

## **Análise do entorno da barragem da Usina Hidroelétrica de Canabrava (GO) com o uso da imagem QuickBird**

Mariane Alves Dal Santo<sup>1</sup>  
Francisco Henrique de Oliveira<sup>1</sup>  
Pedro Henrique Machado Porath<sup>1</sup>  
Lucas Augusto D'Aquino<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC  
Laboratório de Geoprocessamento - GeoLab  
Avenida Madre Benvenuta, 2007 – Florianópolis – SC  
geolab@udesc.br

**Abstract:** This study developed in the Cana Brava Hydroelectric Plant located in the municipality of Minaçu, in the Northern State of Goiás, located between the geographical coordinates 22°31'58" S and 48°13'12" W. With the aid of software SIG ArcGis 9.3, was drafted the vectorization of land use from QuickBird satellite images for the years 2004 and 2008 the area of influence of flooding of Lake of hydroelectric power. From this material was possible to make a monitoring, indicating those areas with increased reservoir silting, intrusions on the APP areas (permanent preservation area) and use in irregular areas under the law of land use. Knowing that these factors have strong relationships with each other, has produced a study of environmental analysis, where this information were crusades, generating through maps, charts and graphs subsidies for mitigation of environmental impacts. This analysis can be adapted to other hydroelectric dams, since many other face similar problems and require efficient solutions for such.

**Palavras-chave:** environmental impacts, hydroelectric dams, vectorization of land use

### **1. Introdução**

A partir de um conjunto de geotecnologias como o SIG (Sistemas de Informações Geográficas), GPS (Global Positioning System) e Sistemas de Processamento e Tratamento de Imagens, é possível traçar um ambiente virtual realizando simulações que proporcionem um maior reconhecimento das áreas a serem estudadas. É de extrema importância realizar em áreas próximas a barragens, o reconhecimento do uso e ocupação para diagnosticar se ocorre um descontrole das entidades responsáveis por gerir as propriedades na margem do lago, as quais muitas vezes utiliza o solo de forma irracional sem se preocupar com a posterior recuperação do mesmo.

Para a realização desta pesquisa foi necessário vetorizar com o uso de ferramentas SIG, neste caso o Arcgis 9.3, o uso e ocupação da área do entorno da barragem da Usina Canabrava (GO), com o fim de gerar mapas temáticos os quais poderão auxiliar na geração de um banco de dados a fim estruturar modelos que possibilitem demonstrar qual é a evolução do ambiente nessas áreas de barragens. Dessa forma, a partir desta vetorização, posteriormente foi realizado um cruzamento dos mapas temáticos das imagens dos anos de 2004 e 2008.

### **2. Fundamentação teórica**

#### **2.1. Geoprocessamento como ferramenta para o mapeamento**

Neste projeto utiliza-se técnicas de Geoprocessamento, desta forma procura-se descrever em conceitos do que trata esta geotecnologia.

Segundo Rodrigues (1993), Geoprocessamento é um conjunto de tecnologias de coleta, tratamento, manipulação e apresentação de informações espaciais voltadas para um objetivo específico.

Já para Carvalho *et. al.* (2000), o Geoprocessamento é um termo amplo, que engloba diversas tecnologias de tratamento e manipulação de dados geográficos, através de programas computacionais.

O Geoprocessamento é utilizado em várias áreas como: planejamento urbano e regional, cartografia, análise espacial ambiental, transporte, comunicação, energia, e gerenciamento de variados processos.

## **2.2 Sistemas de Informações Geográficas**

O Geoprocessamento tem como sua principal ferramenta o SIG (Sistemas de Informações Geográficas) o qual é o mais adequado sistema para análise espacial de dados geográficos. Para funcionar de maneira adequada é necessário a coleta de dados que em alguns momentos podem ser encontrados, prontos, em órgãos apropriados como o IBGE. Já em outros momentos ocorre que esses dados não são encontrados, então é necessário a sua aquisição, que dependerá muito do seu possível gasto e do tempo disponível para a aquisição. Essa aquisição poderá ser feita a partir de dados analógicos que serão digitalizados a fim de torná-los digitais. Outra forma é o próprio sensoriamento remoto que tem uma gama de possibilidades para a busca de dados, que poderá ser feito por meio de satélites, ou ainda por meio de aviões que efetuarão esses tipos de mapeamento. O SIG tem como maior diferencial a facilidade de estabelecer relações espaciais entre elementos gráficos. A seguir seguem algumas definições sobre o que é o Sistema de Informações Geográficas.

Na definição de Loch (2006), SIG é um “sistema de informação formado por um conjunto de funções para a estocagem, criação, manipulação e visualização de uma variedade de dados espaciais representados por feições pontuais, lineares ou zonais (polígonos)”.

Para Kelsen (2009), os Sistemas de Informações Geográficas são “aplicativos de informática destinados ao tratamento de dados referenciados espacialmente, ou seja, aliam dados espaciais ou geográficos com dados de atributos, tais como os números de emprego ou de fiscalizações realizadas.”

Os elementos básicos de um SIG são os equipamentos (hardware) que são os computadores que serão utilizados tanto para a digitalização, como para a estruturação do banco de dados. Os aplicativos (software) devem conter algumas funcionalidades como a entrada de dados, capacidade de armazenamento e é necessário ter uma boa interface entre o sistema e o usuário. O banco de dados (dataware), além do pessoal especializado (peopleware).

## **2.3 Banco de Dados Espaciais**

Dentro do Sistema de Informações Geográficas existem basicamente duas formas de representar dados espaciais, a estrutura vetorial e a estrutura raster.

### **2.3.1 Estrutura Vetorial**

A Estrutura vetorial é a forma representativa do mundo real em um SIG (INPE, 2009). Os modelos vetoriais podem ser reduzidos a três formas básicas, pontos, linhas e polígonos. Os pontos são quando em um dado momento são posicionados por apenas um par ordenado (X, Y). Já as linhas são definidas quando no momento de posicioná-las são necessários no mínimo dois pontos, ou seja, no mínimo duas coordenadas (X, Y). Os polígonos que também são conhecidos como áreas, para existirem de fato necessitam de no mínimo três segmentos de linhas. É dito que a estrutura raster é mais simples do que a vetorial, no entanto para representar o mesmo nível de detalhamento nessas duas estruturas é necessário que a raster possua milhares de pixels. No momento em que for necessário elaborar um mapa na estrutura raster, com o mesmo nível de detalhamento do vetorial, o tempo para essa realização será muito maior além de ocupar muito espaço no banco de dados.

### **2.3.2 Estrutura Raster (Matricial)**

Segundo o INPE (2009) define-se o formato matricial ou varredura (ou ainda "raster") como um conjunto de celas localizadas em coordenadas contíguas, implementadas como uma matriz 2D.

O formato Raster, tem algumas vantagens sobre o vetorial, como: representa fenômenos variantes no espaço, simulação e modelagem mais fáceis, análise geográfica rápida, adequado para pequenas escalas, (1:50.000 e menores).

Mas também algumas desvantagens, como o espaço de armazenamento utilizado, possível perda de resolução.

## **2.4 Imagem do Satélite Quickbird**

O Quickbird é um satélite que fornece uma alta resolução de imagem pancromática e multiespectral. Sua grande largura de área, combinada com armazenamento a bordo amplo, e com precisão geolocacional fazendo possível a sua eficiência e sua precisão em imagens de grandes áreas do globo. O satélite Quickbird é capaz de adquirir mais de 75 milhões de quilômetros quadrados de dados de imagem anualmente, (são mais de três vezes o tamanho da América do Norte) e tem permitido que a DigitalGlobe a popularizar e atualizar a sua biblioteca de imagens com uma velocidade sem precedentes.

### **2.4.1 Características do Satélite Quickbird**

Segundo a Empresa ENGEMAP (2009), o QuickBird apresenta um acervo histórico desde 2002, o que permite estudos temporais de alta qualidade. Indicado para escala de trabalho tanto urbana quanto rural. Algumas vantagens Quickbird são, a alta Resolução espacial colorida; serviços de programação dedicado e acervo técnico disponível para pronta entrega.

Especificações técnicas do satélite e das imagens do satélite Quickbird:

Data de lançamento: 18 de Outubro de 2001

Localização do Lançamento: Vandenberg Air Force Base, California

Altitude da Orbita: 450 km

Inclinação da Orbita 97.2 degree, sun-synchronous

Velocidade: 7.1 km/segundo

Tempo da Orbita: 93.5 minutos

Largura da faixa imageada: 16.5 km at nadir

Precisão métrica: 23-meter horizontal (CE90%)

Digitalização: 11 bits

Resolução Temporal: 1 a 3,5 dias, dependendo da latitude

Resolução Pancromática: 61 cm (inclinação) e 72 cm (25o off nadir)

Resolução Multiespectral: 2.44 m (inclinação) to 2.88 m (25o off-nadir)

Bandas: Pancromático: 725 nm

Azul: 479.5 nm

Verde: 546.5 nm

Vermelho: 654 nm

Infravermelho: 814.5 nm

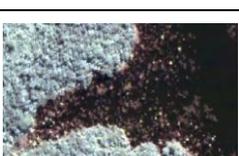
As principais aplicações são na atualização de mapeamentos planimétricos urbanos e rurais, que exijam alta precisão de dados como: cadastro, redes, planejamento, telecomunicações, saneamento, transportes, etc; usos da Terra e Mapas Temáticos; estudo de áreas verdes urbanas; estimativa de colheitas e demarcação de propriedades rurais; laudos periciais para questões ambientais.

### 3. Metodologia de trabalho

Este trabalho consistiu na vetorização, sobre uma imagem do satélite QuickBird com resolução espacial de 60 cm, do entorno da barragem de Canabrava (GO).

A feição uso e ocupação de solo foi dividida em classes a saber (Quadro 1): cerrado, campo cerrado, campo limpo, mata ciliar, assoreamento, banhados, vegetação inundada, solo exposto, edificações.

Quadro 1 – Representação e descrição das Classes vetorizadas

Classe	Descrição	Amostra
Cerradão	As áreas de cerradão têm como característica a existência de uma vegetação densa, de porte arbóreo e arbustivo. Por ter uma completa cobertura vegetal do terreno, a erosão e o transporte de sedimentos é mínimo	
Campo Cerrado	Subgrupo da formação natural do bioma cerrado em área com restrição de água ou edáfico. Campos cerrados também podem ser um estágio de sucessão vegetal após queimadas ou desmatamentos. Apresenta uma cobertura de gramíneas contínua com arbustos ou árvores dispersos.	
Campo Limpo	As áreas de campo limpo proporcionam uma cobertura frágil ao solo e não produzem obstáculo ao vento.	
Mata Ciliar	São áreas que retêm os sedimentos e as águas que chegariam até os rios	
Vegetação inundada	A decomposição anaeróbica e incompleta da vegetação submersa leva ao aumento do pH e a acidez da água, o que pode afetar as máquinas e estruturas da usina.	
Solo Exposto	Solo improdutivo, provocado por ações antrópicas, e sujeito a futuras erosões.	
Sistema Viário	Foram mapeadas porque aquelas com solo exposto contribuem para o assoreamento, são vetores de desmatamentos e ocupação das áreas de APP, e produzem sedimentos em função das erosões que ocorrem nestas e em suas laterais.	

Fonte: do autor

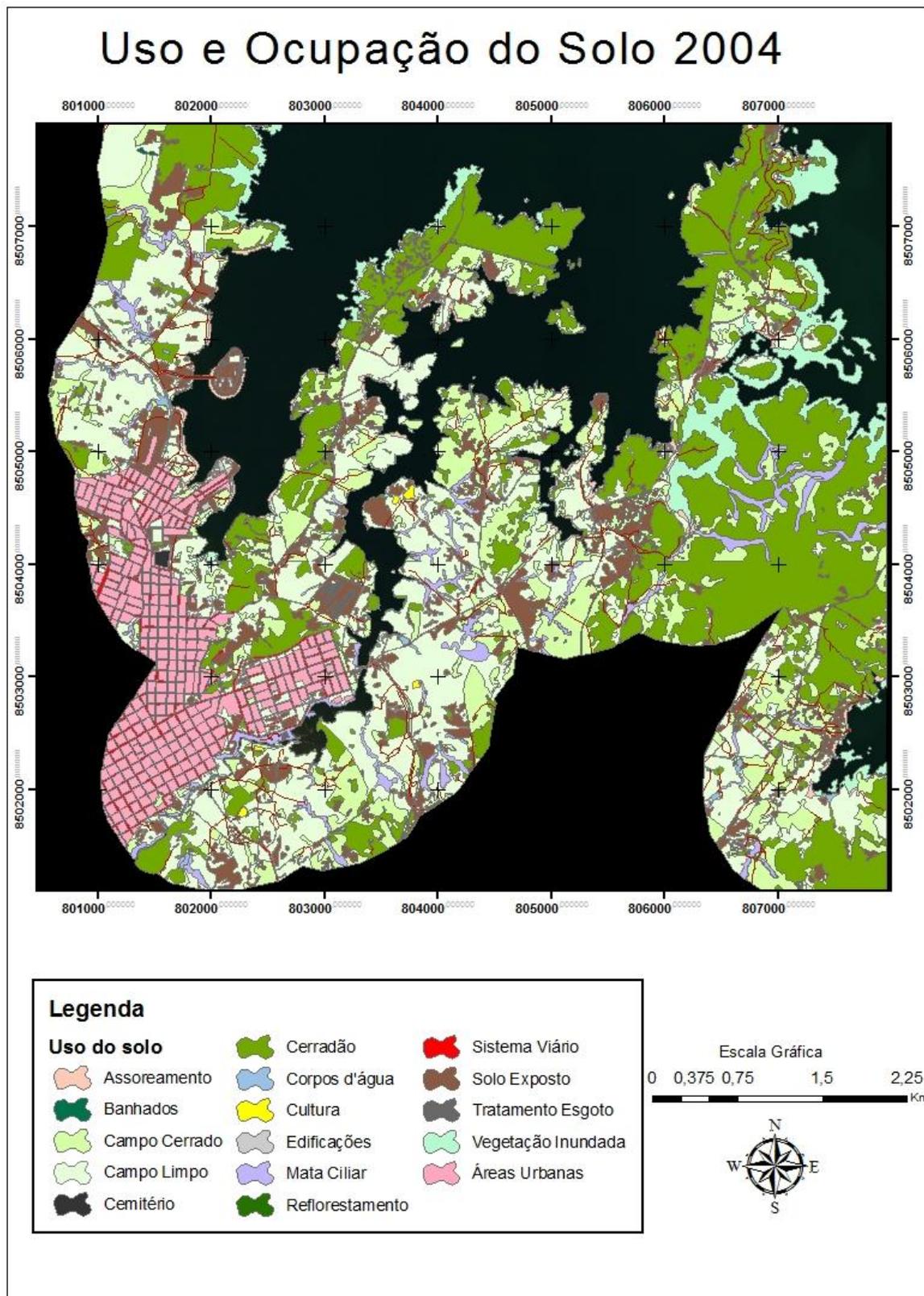


Figura 1 – Mapa da Área vetorizada ao entorno da bacia da Hidroelétrica de Cana Brava ano 2004.

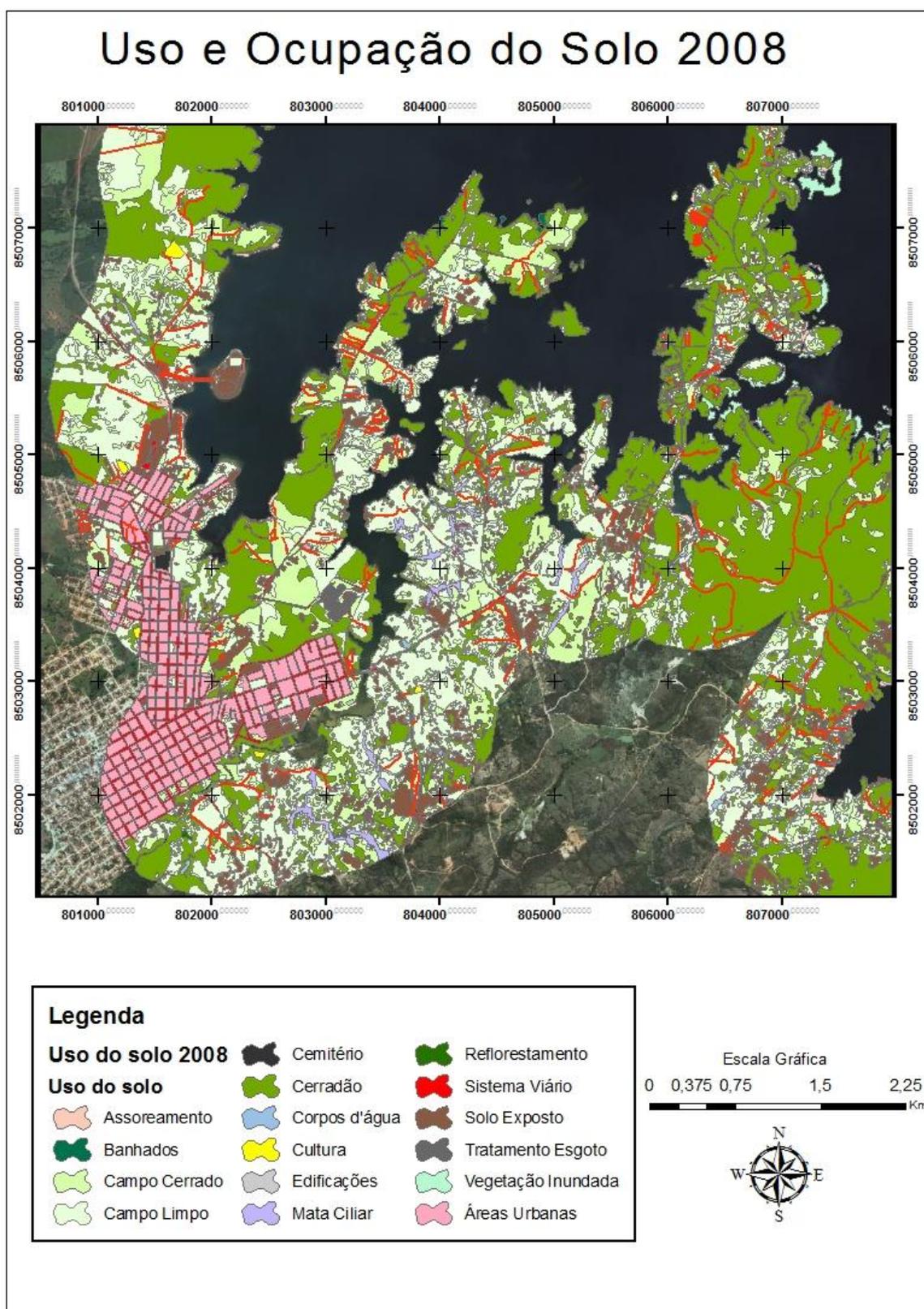


Figura 2 – Mapa da Área vetorizada ao entorno da bacia da Hidroelétrica de Cana Brava ano 2008.

Tabela 1 - Dados de comparação da ocupação da área referente ao ano de 2004 e 2008.

Uso e Ocupação do Solo	Áreas (m <sup>2</sup> )-2004	Áreas (m <sup>2</sup> ) - 2008	Porcentagem
Cerradão	8975434,771	10802814,849	20,36%
Reflorestamento	0,000	5131,396	500,00%
Área Urbana	2162437,739	1849196,023	-14,49%
Solo Exposto	2959485,267	2490112,090	-15,86%
Mata Ciliar	913811,819	248886,820	-72,76%
Corpos d'Água	67130,409	43979,554	-34,49%
Campo Cerrado	5091511,568	5234506,937	2,81%
Banhado	5058,616	21992,277	334,75%
Cemitério	16675,977	17866,619	7,14%
Vegetação Inundada	1411228,745	199734,604	-85,85%
Sistema Viário	1054237,373	1472450,865	39,67%
Cultura	23231,552	45446,654	95,62%
Edificações	72908,219	61856,172	-15,16%
Tratamento de Esgoto	37387,670	62863,726	68,14%
Assoreamento	317518,527	332868,373	4,83%
Campo Limpo	8128230,840	7365752,061	-9,38%
<b>Total</b>	<b>31236289,091</b>	<b>30255459,018</b>	

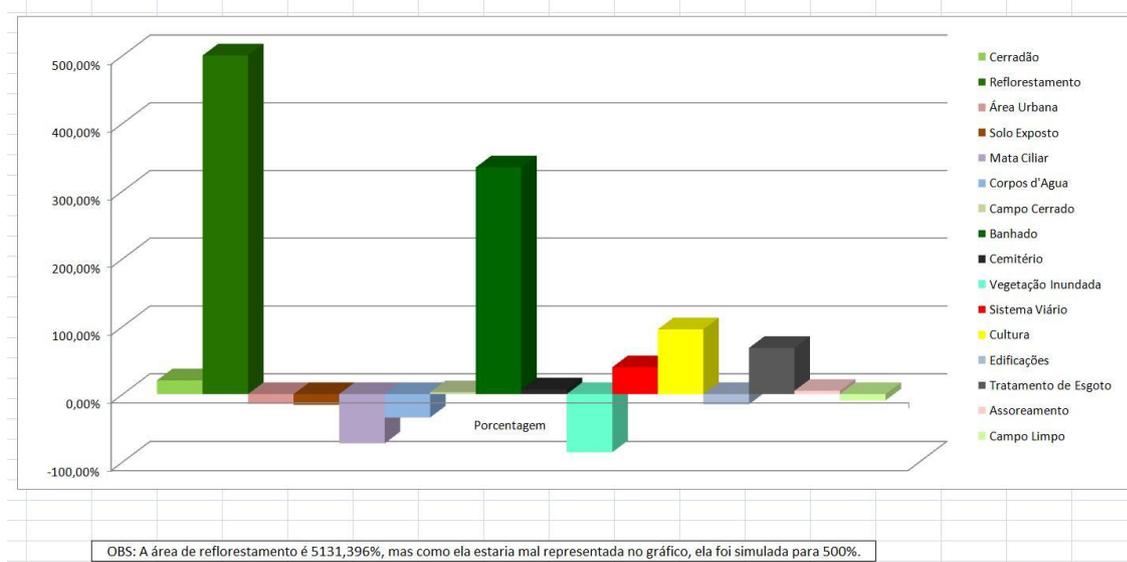


Figura 3 - Gráfico de comparação da classificação entre as áreas de 2004 e 2008.

#### 4. Resultados e Discussões

Nesta análise foi estudada a Evolução do Uso e Ocupação do Solo referente aos anos de 2004 e 2008., com a finalidade de verificar a modificação das áreas no entorno da barragem num período de 4 anos. A área analisada corresponde a uma faixa de 1 km a partir da área inundada, como pode ser observado nas figuras 1 e 2.

A partir da vetorização das áreas de uso e ocupação do solo foi gerada um cruzamento dos dados e o resultado pode ser observado na tabela 1 e na figura 3 que compreendem a comparação dos dados referentes ao uso e ocupação do solo dos anos de 2004 e 2008.

É possível observar que o cerradão tem um crescimento de 20,36%, o campo cerrado de 2,81% e o campo limpo um decréscimo de 9,385 de 2004 a 2008.

Em 2004 ainda não havia reflorestamento na área, mas em 2008 foi implantado um reflorestamento que apresenta em 2008 uma área de 5.131m<sup>2</sup>.

A área de ocupação urbana apresentou um decréscimo de 14,49% e a de solo exposto uma decréscimo de 15,86% em 2008., enquanto que a área ocupada pelo sistema viária cresceu em 39,67%.

Outro dado analisado é com relação área de mata ciliar que diminuiu em 72,76% do ano de 2004 a 2008, enquanto o assoreamento aumentou em 4,83%.

A área de culturas foi a que mais cresceu totalizando 96,62% entre 2004 e 2008.

Como pode ser observado a área sofreu uma estagnação na ocupação urbana, sofreu um grande crescimento nas áreas de cultura o que pode ser comprovado também pelo elevado numero de estradas vicinais implantadas.

## 5. Conclusões

Com o auxílio do software SIG ArcGis 9.3 , foi elaborada a vetorização do uso do solo à partir das imagens do Satélite QuickBird referentes aos anos de 2004 e 2008 da área de influencia de inundação do lago da hidroelétrica.

A partir deste material foi possível fazer um monitoramento, indicando as áreas com aumento de assoreamento do reservatório, as invasões na área de APP (Área de Preservação Permanente) e o uso em áreas irregulares segundo a legislação de uso do solo. Sabendo que esses fatores possuem fortes relações entre si, foi elaborado um estudo de análise ambiental, onde essas informações foram cruzadas, gerando através de mapas, tabelas e gráficos uma análise para a mitigação destes impactos ambientais. Essa análise poderá ser adaptado a outras bacias hidroelétricas, visto que muitas outras enfrentam problemas similares e precisam de soluções eficientes para tal.

## 6. Bibliografia

CARVALHO J.A.R, SILVA A.P.F. da & CAVALEIRO V. – Perigos geológicos, cartografia geotécnica e proteção civil. Universidade Nova de Lisboa. 2000.

ENGEMAP – Catalogo de Imagens QuickBird. Disponível em <http://www.engemap.com.br/satelites/principal.php?acao=27> – Acesso em 28 de setembro de 2009

INPE (Brasil). Teoria : Estruturas de Dados: Estrutura Vetorial. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/spring/teoria/estdados/estdados.htm>>. Acesso em: 30 set. 2009.

KELSEN, Hans. Geoprocessamento e combate ao trabalho em condições análogas ao de escravo: o uso da tecnologia de geoinformação na apuração de dados para planejamento das ações preventivas e repressivas de fiscalização. Disponível em: <<http://www.sinait.org.br/Site/Arquivos/Geoprocessamento.pdf>>. Acesso em: 30 set. 2009.

LOCH, Ruth E. Nogueira. Cartografia: representação, comunicação e visualização de dados espaciais. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2006.

RODRIGUES, M. (1993) Geoprocessamento: Um Retrato. Atual. In: Revista Fator GIS, Ano 1, n.º 2, p. 20-23. Curitiba: Sagres.