



# ANÁLISE DA COBERTURA DO SOLO DA BACIA DO RIO DOS CACHORROS EM SÃO LUÍS (MA) ENTRE OS ANOS DE 1988 E 2010 A PARTIR DE IMAGENS DE SENSORES ORBITAIS

Janilci Serra Silva<sup>(1)</sup>; Marcelino Silva Farias Filho<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental; Universidade Federal da Paraíba; João Pessoa, Paraíba; janilciserra@hotmail.com;

<sup>(2)</sup> Professor do Departamento de Geociências da Universidade Federal do Maranhão; Universidade Federal do Maranhão; São Luís, Maranhão; marcelinofarias@ufma.br.

**RESUMO:** As técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento são ferramentas úteis e fundamentais no monitoramento do processo de uso e ocupação das terras, pelo fato de proporcionar análises mais consistentes, próximas do real, agilidade no processamento e viabilidade econômica, desta maneira se compreende que o mapeamento das informações é um recurso muito utilizado para tornar mais evidentes os padrões de uso e ocupação dos espaços seja ele urbano ou rural, pois possibilita a melhor compreensão das interações existentes e aponta as ações necessárias. Este trabalho tem como objetivo principal análise multitemporal do uso e ocupação do solo da Bacia Hidrográfica do Rio dos Cachorros localizada no município de São Luís (MA), entre os anos de 1988 e 2010 utilizando imagens de satélite de média resolução, Landsat-5 sensor TM. Para atingir os objetivos do estudo foram aplicadas técnicas de Processamento Digital de Imagens (PDI), a exemplo da composição colorida falsa cor nas bandas 3(B) 4(G) 5(R), e classificação supervisionada de máxima verossimilhança utilizando o classificador Maxver do software Spring 5.2.6, através das técnicas aplicadas foi possível mapear as classes de uso e ocupação do solo e identificar as principais alterações da paisagem no local analisado neste estudo. Por meio dos resultados obtidos observou-se que a área está bastante degradada, necessitando de ações de planejamento e gestão por parte das instâncias governamentais.

**Palavras-chave:** Análise multitemporal; Processamento Digital de Imagens (PDI), Uso e Ocupação.

## INTRODUÇÃO

A influência do homem sobre o ambiente natural vem resultando progressivamente em transformações cada vez mais amplas e efetivas na organização do espaço geográfico, tornando até mesmo irreversíveis as possibilidades de recuperação de determinados ambientes.

Sebusiani & Bettine (2011) esclarecem que as normas de usos e ocupação de bacias hidrográficas no meio urbano restringem-se aos zoneamentos urbanos e delimitam-se segundo tendências político-administrativas de expansão territorial, ressaltam ainda que este fato ocasiona conflitos de ordem ambiental e, em muitos casos, a ocupação ocorre de modo desordenado. Os diagnósticos obtidos destas regiões de microbacia permitem a possibilidade de desenvolver prognósticos e indicadores de melhoria da qualidade de vida da área em análise.

O sensoriamento remoto e o geoprocessamento que possibilitam a aplicação das técnicas de Processamento Digital de Imagens (PDI) e são ferramentas fundamentais para a manutenção dos registros do uso da terra ao longo dos períodos temporais (MOREIRA et al., 2005). Além disso, o uso de imagens de satélite como base cartográfica é promissor devido ao baixo custo, ou até mesmo de maneira gratuita, facilidade de aquisição, periodicidade de mapeamento e fornecimento de importantes informações sobre mudanças no uso da terra.

Collares (2000) observa que, com o uso dos recursos de sensoriamento remoto mais aperfeiçoado, o levantamento de informações proporcionam a obtenção de dados mais precisos e rápidos e, que o avanço nos sistemas de comunicações via rede, possibilita maior facilidade para disponibilização, troca de informações e atualizações dos dados. Considera-se ainda que com os avanços geotecnológicos dos últimos tempos, os estudos de uso e ocupação do solo estão se tornando cada vez mais precisos, demandando desta maneira menor tempo para realização de tais estudos.

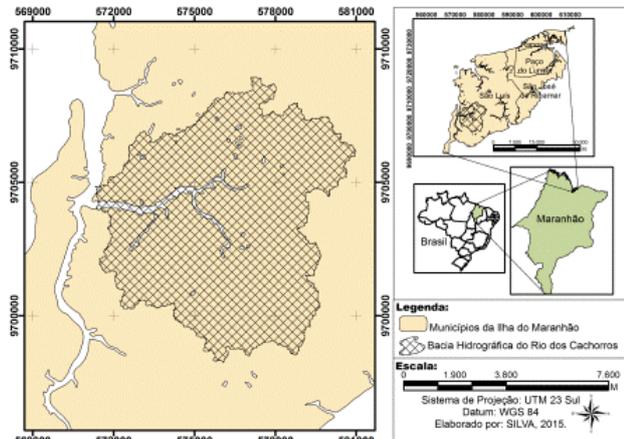
Este trabalho teve como objetivo principal desenvolver uma análise multitemporal do uso e ocupação do solo da Bacia Hidrográfica do Rio dos Cachorros localizada no município de São Luís (MA), entre os anos de 1988 e 2010, aplicando técnicas de sensoriamento remoto por meio do Processamento Digital de Imagens para mapeamento e quantificação das classes de uso e ocupação do solo.



## MATERIAL E MÉTODOS

### Caracterização da área experimental

A bacia do rio dos Cachorros está localizada na zona rural do município de São Luís, porção sudoeste da Ilha do Maranhão, estando situada entre as coordenadas 2° 39' 52,16" e 2° 38' 45" de latitude sul e 44° 21' 21" e 44° 16' 03" (Figura 1). Conforme a Agência Nacional das Águas, a bacia está inserida Região Hidrográfica Atlântico Nordeste Ocidental (ANA, 2005) e possui uma área de aproximadamente 43,5 km<sup>2</sup>.



**Figura 1:** Localização da Bacia do Rio dos Cachorros em São Luís(MA)

Conforme Maranhão (1998), na bacia, a temperatura média é superior a 27°C anual, a pluviometria possui médias de 2.400 mm a 2.800 mm/ano e a umidade relativa do ar anual em torno de 82%.

A área é caracterizada por intensas atividades industriais e extração de minerais (laterita e areia), sendo estas atividades as principais causas da degradação ambiental e transformações da paisagem local.

### Materiais

Imagens do satélite Landsat-5 TM (Thematic Mapper), nas bandas 3, 4 e 5, órbita 220, ponto 62, obtida em 2 de agosto de 1988 e 10 de setembro de 2010, resolução espacial 30m x 30m, disponibilizadas pelo *United States Geological Survey*, disponível no endereço eletrônico <http://glovis.usgs.gov>. As cenas escolhidas são do segundo semestre de cada ano analisado, pois este é o período com a menor presença de nuvens na região da área de estudo

Para a análise proposta fez-se uso de dois softwares: Spring 5.2.6 para o georeferenciamento e processamento digital das imagens e Quantum Gis para composição dos mapas de classificação de uso e ocupação do solo.

### Métodos

#### - Composição das Bandas Espectrais

Foi definida a composição para as bandas espectrais: Banda 3 (Azul=B), Banda 4 (Verde=G) e Banda 5 (Vermelho=R). Tal composição está relacionada ao espectro visível (vermelho) e do infravermelho próximo e médio.

Por meio desta composição foi possível observar as diferentes tipos de vegetação (mangue, vegetação arbórea/arbustiva) representadas pelos diferentes tons da cor verde; área urbana e solo exposto representadas pela variação da cor rosa.

#### - Coleta das amostras

Foram selecionadas amostras representativas de cada uma das classes de interesse que foram criadas para treinar o algoritmo de classificação supervisionada. Para cada classe foram coletadas 15 amostras representativas do comportamento espectral das imagens em análise.

No procedimento de classificação foram detectadas as seguintes classes: Água, Área urbana, Solo exposto, Vegetação arbórea/arbustiva e mangue.

#### - Classificação das amostras representativas das classes de análise

Para a classificação supervisionada das amostras foi utilizado o classificador Maxver com limiar de aceitação de 100%. Conforme Shiba et al. (2005), "nas classificações em que se usa o algoritmo Maxver, cada classe é determinada por um modelo de classes gaussiano e multivariado, capaz de descrever a distribuição das classes no espaço de atributos".

#### - Medida das classes

A medida das classes foi a etapa onde foi adquirido os valores correspondentes a cada uma das classes em km<sup>2</sup>, cálculo de áreas/comprimento por geo-classe (km<sup>2</sup>/km). Automaticamente foi gerado um relatório no Spring quantificando os valores adquiridos e, após essa etapa, foi possível fazer a interpretação dos dados



das classes temáticas fundamentando o estudo e interpretação dos índices de transformações das classes mapeadas.

### - Composição dos mapas

Foram elaborados mapas temáticos acerca da "Cobertura do Solo da bacia do rio dos Cachorros" referentes a análise multitemporal dos anos de 1988 e 2010, mediante o uso do software QGIS 2.0.1. Esses produtos cartográficos permitiram gerar informações sobre a dinâmica, no tempo e no espaço.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da classificação supervisionada puderam-se sistematizar os dados contidos nas Tabelas 1 e 2 que apresentam os resultados da classificação das classes de uso e ocupação de análise desse estudo: Água, Urbano, Solo exposto, Vegetação arbórea/arbustiva e Mangue.

**Tabela 1:** Cálculo de Áreas/Comprimento por Geo-classe (kmxkm/km) - ano de 1988.

CLASSES	Área (kmxkm/km)	
	1990	%
Água	2.210.400	3,49
Urbano	5.994.900	9,46
Solo Exposto	6.098.400	9,63
Vegetação arbórea/arbustiva	42.057.900	66,39
Mangue	6.987.600	11,03

**Tabela 2:** Cálculo de Áreas/Comprimento por Geo-classe (kmxkm/km) - ano de 2010.

CLASSES	Área (kmxkm/km)	
	2010	%
Água	2.538.000	4,01
Urbano	8.595.000	13,57
Solo Exposto	12.149.100	19,18
Vegetação arbórea/arbustiva	33.860.000	53,45
Mangue	6.207.100	9,80

A área total do Plano de Informação é de 103,1688 kmxkm/km. Durante o mapeamento das classes foi observado que um total de 39,8196 kmxkm/km de área não foi classificada para os dois anos analisados. Entretanto, esse quantitativo não foi utilizado para desenvolvimento das matrizes apresentadas no estudo, sendo apenas tomados como base, apenas, os números referentes às áreas classificadas, a extensão das áreas classificadas na área de estudo com base

nas imagens Landsat 5-TM foi de 63,3492 kmxkm/km nas duas datas.

Em relação à distribuição das classes, durante os anos estudados, se observou o avanço da área de solo exposto (a que mais avançou) e da área urbanizada em comparação às demais classes de uso e ocupação do solo da bacia do rio dos Cachorros (**Tabela 1** e **Tabela 2**). Como já mencionado anteriormente nesta área existem intensas atividades de extração de minerais laterita e areia que se intensificaram na bacia nos últimos anos principalmente em decorrência da grande demanda deste recurso para a atividade de construção civil nos Municípios da Ilha do Maranhão

Analisando o percentual de cobertura da classe Água constata-se um pequeno crescimento. Tal constatação mantém relação com o espelho d'água formado em algumas voçorocas onde ocorreu extração de minerais.

Na comparação entre os dois anos analisados o percentual de vegetação da classe arbustiva/arbórea foi significativamente reduzido (19,48%) e também houve redução de 11,17% de área de mangue.

O resultado da classificação de imagens mostrou a redução de uma parcela significativa das áreas verdes (**Figura 2** e **Figura 3**), torna-se evidente a expansão da malha urbana e áreas de solo exposto sobre as áreas de cobertura vegetal, em todo o território da região, constata-se que a área urbanizada cresceu 43,37 %.

Em consequência dessas alterações do uso e ocupação os principais impactos ambientais diagnosticados neste estudo na bacia do rio dos Cachorros são: alterações na qualidade do solo e alterações da paisagem natural.

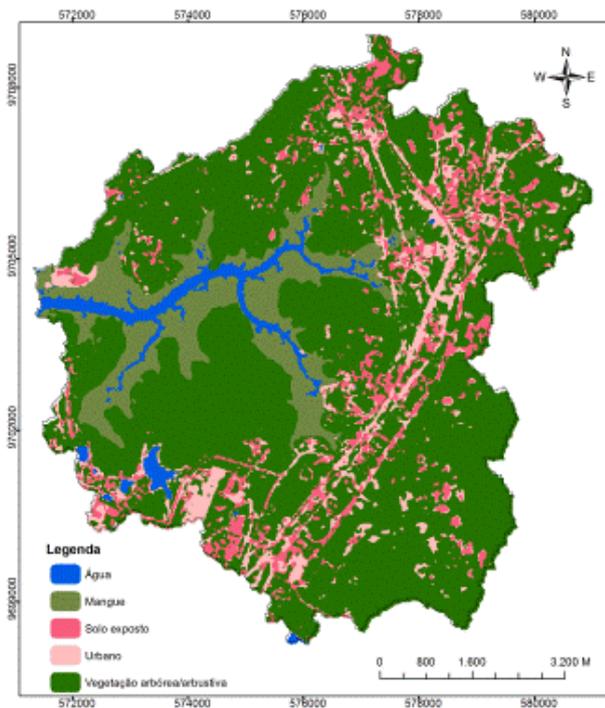


Figura 2: Mapa de Uso e Cobertura do Solo – Imagem Satélite Landsat 5 – 1988

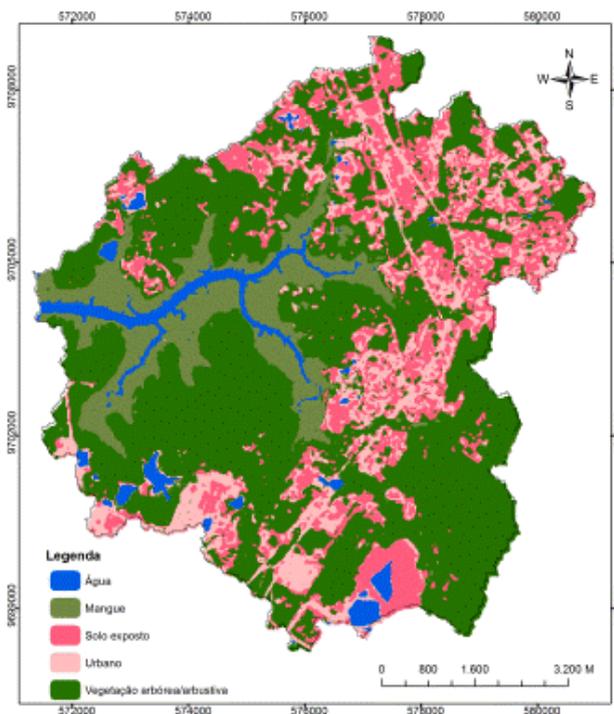


Figura 3: Mapa de Uso e Cobertura do Solo – Imagem Satélite Landsat 5 – 2010

### CONCLUSÕES

O processamento das imagens obtidas pelo sensor Landsat-TM permitiu o mapeamento das alterações do processo de uso e ocupação do solo

entre os anos de 1990 e 2010 e forneceu um banco de dados da área em estudo. A utilização de ferramentas de geoprocessamento do *software* SPRING 5.2.6 para a classificação do uso e ocupação do solo da bacia do rio dos Cachorros foi satisfatório, uma vez que, permitiu de forma rápida e precisa a classificação das imagens orbitais. Além disso, o classificador *Maxver* mostrou-se eficiente ao distinguir os alvos e permitir a análise da paisagem entre dos anos de 1990 e 2010.

Constatou-se que o maior percentual das alterações ambientais da área estudada é consequência do processo de urbanização e extração de minerais.

Em vista disso ressalta-se uma necessidade urgente de manejo sustentável para a bacia do rio dos Cachorros, uma vez que este espaço possui importantes áreas verdes município de São Luís (MA).

### REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **CADERNO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA ATLÂNTICO NORDESTE OCIDENTAL**. BRASÍLIA, 2005.

COLLARES, EG. **Avaliação de alterações em redes de drenagem de microbacias como subsídio ao zoneamento geoambiental de bacias hidrográficas**: aplicação na bacia hidrográfica do Rio Capivari – SP [tese]. São Carlos – SP: Escola de Engenharia de São Carlos, USP; 2000.

MARANHÃO/Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Diagnóstico ambiental da microrregião da aglomeração urbana de São Luís e dos Municípios de Alcântara, Bacabeira e Rosário**. São Luís, 1998.

SEBUSIANI, H. R. V.; BETTINE, S. do C. Metodologia de análise do uso e ocupação do solo em micro bacia urbana. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, Taubaté-SP, v. 7, n. 1, p. 256-285, jan-abr/2011.

SHIBA, M.H., SANTOS, R.L., QUINTANILHA, J.A., KIM, H.Y.. Classificação de imagens de sensoriamento remoto pela aprendizagem por árvore de decisão: uma avaliação de desempenho. **Anais do XII Simpósio brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Goiânia, p.4319-4326, 2005