

## **A EXPANSÃO URBANA NO DISTRITO FEDERAL: O CASO DA MICROBACIA DO RIBEIRÃO TABOCA.**

**Gustavo Bayma S. da Silva<sup>1</sup>**

**Márcio Pupin de Mello<sup>1</sup>**

**Antônio Roberto Formaggio<sup>1</sup>**

**<sup>1</sup>Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE**

**Diretoria de Sensoriamento Remoto – DSR**

Caixa Postal 515 - 12245-970 - São José dos Campos - SP, Brasil

{bayma, pupin}@dsr.inpe.br/ formag@ltd.inpe.br

### **RESUMO**

A atual organização territorial do Brasil é resultante de intensas mudanças e transformações através da história e do tempo. A Geografia se faz presente nesse momento, ao estudar as relações que são estabelecidas e correntes na paisagem, com o homem sendo o principal fator de alteração da mesma, considerando o deslocamento temporal. A análise da ocupação urbana de modo geral e também especificamente nas Áreas de Preservação Permanente (APP's) defendidas pela legislação competente, é de extrema importância para o monitoramento de questões sociais e ambientais pelos gestores governamentais. Esse estudo teve o objetivo de avaliar a expansão urbana na microbacia do Ribeirão Taboca (Distrito Federal) de maneira geral e especificamente em detrimento das APP's regulamentadas pelo Código Florestal e pela resolução nº 303 do CONAMA. Verificou-se um grande crescimento de áreas urbanas da década de 80 para a década de 90, praticamente uma vez e meia com 146% de crescimento, o que foi bem menor na década seguinte com crescimento de 13%, e também que o ritmo de crescimento ocorreu de forma semelhante nas áreas urbanas em APP's. Assim o estudo permitiu a identificação e avaliação do crescimento urbano da área de estudo no tempo, que é de extrema importância para a tomada de decisão por parte dos gestores governamentais.

Palavras chaves: Análise Espacial, Expansão Urbana; Microbacia.

### **ABSTRACT**

Brazil's territorial arrangement is the product of intense changes and transformations throughout history and time. Geography is useful in this context by studying the ecology of the landscape with man being the principal factor of its alteration over time. The analysis of urban occupation in general, and specifically in Permanent Protected Areas (PPAs), together with competent legislation is extremely important to the management of social and environmental matters by governmental planners. The objective of the study is to evaluate the urban expansion in the Taboca microbasin ( Federal District) in general way and specifically at PPAs regulated by the Forest Law and resolution nº 303 of National Counsel of Environment (CONAMA) Was verified a huge growth of the urban areas in the decade of 80 to the 90's , practically 1.5 times larger with 146% of growth, and were minor at the following decade, increase of 13% Thus this study allowed identifying and evaluating the urban growth in the study area, which is extremely important for decision taking on the part of governmental managers

Keywords: Spatial Analysis; Urban Growth; Microbasin.

### **1 INTRODUÇÃO**

Mudanças e transformações, através da história e do tempo, foram responsáveis pela atual organização territorial do nosso país. Segundo Santos (2001) esta organização pode ser resumida em três períodos, sendo: os meios naturais, os meios técnicos e o meio técnico-científico-informacional. Motivadas por interesses políticos e/ou econômicos, novas regiões passaram a ser exploradas e povoadas.

O corpo do homem foi o principal agente de transformação do meio, sendo que a natureza influenciava diretamente ou indiretamente em suas ações (Santos, 2001). Para Ab'Saber (2003) a paisagem é a herança dos processos fisiográficos e biológicos de um determinado local, e neste local ocorrem as relações de mudança e de transformação que vem a ser estudadas pela Geografia. Segundo Mendoça et al. (2002), a ação do homem ocorre em maior intensidade nas áreas urbanas, uma vez que este, na busca do progresso

econômico causa a degradação dos recursos naturais, na maioria das vezes.

A expansão urbana, definido por Tucci (2003), caracteriza-se pela expansão irregular da periferia, com pouca obediência a regulamentação relacionada com o Plano Diretor. Este comportamento é característica na dinâmica de ocupação da microbacia do ribeirão Taboca, localizada no Distrito Federal.

Este trabalho utilizou como unidade de análise uma microbacia, que para Guerra et al. (2003) é uma área de tamanho não-restrito e que depende do objetivo do estudo, devendo ser grande o suficiente para exprimir as relações existentes em seu contexto. O cenário de uma bacia é composto pela ocupação urbana e em alguns casos de expansão não planejada, com ocupação de encostas por populações ribeirinhas, por exemplo.

Os métodos mais utilizados para a análise do crescimento urbana são a comparação entre duas ou mais imagens do mesmo local com diferença temporal e a comparação de dois ou mais mapas temáticos de uma mesma região (Xian e Crane, 2005.) A análise da expansão urbana é alvo de diversos autores como Xian e Crane (2005) que mapearam superfícies impermeáveis na cidade de Tampa Bay (EUA). Através da detecção de mudança dos sub-pixels classificados como impermeáveis, foram realizados treinamentos dos dados oriundos de imagens de alta resolução para posterior modelagem das mudanças das superfícies impermeabilizadas.

Wilson et al. (2003) criaram um modelo de análise do crescimento urbano, utilizando informações derivadas de imagens de satélite que foram classificadas em urbano desenvolvido, urbano não-desenvolvido e água, para calcular a quantidade de área que passou a ser urbana na bacia do rio Salmon, em Connecticut (EUA). Da Costa & Cintra (1999) identificaram o processo de crescimento urbano na Região Metropolitana de Belo Horizonte, através de informações adquiridas de dados temáticos que são atualizados por meio de um banco de dados que integra Sensoriamento Remoto (SR) e Sistema de Informação Geográfica (SIG).

Santos (2003), através da aplicação de técnicas de Sensoriamento Remoto e de Sistema de Informação Geográfica, investigou a possibilidade de que o cumprimento das normas do Código Florestal possibilitaria a conexão dos fragmentos florestais, ampliando os corredores ecológicos já existentes na Serra da Mantiqueira.

Com base nestes pressupostos os objetivos deste trabalho, são: a realização de um resgate histórico do processo de transformação da paisagem da microbacia do Ribeirão Taboca em relação à expansão

urbana, considerando o período de 1984 a 2006, e análise da expansão urbana dentro dos limites das Áreas de Preservação Permanente (APP) para o referido período.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

A microbacia do ribeirão Taboca está inserida na região administrativa (RA) de São Sebastião. Esta RA passou a ser ocupada no fim da década de 50 quando várias olarias ali se instalaram. Posteriormente as terras foram arrendadas, visando, à época, suprir parte da demanda da construção civil por materiais. Com a expiração dos contratos, as olarias foram sendo desativadas e o núcleo urbano foi se estruturando aos poucos ao longo dos córregos, como resultado do parcelamento irregular do solo.

A referida microbacia (figura 1) foi utilizada como área de estudo neste trabalho, devido à dinâmica de ocupação da área por condomínios “horizontais” em uma área onde o relevo, que apresenta um padrão predominantemente dissecado, e a hidrografia, não estão sendo devidamente considerados para o planejamento de ocupação da terra. Possui, aproximadamente, 54,5 km<sup>2</sup> de área e 37,8 km de perímetro.

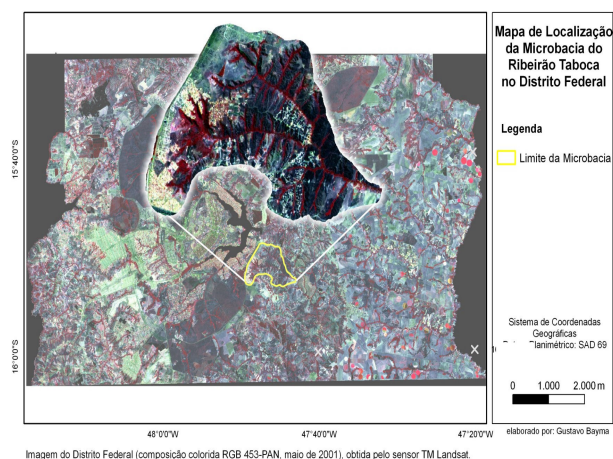


Fig. 1: Área de Estudo, microbacia do Ribeirão Taboca.

Para o desenvolvimento do trabalho (figura 2) foram usadas três imagens Landsat/TM (bandas 3, 4 e 5) na órbita 221, ponto 71, correspondente da área de estudo em questão, datadas dos anos de 1984, 1996 e 2006. Os dados de hidrografia e altimetria foram adquiridos do Sistema Cartográfico do Distrito Federal (SICAD). As amostras altimétricas constituem-se de curvas de nível equispaçadas de 25 metros. A área de estudo foi delimitada (digitalizada) visualmente sobre uma imagem de satélite da região e em conformidade com o modelo digital de elevação que permitiu identificar os divisores e receptores de água.

Além disto, foram segmentadas para posterior identificação manual/visual dos polígonos, atribuindo-os rótulos (classes temáticas) com o objetivo principal de identificar as áreas de ocupação urbana.

O Modelo Digital de Elevação (MDE) foi gerado através da interpolação das curvas de nível. A partir do MDE gerou-se o modelo de declividade e este fora fatiado nas classes de interesse. Para os dados de hidrografia foi criado um *buffer* de 30 metros, ao longo dos rios, e um segundo *buffer* de 50 metros, ao redor das nascentes. Isso porque segundo a legislação essas áreas são consideradas APPs, e são de extrema importância no presente estudo.

Do cruzamento das informações das classificações das imagens com o mapa de declividade e das as Áreas de Preservação Permanentes (APP's),

geradas a partir da hidrografia, tem-se um panorama geral e pode ser avaliada a progressão decenal (1984, 1996 e 2006) da ocupação e uso do solo segundo a abordagem da legislação estudada.

A partir da avaliação individual de cada imagem avaliou-se como a questão da ocupação urbana se deu ao longo do tempo através das três datas estudadas e também como ela se sucedeu dentro dos locais de restrição. Para estudar essa evolução foi usada uma combinação de cores primárias de pigmentos (Amarelo, Azul e Vermelho).

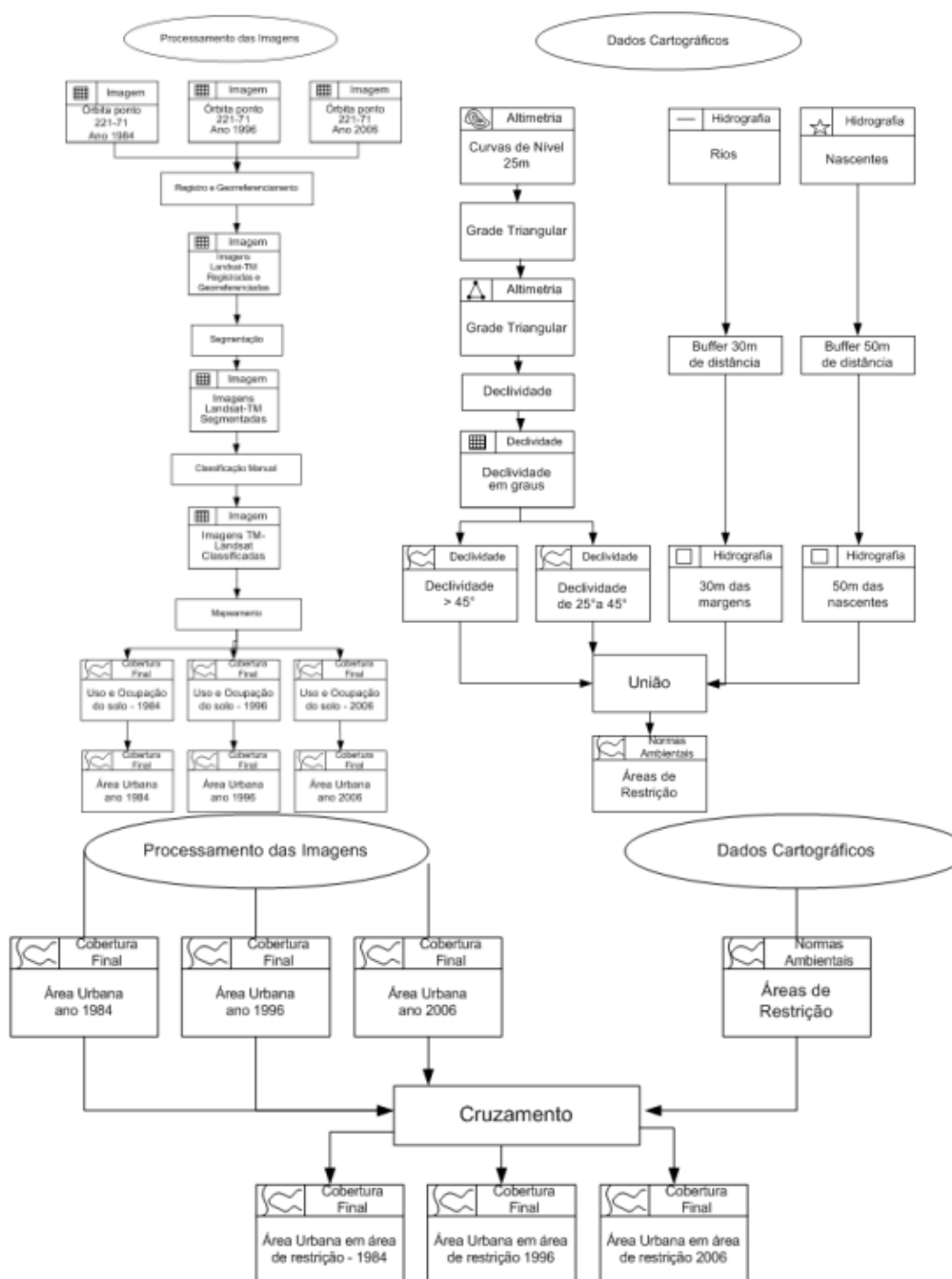


Fig. 2: Modelo OMT-G do trabalho desenvolvido.

Em relação aos *softwares* foram usados os softwares: ArcView 3.2, ArcGIS 9.1 e SPRING versão 4.3.2 em português do Brasil (software desenvolvido pelo INPE, de distribuição gratuita e pode ser adquirido no endereço eletrônico: <http://www.dpi.inpe.br/spring/>.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os mapas temáticos foram gerados a partir segmentação e posterior interpretação visual das imagens TM. As classes identificadas nas três imagens foram: Área Urbana, Cerrado, Mata Galeria, Reflorestamento e Solo Exposto (figura 3). Os valores de áreas de cada classe em cada imagem podem ser vistos na Tabela 1.

TABELA 1 -VALORES DAS ÁREAS DE CADA CLASSE NAS CLASSIFICAÇÕES DAS DIFERENTES IMAGENS TM (EM KM<sup>2</sup>).

Classes	1984	1996	2006
Área Urbana	5,80	14,27	16,10
Cerrado	33,82	28,44	23,96
Mata Galeria	8,36	9,57	11,49
Reflorestamento	4,96	0,08	0,08
Solo Exposto	1,55	2,13	2,86

Analisando a tabela acima pode ser chamada

atenção para o grade crescimento da área urbana, pelo fato que os reflorestamentos ali existentes deram lugar, e foram substituídos por ocupações urbanas com a finalidade de moradia. Percebe-se também um aumento na quantidade de área com solo exposto e uma diminuição da vegetação nativa (as diversas fitofisionomias características do Bioma Cerrado). Por outro lado, a conservação das mata de galeria foi satisfatória dado que sua área, no tempo considerado aqui, apresentou aumento.

Quanto aos mapas referentes a classificação do uso do solo, pode ser percebida uma dinâmica da localização das áreas urbanas no período considerado. Este fato pode ser explicado pela característica da ocupação na microbacia, que se caracterizava pela construção de infra-estruturas simples que davam suporte às antigas olarias. E também pelo fato de que historicamente essas ocupações, na maioria das vezes, são oriundas do processo de “grilagem” de terra, cujo processo apresenta um “nomadismo” por todo território do Distrito Federal.

Nesses mapas as áreas urbanas foram isoladas para que fossem usadas em interseções com as áreas de restrição, identificadas pela hidrografia e declividade. Esse produto gerado são as chamadas “áreas urbanas irregulares”. As áreas de restrição, que nada mais são que as APP's, são consideradas as áreas restritas pela hidrografia (figura 4 a) e pelas de declividade acima de 25° (figura 4 b). Uma consideração importante é que a legislação considera área de restrição as áreas de “florestas” (considere: mata nativa, como o cerrado, a

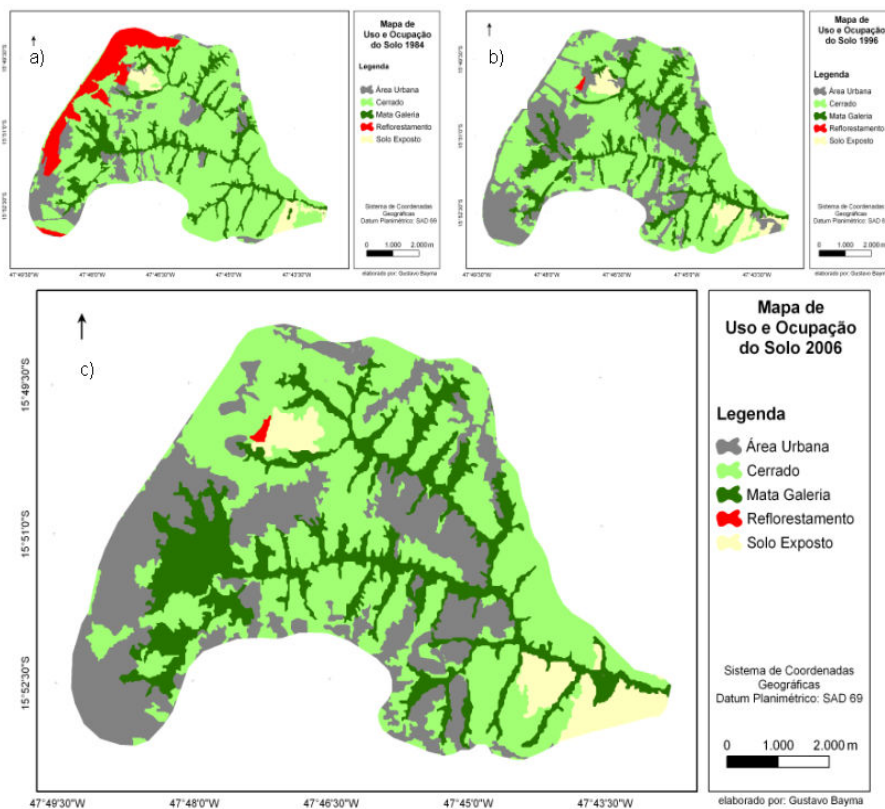


Fig. 3 – Classificação do uso do solo para os anos de: a) 1984; b) 1996 e c) 2006

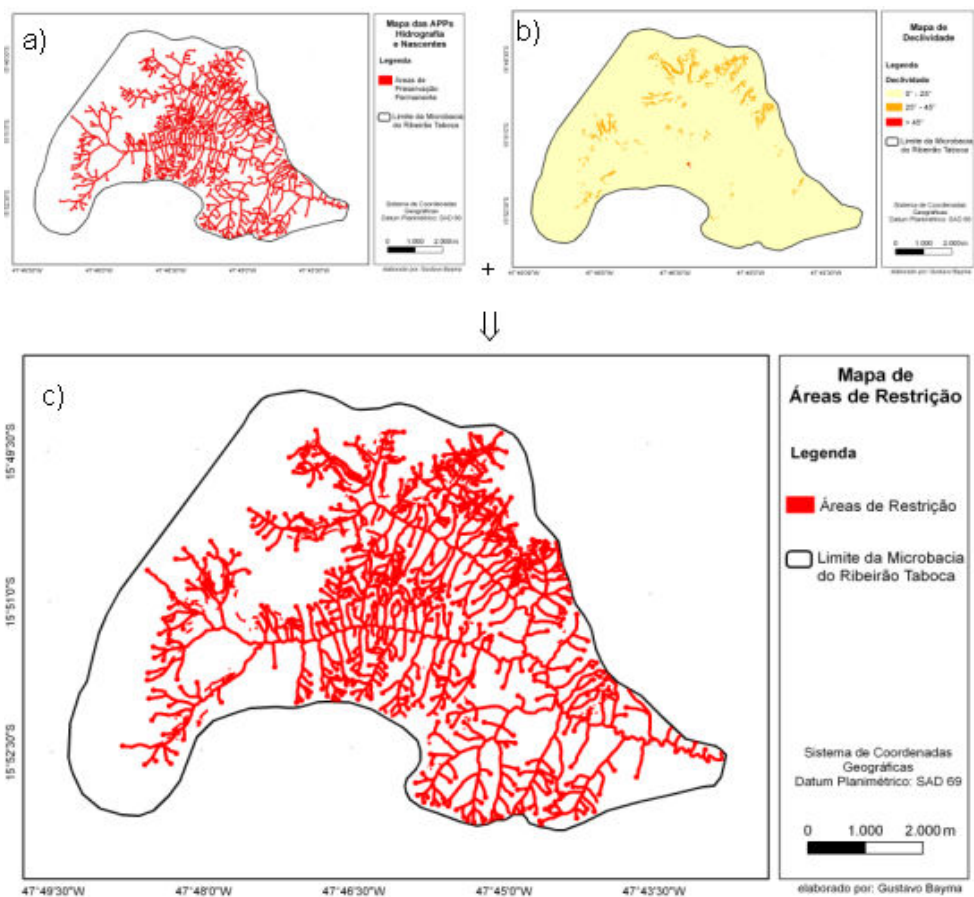


Fig 4 -Mapa das áreas de restrição.

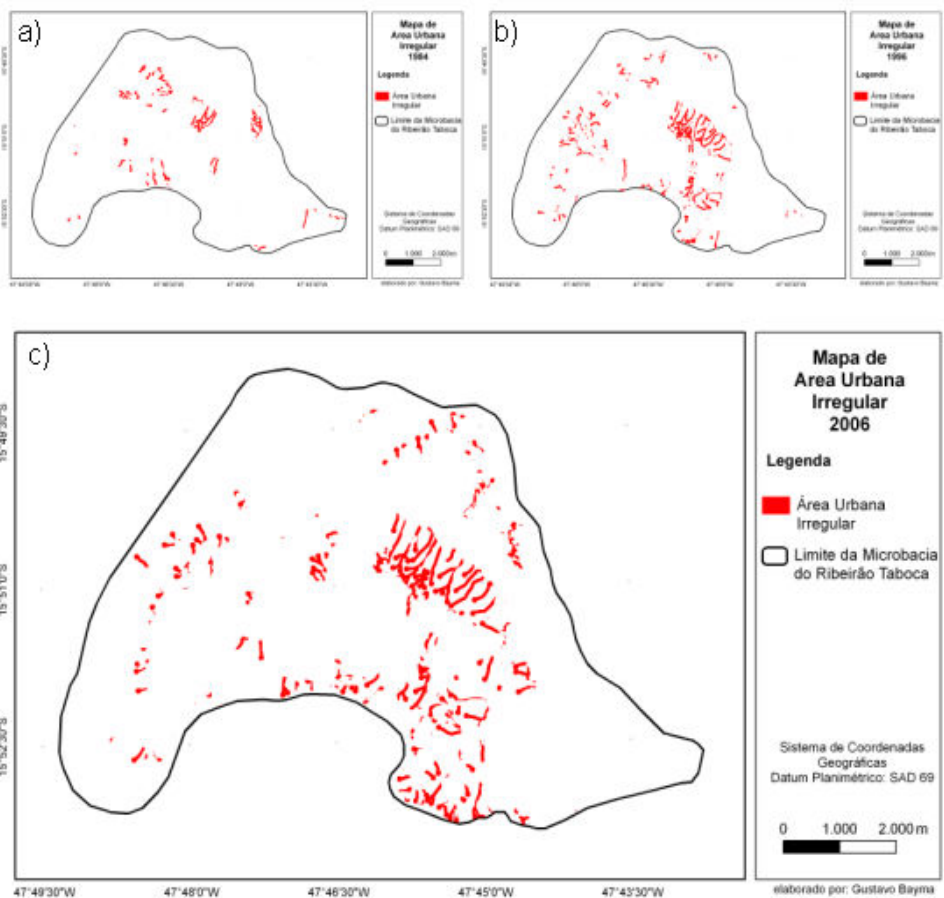


Fig 5 -Mapa das áreas de restrição dentro dos limites das APP's

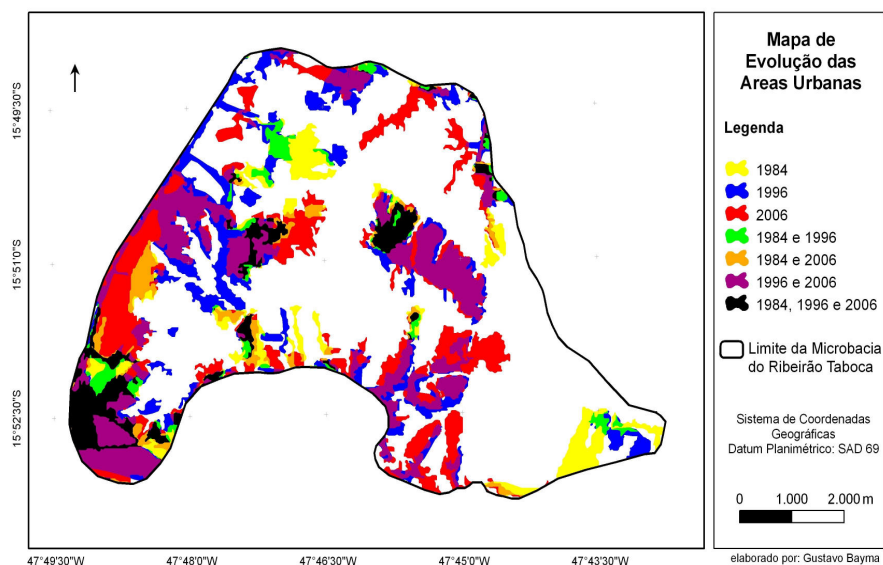


Fig 6 - Mapa de evolução das áreas urbanas.

mata de galeria e outra manifestação de fisionomia de vegetação local que aqui, considerou-se até mesmo os reflorestamentos) com declividade entre 25° e 45° (como abordado anteriormente).

Como o conhecimento da região permitiu afirmar que antes da ocupação urbana toda a área de estudo era composta de “floresta” e que nunca existiu um planejamento ocupacional dessas áreas, considerou-se as áreas de declividade superior à 25° como áreas de restrição assim como as acima de 45°. Dessa forma as áreas de restrição desse trabalho, que totalizaram 15,6 Km<sup>2</sup>, correspondem a aproximadamente 28,6% a área de estudo (figura 4 c).

Do cruzamento das áreas urbanas (selecionadas dos mapas temáticos) para cada uma das três imagens TM com as áreas de restrição têm-se as áreas urbanas irregulares (figura 5).

Para uma análise da evolução da expansão foram usadas as cores primárias de pigmentos (Amarelo, Azul e Vermelho) onde o verde (áreas em comum nos anos de 1984 e 1996), por exemplo, é resultado da sobreposição de áreas do ano de 1984 (em amarelo) e 1996 (em azul), e dessa foram segue para todas as outras cores, sendo o preto a mistura de todas as cores, ou seja, onde ocorreram áreas urbanas em todos os anos.

Seguindo essa linha de raciocínio o amarelo representa os locais onde área urbana em 1984 e que deixou de ser nos outros anos. O azul e o violeta juntos representam o grande crescimento das áreas de 1984 para 1996. Já o vermelho e o laranja representam as áreas que cresceram de 1996 para 2006. Por fim o azul representa as áreas urbanas que deixaram de existir de 1996 para 2006 e o laranja representa as áreas que deixaram de ser urbana de 1984 para 1996, mas que voltaram a ser urbana em 2006 (figura 6).

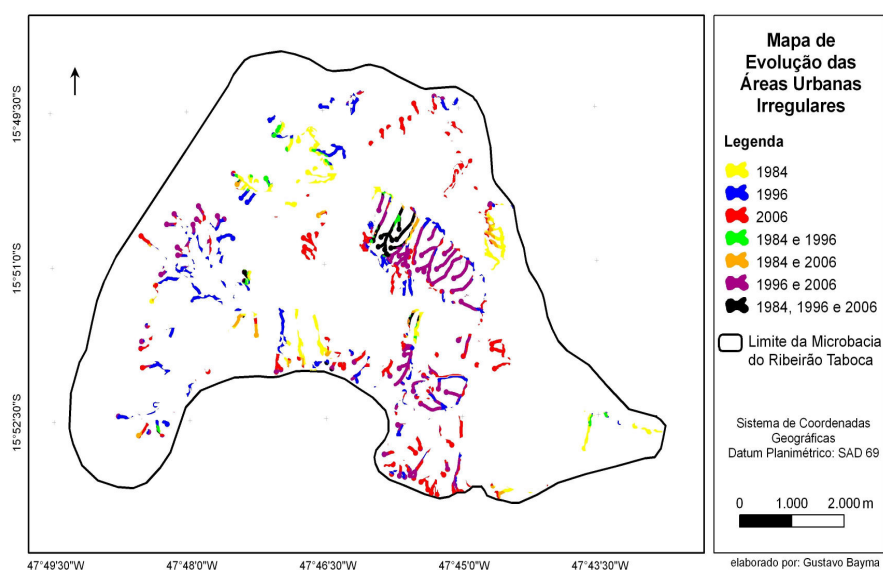


Fig 7 - Mapa da evolução das áreas urbanas irregulares.

Tabela 2 – VALORES DAS ÁREAS DA CLASSE “ÁREA UBANA” E CRESCIMENTO RELATIVO (EM KM<sup>2</sup>).

Classes	1984	1996	2006
Área Urbana	5,80	14,27	16,10
Crescimento	-	146%	13%

A Tabela 3 mostra os valores das áreas urbanas irregulares, ou seja, em locais de restrição nos três anos analisados e figura oferece uma noção da distribuição espacial dessas áreas (figura 7).

TABELA 3 – VALORES DAS ÁREAS DA CLASSE “ÁREA UBANA IRREGULARES” E CRESCIMENTO RELATIVO, (EM KM<sup>2</sup>).

Classes	1984	1996	2006
Área Urbana	1,090	2,244	2,440
Crescimento	-	106%	9%

Aqui também vale o mesmo que foi explanado anteriormente sobre as cores, apenas com a ressalva de que as áreas urbanas aqui consideradas são as localizadas em locais de restrição, ou seja, as “áreas irregulares”. É notório que, assim como ocorre nas áreas urbanas totais (não apenas nos locais de restrição) aqui também o grande crescimento ocorre da década de 80 (1984) para a de 90 (1996).

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através de técnicas de geoprocessamento e de processamento digital de imagens de sensoriamento remoto foi possível avaliar e quantificar o processo de transformação do uso e da ocupação do solo, com atenção especial para ocupação urbana irregular ao longo do tempo (1984, 1996 e 2006) na microbacia do Ribeirão Taboca, no Distrito Federal.

As áreas denominadas urbanas neste trabalho foram consideradas desta maneira de acordo com o seu uso, e não de acordo com a sua destinação ou classificação em relação ao Plano Diretor do Distrito Federal, e estas

As áreas de ocupação urbana cresceram praticamente uma vez e meia (146%) da década de 80 (1984) para a de 90 (1996). Já na década seguinte (2006) o aumento foi bem menor (13%). Se consideradas os locais de restrição, que foi identificado através da hidrografia, declividade e uso do solo (APP's), o crescimento de 1984 para 1996 foi de aproximadamente 106%, ou seja, dobrou; enquanto que de 1996 para 2006 o crescimento das áreas urbanas irregulares foi de apenas 9%.

Uma das grandes limitações do trabalho foi a dificuldade de obter dados que possibilitassem uma análise mais criteriosa, tanto dados de altimetria mais refinados como dados de uso e ocupação do solo que

tiveram que ser criados a partir de classificações de imagens TM da região. Outra limitação foi a dificuldade de se identificar o terço superior dos morros, que segundo a legislação também seria APP, e que foi ignorado neste trabalho. Sendo assim sugere-se para trabalhos futuros a utilização de dados mais fidedignos com a realidade da área de estudo e a utilização de uma série temporal mais completa (avaliar mais datas) assim como buscar processos capazes de identificar os topos de morros e considerá-los nas análises.

Foi possível verificar como o geoprocessamento e suas ferramentas, integrando fenômenos geoespecializados, podem contribuir para os gestores governamentais, de maneira geral, e permitir que sejam realizadas inferências sobre processos geográficos assim como auxiliar no monitoramento e tomada de decisão quanto a ocupação e uso do solo em função da legislação vigente.

#### 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ab'Saber, A., 2003. Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas. Ateliê Editorial, São Paulo, 159 páginas.
- Da Costa, S. M. F. e J. P. Cintra, 1999. Environmental analysis of metropolitan areas in Brazil. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, Vol. 54, N°1, pp 41-49.
- Guerra, A. J. T.; A. S. Silva; e R. G. M. Botelho, 1999. Erosão e conservação dos solos. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, 339 páginas.
- Mendonça, J. K. S; M. R. Mendes; I. S. Alves; e A. J. T Guerra; e A. C. Feitosa, 2002. Mapeamento e Monitoramento dos Processos Erosivos no Município de São Luís – MA. In Anais do IV Simpósio Nacional de Geomorfologia, São Luís – MA, Brasil, pp 65 – 73.
- Santos, M., 2001. O Brasil: território e sociedade no início do século XXI. Editora Record, São Paulo, 474 páginas.
- Santos, J. S. M, 2003. Análise da paisagem de um corredor ecológico na Serra da Mantiqueira. (Tese de Mestrado) Divisão de Sensoriamento Remoto, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos – SP, 174 p
- Tucci, C. E. M. 2003 Inundações e Drenagem Urbana. In Inundações Urbanas na América do Sul (eds) C. E. M TUCCI, J. C. BERTONI, Porto Alegre, pp 45-150.
- Wilson, E. H.; J. D. Hunt; D. I. Civco; M. P. Prisløe; e C. Arnold, 2003. Development of a geospatial model to quantify, describe and map urban growth. Remote Sensing of Environment, Vol. 86, N°3, pp 275-285.

Xian, G. e M. Crane., 2003. Assessments of urban growth in the Tampa Bay watershed using remote sensing data. Remote Sensing of Environment, Vol. 97, N° 2, pp 203-215