menor resolução espacial**. Curitiba: Anais Xv Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - Sbsr, 2011. 7434 p.

Chen, C. H. **Image processing for remote sensing/ [edited by] C.H. Chen**. 1 Ed. ed. Boca Raton: CRC Press, v. I, 2008. 250-254 p. ISBN ISBN-13: 978-1-4200-6664-7/ISBN-10: 1-4200-6664-1

COHRE - Centro pelo direito à moradia contra despejos (Suíça). **Conflitos urbano-ambientais em capitais amazônicas: Boa Vista, Belém, Macapá e Manaus**. Genebra: O Centro Pelo Direito À Moradia Contra Despejos (cohre), 2006. 92 p.

Gonzalez, R. C.; Woods, R. E. **Digital image processing**. 2a. Edition. ed. New Jersey: Prentice Hall, 2001.

Gonzalez, R. C.; Woods, R. E. **Processamento de imagens digitais**. São Paulo: Edgard Blücher Ltda, 2003

INPE1. Ministério da Ciência e Tecnologia. **www.cbbers.inpe.br**, 2011. Disponível em: <<http://www.cbbers.inpe.br/noticias/index.php?cod=not174>>. Acesso em: 21 Março 2011.

Moreira, M. A. **Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação/Maurício Alves Moreira**. 3a. Edição. ed. Viçosa: UFV, v. I, 2005.

Sonka, M. *et al.* **Image processing, analysis, and machine vision**. 3a. Edição. ed. Toronto: Thonson, 2008. 175-184 p. ISBN 0-495-24438-4/978-0-495-24428-7.