

## Diagnóstico da ocupação urbana na região do Vale do Reginaldo-Maceió/AL

Iverson de Souza Silva<sup>1</sup>  
Kalinka de Sousa Martins<sup>1</sup>  
Rosilene Mendonça Nicácio<sup>1</sup>  
Luciana Lima Araújo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Alagoas – UFAL/IGDEMA

Av. Lourival Melo Mota, s/n, Tabuleiro dos Martins - 57072-970 - Maceió - AL, Brasil  
{iversons, kallinkas}@hotmail.com; rmonicacio@gmail.com; lucianalimaaraujo@hotmail.com

**Abstract:** The process of urbanization of Brazilian cities causes serious social problems. This becomes evident the importance of obtaining information about the spatiotemporal evolution of cities. But in situ measurements are expensive. So the remote sensing presents a alternative way to urban planning. Thus, this research aims to evaluate the spatial and temporal evolution in the Vale do Reginaldo (Maceió-AL) using thecnics of geoprocessing. This work was made using the cartographic base of the Maceió-Alagoas, and aerial photographs from 1974 and 1997 and a QuickBird image of 2005. The aerial photographs and satellital image were georeferenced using control points and Vista Saga and SPRING softwares. After this anaglyph were constructed from pairs of aerial photographs from 1974 and 1997. The QuickBird imagem was classified using the supervised classification technique. The results of research showed that there are the class vegetation, buildings, paving, bare soil, water and shade. There is a inverse behavior between buildings and vegetation. While the vegetation representend  $\approx 58\%$  of the study area in 1974, the buildings represented  $\approx 17\%$ . But, in 2005, the vegetation represented only  $\approx 17\%$  of the study area while the buildings occupied  $\approx 58\%$  of the study area. The bare soil class changed from  $\approx 23\%$  to  $\approx 6\%$  between the years 1974 and 2005.

**Palavras-chave:** Remote Sensing, aerial photography, urban planning, Sensoriamento Remoto, Fotografia aérea, Planejamento Urbano.

### 1. Introdução

O processo de urbanização de muitas cidades brasileiras acontece de forma desordenada, com muita rapidez e intensidade, fora do controle público de cadastro. As áreas urbanas apresentam, genericamente, alguns equipamentos e empreendimentos que, em função de sua natureza, atraem para o seu entorno usos e ocupações inadequados. Por sua vez, os usos e ocupações inadequados trazem conseqüências danosas e imprevisíveis para a qualidade de vida local, atingindo as necessidades básicas de saúde, educação, segurança, dentre outros fatores primordiais para o sustento adequado de uma comunidade.

A urbanização é tida como um sinal da vitalidade econômica de uma região, no entanto, as cidades são raramente planejadas, o que provoca problemas de degradação ambiental e ecológica (YANG, 2003). Nesse contexto, destacam-se ainda as degradações ambientais oriundas do processo de crescimento urbano sem planejamento ou talvez sem a devida fiscalização pública. Pois, segundo IBGE (2007), mais de 80% da população brasileira vive nas cidades.

Diante disso, torna-se evidente a importância da obtenção de informações a cerca da evolução espaço-temporal dos centros urbanos, com a finalidade de se promover subsídios coerentes para a tomada de decisão relativa aos processos de gestão urbana. Note-se que, uma gestão urbana eficiente no que se propõe é capaz de promover melhorias socioambientais.

Considerando a Constituição Federal de 1988, Artigo 182, § 1º, sabe-se que o plano diretor, aprovado pela Câmara Municipal, obrigatório para cidades com mais de vinte mil habitantes, é o instrumento básico da política de desenvolvimento e de expansão urbana.

Segundo Jensen (2000), governar o ambiente urbano envolve procedimentos de monitoramento e modelagem que requerem uma base de informações confiáveis. Desta

maneira, diversas pesquisas sobre a cidade podem ser realizadas envolvendo várias áreas do conhecimento.

Para Branch *et. al.* (1975), as fotografias aéreas podem proporcionar a visualização da realidade de uma cidade em três dimensões, as quais podem revelar tendências e mostrar as transformações e dar suporte aos estudos urbanos e ao planejamento.

Dessa maneira, o uso das fotografias aéreas em estudos urbanos está claramente consolidada há décadas em virtude de sua excelente resolução espacial, este aspecto faz com que vários autores, tais como Welch (1982) e Kurdjian & LI (1989,) a considere imprescindível para estudos urbanos.

Em associação as fotografias, os produtos oriundos das plataformas orbitais têm surgido como uma ferramenta indispensável nas avaliações de crescimento dos centros urbanos, especialmente as imagens consideradas de alta resolução espacial, como é o caso das imagens obtidas pelo satélite QuickBird, utilizado como fonte de dados para o desenvolvimento desta pesquisa.

No planejamento de cidades e desenvolvimento urbano, a maioria dos estudos é feita através de fotografias aéreas. Estudam-se os melhoramentos para o tráfego, aumentos das áreas de estacionamento, aumento de utilidades públicas, tais como parques etc (GARCIA e MARCHETTI, 1986).

Existem diferentes formas de extração dos dados obtidos de sensores remotos, dentre eles destacam-se os métodos de classificação de imagens digitais, sendo estes classificados em dois grandes grupos, a saber: supervisionados e não supervisionados. Na avaliação visual das imagens ou na fotointerpretação, o analista interpreta a imagem ou a fotografia de forma a agrupá-la em classes relevantes, reconhecendo padrões semelhantes. Na forma automatizada, aplicada as imagens de sensoriamento remoto e realizada por programas de computador, este agrupamento pode ser feito mediante intervenção ou não do analista.

A partir de tais ponderações é que se contextualiza este trabalho, que envolve ciências aplicadas ao entendimento da dinâmica das áreas urbanas e rurais. Esta pesquisa tem como foco parte da área do Vale do Reginaldo, subárea do município de Maceió, na qual foram utilizadas fotografias aéreas (1974 e 1997) e uma imagem do *QuickBird* (2005), com a finalidade de diagnosticar as mudanças urbanísticas e detectar da expansão desordenada nesta região ocorrida nos últimos 36 anos.

## 2. Materiais e Métodos

### 2.1. Localização da área de estudo

A figura 1 mostra a localização da área de estudo desta pesquisa.

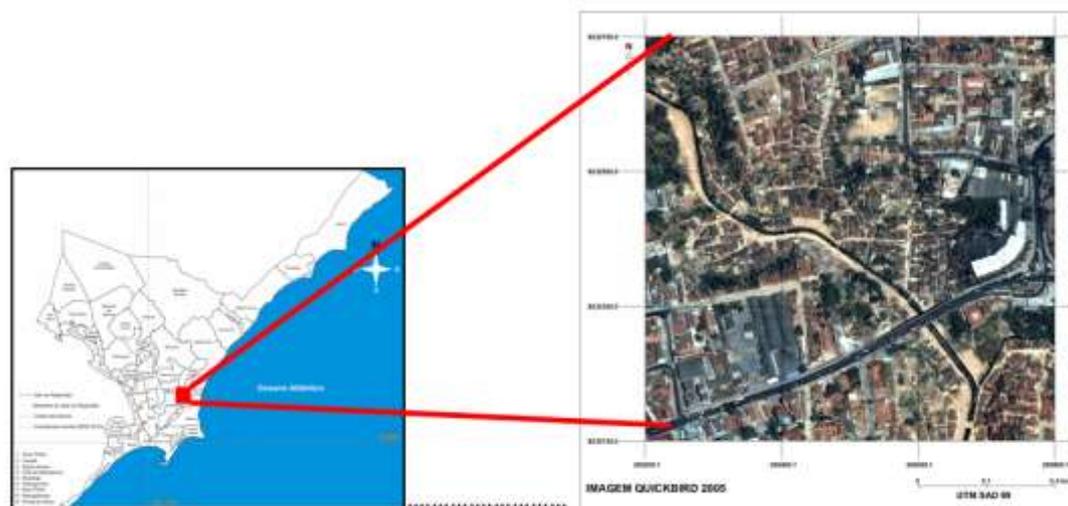


Figura 1. Ilustração da área de estudo- trecho do Vale do Reginaldo.

O Vale do Reginaldo, mais conhecido como Salgadinho, teve quatro nomes, a saber: Massayó ou Maceió, Rego da Pitanga, Reginaldo e Salgadinho. Não se sabe se Massayó ou Maceió foi o nome transmitido ao sítio, ao engenho, ou se, ao contrário, foi um pequeno curso de água que teria recebido esta denominação. A área de estudo foi enquadrada pelas coordenadas  $x_1=200200,1$ ,  $y_1=8232192,0$ ,  $x_2=200800,1$  e  $y_2=8232792,0$  na projeção UTM e datum SAD69.

## **2.2 Dados utilizados**

### **2.2.1 Base Cartográfica**

O município de Maceió possui uma base cartográfica digital obtida do mapeamento aerofotogramétrico de 1997 nas escalas 1:2000, 1:10000 e 1:35000, abrangendo a área urbana da cidade de Maceió. Utilizou-se esta base para o desenvolvimento desta pesquisa, que foi gentilmente cedida pela prefeitura de Maceió-AL.

### **2.2.2 Imagem QuickBird**

Para o desenvolvimento desta pesquisa foi utilizada uma imagem multiespectral do *QuickBird*, com 2,44 m de resolução espacial e quatro bandas (azul, verde, vermelho e infravermelho próximo), obtida em 15 de agosto de 2005. Estas imagens foram cedidas pela prefeitura municipal de Maceió no formato digital TIFF, e com as verificações quanto à incidência de nuvens e a ortorretificação já realizadas.

### **2.2.3 Fotografia Aérea**

Foram utilizadas fotografias aéreas convencionais (verticais, pancromáticas, 230mm x 230mm), na escala 1:5000, de número 17 e 18 de 1974, e na escala de 1:6000, de número 403 e 405 de 1997. Estas fotografias foram cedidas pela prefeitura municipal de Maceió.

## **2.3 Metodologia**

### **2.3.1 Correção Geométrica das Fotografias Aéreas**

A correção geométrica das fotografias aéreas foi realizada no *software* Vista Saga, introduzindo as coordenadas  $x$  e  $y$ , selecionadas na base cartográfica. Procedimento foi realizado nas quatro fotografias aéreas utilizadas neste trabalho, repetindo o mesmo procedimento aos anaglifos.

### **2.3.2 Geração dos Anaglifos**

Esta etapa de construção dos anaglifos foi realizada no *software Photoshop* com as fotografias aéreas de 1974 e 1997. O anaglifo é uma imagem que fornece profundidade na visualização, com a utilização dos óculos bicolor (azul e vermelho), demonstrando uma imagem tridimensional.

### **2.3.3 Fotointerpretação**

A fotointerpretação foi realizada através da leitura dos anaglifos com a utilização do *software* AutoCADMap 2008, elaborando o mapa da área de estudo através da criação de polígonos. É importante analisar a questão da utilização de *softwares* que reconheçam a extensão DXF, pois, esta extensão pode ser importada em vários *softwares* de geoprocessamento, seja livre ou comercial.

### **2.3.4 Correção Geométrica da Imagem QuickBird**

Foi realizado no *software* Spring (Sistema para Processamento de Informações Georeferenciadas). O processo de correção geométrica da imagem foi conduzido por meio da obtenção das coordenadas dos pontos de controle na base cartográfica de Maceió. O erro

médio quadrático total foi de aproximadamente 0,5 pixel. Após o processo de correção geométrica, a imagem foi enquadrada com a finalidade de ressaltar a área de estudo.

### 2.3.5 Classificação da Imagem *QuickBird*

O processo de classificação da imagem QuickBird foi realizado no *software* Spring, considerando a classificação supervisionada e o método da máxima verossimilhança. Neste processo considerou-se como classe temática: hidrografia, edificação, pavimentação, solo exposto e vegetação e sombra. Para a execução desta classificação considerou-se um Limiar de aceitação de 99%.

### 3. Resultados e discussão

A figura 2 mostra a fotointerpretação realizadas nos anaglifos dos anos de 1974 e 1997, identificando a pavimentação (ruas, avenidas, estradas), a vegetação (pequeno e grande porte), as edificações (através dos telhados, das estruturas e da altura), a hidrografia (riacho do Reginaldo) e o solo exposto (espaços vazios no contexto urbano). E assim foram selecionadas cores distintas que facilitaram a visualização, uma cor para cada feição identificada. Observou-se que na fotointerpretação do anaglifo de 1974, havia a predominância de vegetação, seguida pela classe de solo exposto, enquanto a classe de edificação era dispersa. Já na fotointerpretação do anaglifo de 1997 verifica-se uma redução da classe de vegetação e solo exposto e observa-se um expressivo aumento da classe de edificação, que se deu devido a urbanização acelerada na área de estudo.

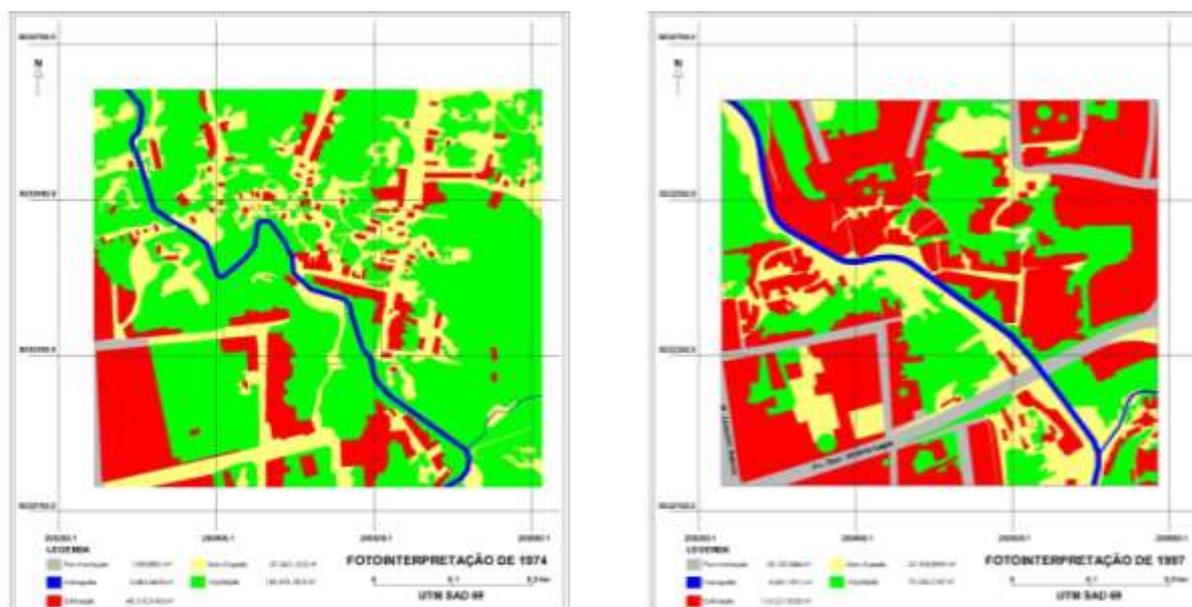


Figura 2. Fotointerpretação dos anaglifos das fotografias aéreas de 1974 e 1997.

Na etapa de classificação da imagem considerou-se o conhecimento prévio da área de estudo e foram realizadas duas grandes etapas no processo de classificação supervisionada pelo algoritmo de máxima verossimilhança, a saber: a obtenção dos pontos de controle, chamada de treinamento, e a aplicação do algoritmo classificador. Além da obtenção da imagem classificada foi gerada também a matriz de confusão, onde estão especificados os erros de omissão e inclusão, os erros de omissão apresentaram valores variando de 3% (edificação) a aproximadamente 35% (vegetação). No caso do erro de inclusão, a classe de edificação apresentou o maior valor, cerca de 13%, indicando que alguns pixels da classe edificação foram erroneamente classificados, ocasionando a inclusão das classes de solo exposto, vegetação e pavimentação na classe de edificação. A tabela 1 apresenta as medidas

de precisão do produtor e do usuário do mapa de uso e cobertura do solo gerado por meio do processo de classificação da imagem.

Tabela 1. Precisão do produtor e do usuário do mapa de uso e cobertura do solo.

|                     | <b>EXATIDÃO DO PRODUTOR</b> | <b>EXATIDÃO DO USUÁRIO</b> | <b>ÁREA OCUPADA (m<sup>2</sup>)</b> |
|---------------------|-----------------------------|----------------------------|-------------------------------------|
| <b>HIDROGRAFIA</b>  | 96,94%                      | 98,96%                     | 11860,92                            |
| <b>SOLO_EXPOSTO</b> | 96,19%                      | 98,70%                     | 20994,12                            |
| <b>VEGETAÇÃO</b>    | 65,01%                      | 87,71%                     | 56387,52                            |
| <b>EDIFICAÇÕES</b>  | 97,31%                      | 86,63%                     | 195052,70                           |
| <b>PAVIMENTAÇÃO</b> | 84,06%                      | 88,07%                     | 48155,04                            |
| <b>SOMBRA</b>       | 100,00%                     | 98,41%                     | 4352,40                             |

A maior precisão do produtor, desconsiderando a classe de sombra, foi a classe de edificação, com 97,31%, sugerindo, que, em aproximadamente 97% das vezes, uma área de edificação foi identificada corretamente. A menor precisão do produtor foi encontrada para a classe de vegetação, correspondendo 65%. Quanto à precisão do usuário, verificou-se que, a menor precisão do mapa foi encontrada para edificações (86,63%) e a maior para hidrografia (98,96%), indicando que a chance que um usuário do mapa tem de encontrar no campo uma área que é assinalada no mapa como edificação é de aproximadamente 87%, já para hidrografia essa chance aumenta para ≈99%.

A figura 3 mostra o mapa de uso e cobertura do solo para uma sub-região do vale do Reginaldo, Maceio-AL. O desempenho do procedimento da classificação foi avaliado através do coeficiente Kappa e da análise das amostras. o coeficiente kappa foi de 0,85 que, de acordo com Coongalton e Green (1999), é considerado um excelente coeficiente. O índice de precisão geral foi de 89,41%, que é considerado um bom resultado, por se tratar de uma área urbana. Vale destacar que o processo de classificação em área urbanizada é complexo, devido a grande heterogeneidade típica dessas regiões. O refinamento no pixel das imagens *QuickBird*, que permite a visualização de área com tamanho mínimo 5,76m<sup>2</sup>, não considerando a fusão com a banda pancromática, exige um cuidado ainda maior na escolha das amostras de treinamento e oferece uma possibilidade maximizada de aquisição de informações da superfície, o que torna o processo ainda mais complexo. Com a elaboração do mapa do uso e cobertura do solo na região estudada, pode-se avaliar que a classe de edificação é a que predomina na área de estudo, seguida pela classe de pavimentação. Pode-se também observar a existência de alguns focos de vegetação, bem diferente do observado na fotografia aérea de 1974.

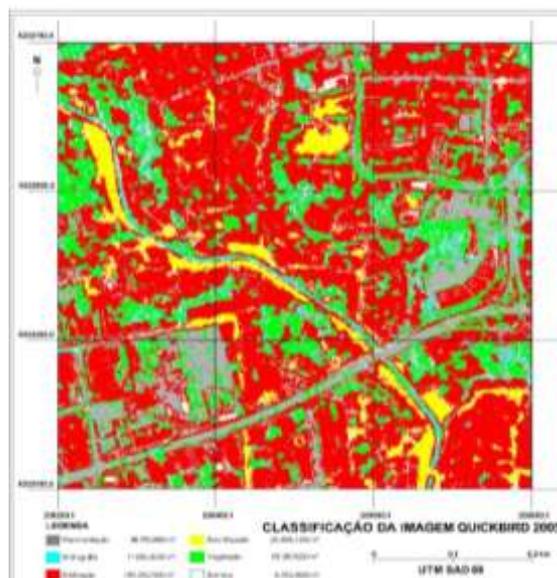


Figura 3. Mapeamento do uso e cobertura do solo na região do vale do Reginaldo utilizando a imagem do QuickBird.

A observação resultante das fotointerpretações de 1974 e 1997 e da classificação da imagem *QuickBird* mostrou que houve uma inversão na ocupação das classes vegetação e edificações, conforme também pode ser visto na figura 6. Assim, foi identificada na fotointerpretação do anaglifo de 1974 uma vasta área verde, correspondendo a, aproximadamente, 57% da área estudada, conforme mostra a tabela 2 e representa a figura 4. Observou-se, também, que houve um crescimento na área das edificações de cerca de 17% para 58%. Já a vegetação apresentou uma redução de 30% entre 1974 e 1997 e de 11% entre 1974 e 2005. A classe de pavimentação foi a que apresentou o maior índice de crescimento saltando de 1893,88m<sup>2</sup> para 48155,04m<sup>2</sup>, destacando-se a ruas secundárias, apareciam como solo exposto em 1974. Verificou-se também uma redução na classe de solo exposto, que ocorreu devido à própria ocupação urbana, refletindo-se também na pavimentação. As diferenças percentuais ocorrentes entre as classes nos intervalos 1974-1997 e 1997-2005 são representados na figura 6.

Tabela 2. Comparação espaço-temporal de porcentagem da região avaliada.

| DESCRIÇÃO           | PORCENTAGEM POR ÁREA TOTAL (%) |                  |                          |
|---------------------|--------------------------------|------------------|--------------------------|
|                     | Anaglifo de 1974               | Anaglifo de 1997 | Imagem QuickBird de 2005 |
| <b>PAVIMENTAÇÃO</b> | 0,65                           | 9,54             | 14,30                    |
| <b>HIDROGRAFIA</b>  | 1,89                           | 2,35             | 3,52                     |
| <b>EDIFICACÃO</b>   | 16,66                          | 43,42            | 57,91                    |
| <b>SOLO EXPOSTO</b> | 23,22                          | 17,25            | 6,23                     |
| <b>VEGETAÇÃO</b>    | 57,58                          | 27,44            | 16,74                    |



Figura 4. Ocupação média das classes de uso e cobertura do solo na região do Vale do Reginaldo de 1974 e 1997.



Figura 5. Ocupação média das classes de uso e cobertura do solo na região do Vale do Reginaldo de 2005.

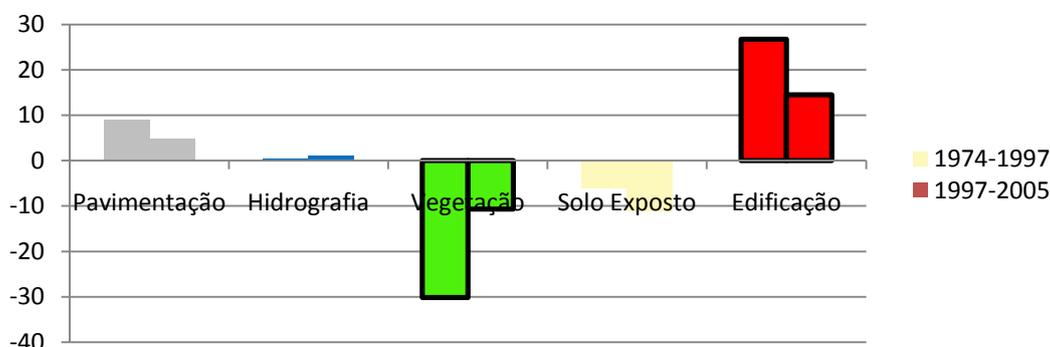


Figura 6. Gráfico das diferenças percentuais nos intervalos de 1974-1997 e 1997-2005.

#### 4. Conclusões

O presente trabalho teve como principal objetivo avaliar a eficiência do uso de fotografias aéreas e imagens *QuickBird* na obtenção do diagnóstico espaço-temporal da área do Vale do Reginaldo, situado em Maceió, Alagoas. Desse modo, foi cumprida uma série de etapas a fim de atingir o objetivo principal.

A análise espaço-temporal da região nos períodos de 1974 e 1997 foi realizada utilizando fotografias aéreas. Foi identificado o crescimento das edificações de  $\approx 17\%$  (1974) para  $\approx 43\%$  (1997), da pavimentação de 0,65% para  $\approx 9\%$ , e uma redução da vegetação de  $\approx 58\%$  para  $\approx 27\%$ , dados resultantes das fotointerpretações dos anaglifos de 1974 e 1997.

Na análise da expansão urbana no período de 1997 e 2005, foi identificado o crescimento das edificações de  $\approx 43\%$  para  $\approx 58\%$ . Observando-se a pavimentação verificou-se uma alteração de  $\approx 9\%$  para  $\approx 14\%$ . Já a vegetação reduziu de  $\approx 27\%$  para  $\approx 17\%$ .

Os dados apresentados evidenciam que a expansão urbana do ano de 1974 a o ano de 2005 foi bem expressivo, tendo uma inversão entre as classes de vegetação e edificações. Verificou-se que a vegetação, que em 1974 ocupava uma área de aproximadamente 58%, passou a ocupar, em 2005, apenas 17% da área avaliada. Já para edificação foi observado um comportamento contrário, mas com as mesmas proporções, aumentando de 17% em 1974 para ≈58% em 2005.

## 5. Referencias Bibliograficas

Branch, M. C.; Dueker, K. J.; Ellefsen, R. A.; Gaydos, L.; Horton, F. N.; Lindegren, D.T.; Simpson, R. B.; Swain, P. H.; Wellar, B. S.; Wray, J. R. **“Urban environments: inventory and analysis”**. Manual of remote sensing. ASPRS, Falls Church, Virginia, USA, 1975, p. 1815-1880.

Brasil. Constituição (1988). **“Constituição da República Federativa do Brasil:”** promulgada em 5 de outubro de 1988. Organização do texto: Juarez de Oliveira. 4. ed. São Paulo: Saraiva, 1990. 168 p. (Série Legislação Brasileira).

Garcia, G. J.; Marchetti, D. A. B. **“Princípios de fotogrametria e fotointerpretação”**. São Paulo, Nobel, 1986.

IBGE, **Resultados da Amostra do Censo Demográfico 2000** - Malha municipal digital do Brasil: situação em 2001. Rio de Janeiro: IBGE, 2004.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. **“Malha Territorial do Município de Maceió”**. Rio de Janeiro: IBGE, 2007.

Jensen, J. J.; **“Remote sensing of the environment”**: an earth resource perspective. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2000. 550 p.

Kurkdjian, M.L.O.N.; Li, S.S. **“Integração de imagem SPOT multiespectral e aerofoto pancromática para estudo do uso do solo urbano”**. In Simpósio Latino Americano de Sensoriamento Remoto, 4. Bariloche, 1989. **Memórias**. São José dos Campos, INPE, t.1, p.414-422.

Yang, X. **“Photogrammetric Engineering & Remote Sensing”**. Remote sensing and GIS for urban analysis: an introduction. v. 69, n. 9, p. 937-939, sept. 2003.

Welch, R. **“Spatial resolution requirement for urban studies”**. International Journal of Remote Sensing, 1982, v.3, n.2, p.139-146.