

**Estudo de áreas urbanizadas em locais proibidos pela legislação ambiental com apoio de imageamento remoto.  
Um exemplo de caso na bacia do Arroio Feijó**

Cláudio Bielenki Júnior

Agência Nacional de Águas – ANA

Caixa Postal 07919 – 70610-200 – Brasília – DF, Brasil

claudio@ana.gov.br

**Abstract.** The aim of this work is to present the viability of using the remote sensing images to identify urban areas in forbidden places for the ambient legislation. For this goal are used some tools of digital image processing, digital cartography and geoprocessing. The test area for this work was located in Rio Grande do Sul State, at Arroio Feijó basin.

**Palavras-chave:** remote sensing, image processing, geoprocessing, sensoriamento remoto, processamento de imagem, geoprocessamento.

## **1. Introdução**

A rápida expansão demográfica aliada às grandes dificuldades financeiras que a população tem enfrentado vem acarretando grandes problemas sociais para os governos municipais. Um deles com certeza é a falta de moradias, onde não se consegue impedir o crescimento acelerado de favelas nas periferias dos municípios.

Na maioria das vezes, essas favelas surgem em locais totalmente impróprios para a moradia, sem condições de saneamento básico e infra-estrutura mínima. Não bastasse isso, desrespeitam todas as normas de meio ambiente que regulam quais áreas devem ser preservadas de urbanização, como reservas ecológicas e nascentes de rios, por exemplo.

Analisando mais detalhadamente vemos que este tipo de problema nem sempre se restringe às favelas, existem locais em que até loteamentos autorizados pelos municípios infringem as leis ambientais denotando a total falta de controle e fiscalização por parte dos órgãos ambientais.

Não levar em consideração os impactos ambientais que isto pode acarretar demonstra uma falta de política de urbanização apropriada pelos municípios.

Estes dados por si só denotam a importância do estudo e a conseqüente necessidade de pesquisas na área a fim de se buscar um levantamento de uma possível reorganização nas questões relacionadas à atual política urbana desenvolvida pelos municípios.

O presente trabalho, oriundo de pesquisas e dados da bacia do Arroio Feijó – Grande Porto Alegre RS – procura apresentar um exemplo de áreas protegidas pela legislação ambiental que estão urbanizadas (em conflito) dentro da bacia hidrográfica identificadas com o auxílio de ferramentas de geoprocessamento e imagem de satélite.

Esta estruturação, tendo como objeto áreas de conflito na bacia do Arroio Feijó, procurará auxiliar num melhor planejamento urbano, possibilitando uma distribuição mais racional de recursos para a solução desses problemas.

## 2. Legislação consultada

Este trabalho teve como base as legislações do CONAMA – resolução nº 4 – e o Código Florestal Brasileiro.

Levando-se em conta aspectos para preservar a bacia, em áreas sensíveis, como topos de morros, encostas íngremes, nascentes, linhas de drenagem com vegetação natural, conservar o solo, ar e fauna, e recuperar áreas e elementos ambientais não preservados nem conservados.

## 3. Área de Estudo

O Arroio Feijó, localizado na Região Metropolitana (RM) de Porto Alegre, junto à divisa entre os municípios de Porto Alegre, Viamão e Alvorada, tem 15 quilômetros de extensão, seu limite está apresentado na **Figura 1**.

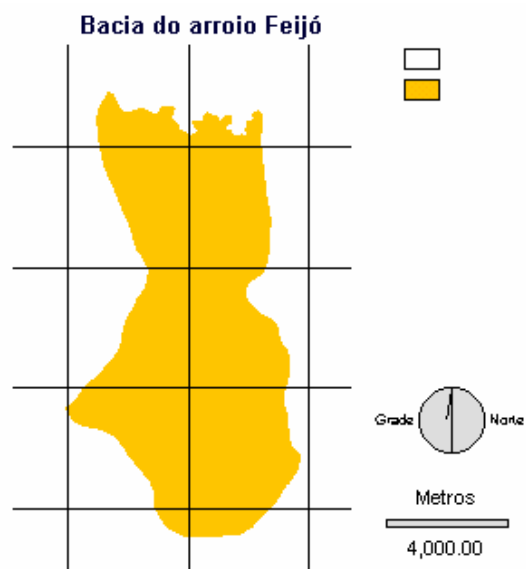


Figura 1 – Limite da Bacia Hidrográfica

Sua bacia, de 57 quilômetros quadrados, tem topografia acidentada do terço superior e plana dos terços médio e inferior. A condição de erodibilidade é acentuada em relação aos solos das demais áreas da Região Metropolitana.

## 4. Sistemas de Informações Geográficas

Em artigo publicado na revista Fator GIS, Teixeira (1995) discutem qual seria a melhor definição de para SIG realizando uma abordagem sobre o assunto. A conclusão do trabalho dos autores foi a de que SIG seria:

“Conjunto de programas, equipamentos, metodologias, dados e pessoas (usuário), perfeitamente integrados, de forma a tornar possível a coleta, o armazenamento, o processamento e a análise de dados georreferenciados, bem como a produção de informação derivada de sua aplicação”.

Tais sistemas, os SIGs, buscam, portanto, de uma forma geral, analisar as informações de caráter geográfico armazenadas em um banco de dados construído especialmente para este

fim. Através dele serão feitas a aquisição, armazenagem, combinação, análise e recuperação de dados geocodificados, Eastman (1992).

Para a realização deste trabalho, optou-se pela utilização do software Idrisi. Esta escolha baseou-se, principalmente, em função da relação custo benefício proporcionado por tal software, apresentando bom desempenho mesmo com equipamento de pouca capacidade computacional e sendo de fácil aprendizagem.

## **5. Metodologia: Critérios utilizados**

A proposta metodológica tende a recair na utilização ponderada dos aspectos levantados. Assim, houve uma tendência a privilegiar alguns desses aspectos em detrimento dos demais e por vezes em deixar-se de analisar todos os fatores necessários para um resultado mais eficaz sem, contudo, prejudicar quaisquer elementos para a conclusão do global.

No trabalho desenvolvido, em função da sua escala de abrangência, não foram levadas em consideração ocorrências pontuais, ocasionais e, tampouco, situações restritas ou específicas a determinados fatores que poderiam ou não constituir características de conflito, apesar da possibilidade de que tais condições possam constituir graves problemas ambientais.

A partir dessas considerações, escolheu-se como os mais representativos os seguintes aspectos:

- Topos de morros;
- Encostas íngremes (declividade);
- Nascentes;
- Linhas de drenagem com vegetação natural

Outra questão vinculada diretamente a esta estruturação diz respeito ao uso do solo na área abrangida pela bacia.

Para esta questão o auxílio do imageamento remoto foi o que permitiu a classificação dentro da área de estudo. Utilizou-se uma imagem SPOT com 10 metros de resolução, devidamente registrada, que foi classificada em classes de uso do solo baseado no algoritmo de máxima verossimilhança a partir de amostras observadas diretamente na área de estudo. Isso permitiu a identificação das áreas urbanizadas e da rede de drenagem, tendo ainda facilitado a geração de um modelo digital do terreno com curvas de nível e pontos cotados coletados da cartografia previamente existente, pois serviu de orientação para retificar inconsistências geradas pela interpolação.

Como a metodologia apresentada no trabalho, baseada na análise da imagem Spot da bacia do Arroio Feijó, procurou trabalhar as diferentes variáveis de forma separada, na medida que as mesmas se sobrepõem nos cruzamentos realizados no decorrer dos trabalhos, partiu-se para uma sistemática de análise própria, com intervalos e parametrizações ligeiramente diferenciados. Estes aspectos foram, então, parametrizados, de acordo com a consulta feita à legislação específica, de modo a facilitar a compreensão e a visualização da área dentro do objeto de pesquisa deste trabalho que é a busca de conflitos das áreas urbanas com a legislação ambiental.

A partir da classificação da imagem foram gerados mapas com as informações específicas, como o uso dos solos (**Figura 2**), as áreas urbanizadas da bacia (**Figura 3**), que aliados ao mapa de declividades (**Figura 4**), de drenagens (**Figura 2**), descrevem os aspectos relevantes para o cruzamento de informações de modo a permitir o levantamento de conflitos na área da bacia. Foi, ainda, gerado um mapa contendo apenas as declividades maiores que 30% (**Figura 5**).

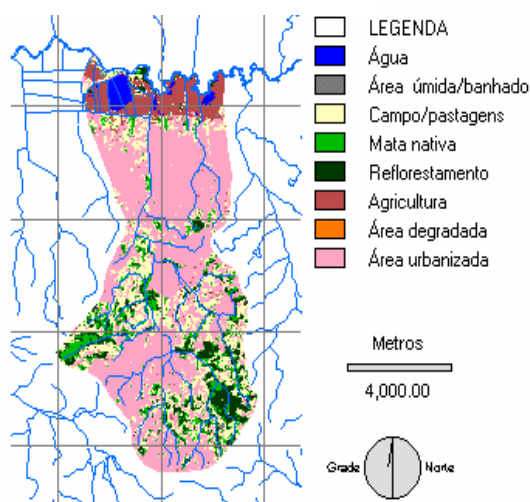


Figura 2 – Uso do Solo e Rede de Drenagens

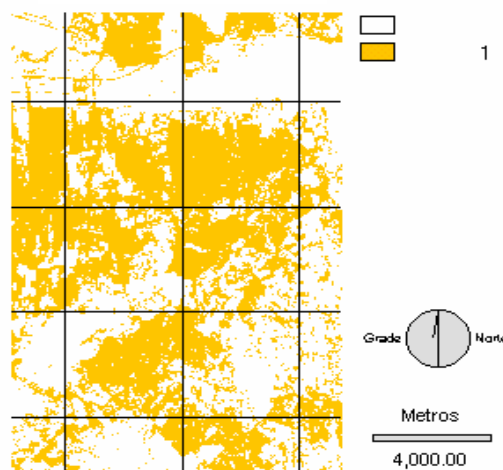


Figura 3 – Áreas Urbanizadas

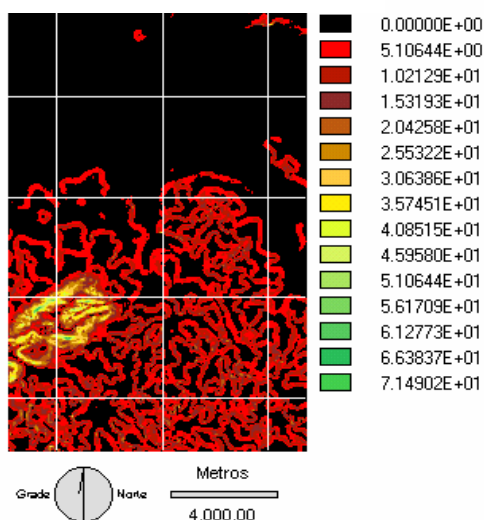


Figura 4 - Declividades

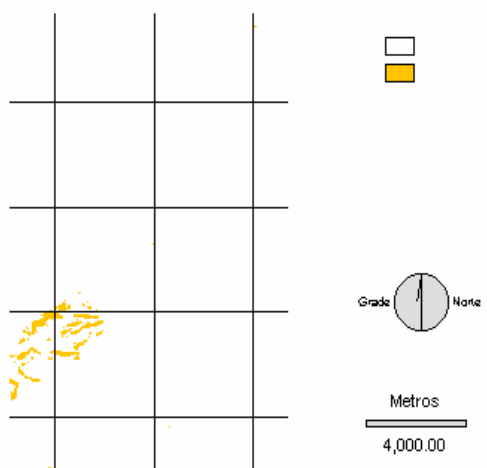


Figura 5 – Declividades Maiores que 30%

A partir desta etapa é que os cruzamentos dos planos de informações (PI's) foram realizados. De acordo com as normas foi gerado um buffer a partir das redes de drenagem com uma largura de 30 metros.

Os PI's foram cruzados dentro do módulo Overlay (sobreposição de imagens) constante do Idrisi, utilizando-se do operador matemático "Add" para a adição de imagens. Assim como os demais operadores, a adição trabalha cada célula da imagem individualmente, ou seja, neste caso, soma-se uma a uma as células (pixel) de cada imagem com as suas correspondentes.

A escolha deste operador deve-se às questões relacionadas com a sobreposição de informações. Desta forma, os pesos atribuídos a cada um dos elementos considerados como conflitantes proporcionaram um acúmulo desses fatores. O somatório desses fatores apontou para as zonas de conflito.

## 6. Resultados e discussões

Os trabalhos direcionaram-se para a confecção de um mapa contendo as zonas de conflito (**Figura 6**) entre as áreas urbanizadas e a legislação ambiental, contida na resolução nº 4 do CONAMA e o Código Florestal Brasileiro, dentro da bacia do Arroio Feijó.

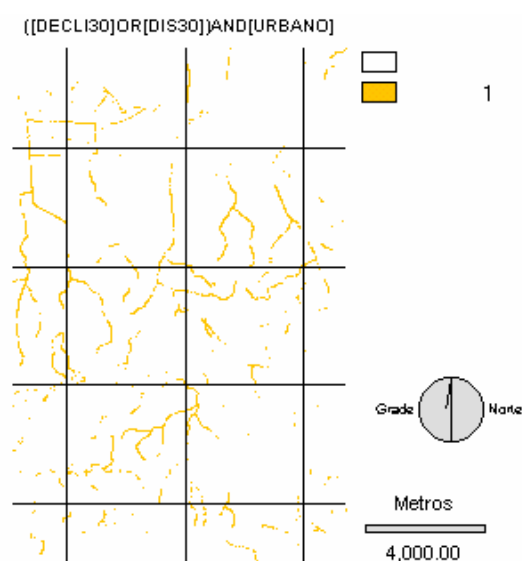


Figura 6 – Áreas em conflito

A partir da análise deste, pôde-se constatar que existem inúmeras áreas conflitantes dentro da bacia do Arroio Feijó com considerável tendência a estarem localizadas às margens de drenagens, podendo acarretar grandes impactos ambientais.

Grande parte dessas áreas caracterizam-se como periferia urbana. A densidade de ocupação é média e alta, onde se destacam áreas invadidas. Há deficiência de serviços de saneamento básico, de áreas verdes e de lazer, e de equipamentos públicos em geral. Também há áreas de ocupação irregular e desordenada em grande parte da bacia, com famílias de baixa renda. Estima-se que existam 45 vilas irregulares na bacia do Arroio Feijó, totalizando 205 mil pessoas. Essa população despeja lixo no arroio, transformando-o em um grande canal de esgotos, sujeito a inundações e foco permanente de doenças. O nível de conscientização ambiental da população é baixo e se reflete na ocupação das margens do Feijó

Em Alvorada foram constatados focos de leptospirose, doença infecciosa e mortal, provocada por uma bactéria que contamina rios e canais e que é trazida por ratos que vivem no lixo jogado às margens dos cursos de água.

Um dos maiores problemas da bacia são os alagamentos causados pelo assoreamento do arroio. Em alguns trechos o Arroio Feijó não tem mais curso regular. Chuvas intensas fazem com que as águas transbordem, inundando residências e órgãos públicos, como escolas e postos de saúde. E o lixo agrava o problema. É comum as pessoas atirarem para dentro do arroio desde restos de comida até sofás, bicicletas, cadeiras e sucatas de automóvel.

## 7. Conclusões e recomendações

A partir dos resultados obtidos, vinculados diretamente à metodologia empregada, pôde-se concluir que a bacia do Arroio Feijó possui áreas urbanizadas que estão em desacordo com a legislação ambiental vigente, não bastando isso, essas áreas, além dos sérios prejuízos que estão causando ao meio ambiente, são um risco à população que estão nelas domiciliadas, não contêm as mínimas condições de saneamento e higiene, sendo um desafio para as três prefeituras que comportam a bacia.

A política de urbanização desses municípios tem-se mostrado ineficaz para combater estes tipos de problema e tampouco os órgãos ambientais são capazes de controlar ou fiscalizar as áreas protegidas pela legislação.

Por outro lado, a classificação realizada com dados de sensoriamento remoto ratificou a potencialidade, a dinamicidade e a credibilidade dada a este tipo de imageamento como suporte a mapeamentos temáticos e aos SIGs e suas técnicas de aplicação.

A utilização das técnicas de geoprocessamento e o uso de imagens de satélites para a execução deste tipo de trabalho torna-se não apenas pertinente, mas necessária a fim de que se possa contribuir decisivamente para um real avanço em termos de planejamento urbano.

A fim de que se possa realizar uma avaliação mais precisa do proposto, sugere-se o uma investigação mais criteriosa dessas áreas com respeito aos aspectos ambientais e sociais que as envolvem.

## Referências

Centro de Referência em Gestão Ambiental para Assentamentos Humanos. Universidade Livre do Meio Ambiente. Curitiba - Paraná

CÓDIGO FLORESTAL BRASILEIRO

COMAS, D. & RUIZ, E. Fundamentos de los Sistemas de Información Geográfica. Barcelona. Ariel Geografía. 1993.

CONAMA. Resolução nº 4

EASTMAN, J. R. Idrisi for Windows version 2.0 – user's guide. Clark University Graduate School of Geography. Worcester, Massachusetts. January, 1997.

Revista Quadrimestral de Saneamento Ambiental – ECOS. Nº 13, Ano 5, Novembro de 1998. Pg. 27 – 31

TEIXEIRA, A. et alii. Qual a melhor Definição de SIG in: Fator GIS (11): 20-24. 1995