

Emprego de Fotografias Aéreas e Modelo Digital de Terreno no Mapeamento Geotécnico da Área de Proteção Ambiental do Rio São Bartolomeu-DF

Carlos Petrônio Leite da Silva ¹
Cássio André da Silva ¹
Joseleide Pereira da Silva ¹
Newton Moreira de Souza ¹
Salomé Guadalupe Chacón Arcaya ¹

¹ Universidade de Brasília - UnB
Departamento de Eng. Civil e Ambiental
Pós Graduação em Geotecnia – 70910-900
geotec@unb.br
nmsouza@unb.br

Abstract. This paper presents the procedures for the formation of a map of homologous areas of the area of the Basin of Rio São Bartolomeu, Distrito Federal, Brazil, has as main tools the techniques of interpretation of images, use of the software Spring (version 4.2). The source of data consists of the cartographic base of PDOT-DF (Plano Diretor de Ordenamento Territorial do Distrito Federal); in aerial photographs, CBERS images and the pedological map of the area. Maps with information of slope and hypsometry were obtained through the elaboration of a Digital Terrain Model (DTM). The result is a map of homologous areas containing 40 areas, in which it allows the consultation of physical attributes of the area, contributing to guide the planning and occupation of the area.

Palavras-chave: geotechnical mapping, image interpretation, São Bartolomeu River, mapeamento geotécnico, interpretação de imagem, Rio São Bartolomeu.

1. Introdução

O mapeamento geotécnico consiste no levantamento de informações referentes às características ambientais, particularmente do meio físico, servindo para orientar o planejamento, ocupação, manejo e conservação de áreas ou porções do espaço. A aplicação do mapeamento geotécnico visa ainda auxiliar na resolução de problemas, principalmente àqueles causados por interferência antrópica, além de realizar previsão e prevenção de problemas futuros, possibilitando a economia de recursos, além da preservação de áreas protegidas ambientalmente.

Devido à importância do tema e da área em estudo, o presente trabalho tem por finalidade contribuir com as pesquisas realizadas na APA (Área de Proteção Ambiental) do Rio São Bartolomeu, Distrito Federal, Brasil. Definiu-se um polígono de aproximadamente 600 km² escolhido como área de trabalho, englobando parte da bacia do referente rio, situado ao leste do Plano Piloto da cidade de Brasília-DF.

Os atributos foram obtidos por meio de: base cartográfica, mapa pedológico, mapa geológico, interpretação de imagens (fotos aéreas e imagens CBERS), análise geomorfológica, geração e análise de modelo numérico de terreno. O resultado final é o conjunto destas informações espacializadas em um mapa de zonas homólogas.

2. Localização e Caracterização da Área

A área estudada localiza-se na APA do Rio São Bartolomeu, Distrito Federal, Brasil. As coordenadas geográficas que delimitam essa área são: 47° 50' 54.55" W e 47° 37' 26.34" W de longitude e 15° 59' 30.20" S e 15° 43' 41.13" S de latitude (**Figura 1**) com meridiano central de 45°. As principais vias de acesso são BR 251 e a BR 479 (DF-250).

Essa área possui duas regiões geomorfológicas bem evidenciadas: a região de chapadas e a região de dissecação de vale. A região de chapada é caracterizada por uma topografia com declividades entre 0 e 10%, constituída pedologicamente por latossolos vermelhos álicos a latossolos vermelho-amarelos, sendo tal região utilizada para fins de agricultura e urbanização. A região dissecada ocupa a maior parte da área estudada, onde predominam os cambissolos, localizados nas zonas de maior declividade (> 10%).

A região em estudo também é composta por áreas caracterizadas pela baixa declividade. Algumas dessas áreas, aparentemente excelentes para ocupação urbana, apresentam problemas devido a baixa drenabilidade e presença de um lençol freático raso e aflorante na estação chuvosa. Essas áreas são facilmente identificadas pela ocorrência de murunduns.

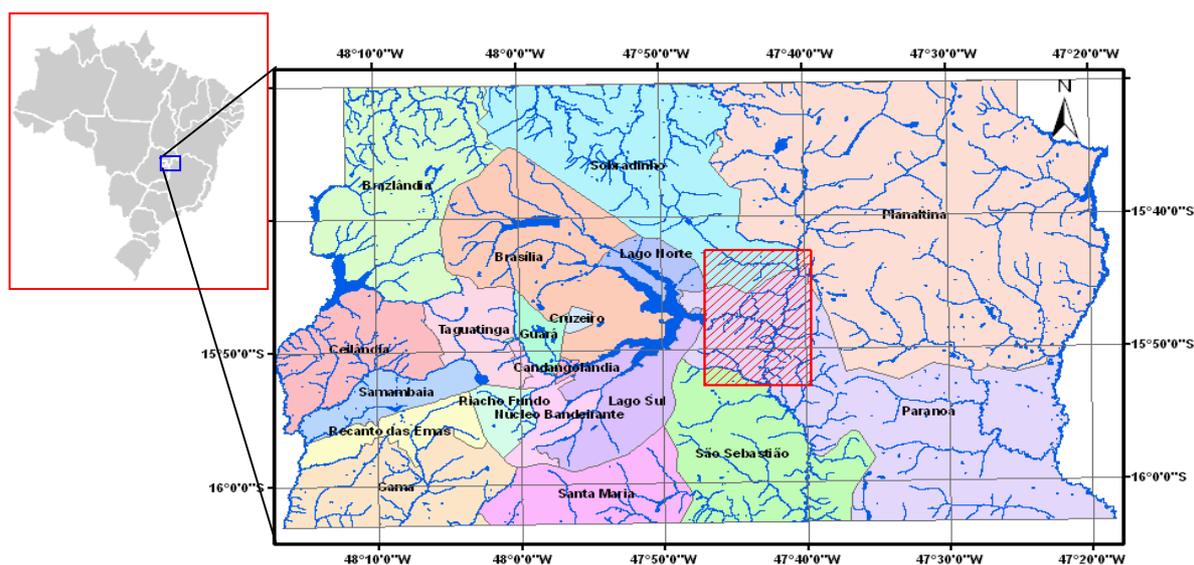


Figura 1 – Localização da área de estudo.

3. Metodologia

Para obtenção dos dados necessários da área em estudo, utilizaram-se a base cartográfica do SICAD (sistema cartográfico do Distrito Federal), organizada para o PDOT (Plano Diretor de Ordenamento Territorial) do Distrito Federal, fotografias aéreas e bibliografia básica. A base cartográfica está na escala de 1:25.000 com curvas de nível de 5m.

Para a elaboração da carta básica de zonas homólogas utilizou-se: fotografias aéreas cedidas pela CODEPLAN (Companhia do Desenvolvimento do Planalto Central), na escala 1:60.000, cuja cobertura aerofotográfica é representada pela seguinte seqüência numérica: 46715; 46713; 46711; 48244; 48242; 48240; e a carta pedológica na escala 1:100.000, fornecida pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), posteriormente digitalizada.

Realizaram-se, com o auxílio do estereoscópio tipo Carl Zeiss Jena, as etapas de fotoleitura, fotoanálise e fotointerpretação com o objetivo de produzir o mapa de zonas homólogas contendo zonas com características de relevo, hidrografia e vegetação

semelhantes, baseados na metodologia de Soares e Fiori (1976) e em Zuquette (1993), que afirma que as unidades definidas levam em consideração a homogeneidade relativa a um grupo de atributos pré-definidos e compatíveis; e a heterogeneidade aceitável que envolve atributos que, dentre eles, podem apresentar incompatibilidade com a unidade analisada.

A próxima etapa consistiu em passar as fotografias do formato analógico para o formato digital, escandindo todas as fotografias com resolução digital de 300dpi e salvando no formato TIFF. A partir deste procedimento, utilizou-se o programa computacional Impima 4.2 para converter as imagens do formato TIFF para o formato GRIB (formato utilizado pelo Spring 4.2) transformando a resolução digital para resolução espacial, além disso, houve um pré-processamento, para o ajuste geométrico e georreferenciamento das fotografias. Também foi aplicando um realce por ampliação de contraste para melhorar a visualização (**Figura 2**).

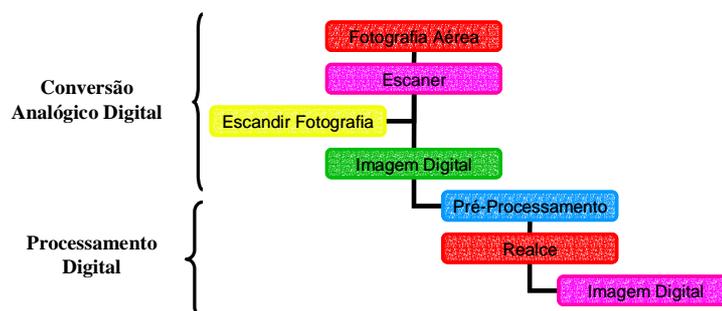


Figura 2 – Esquema de Conversão Analógico-Digital das fotografias aéreas.

A partir das informações obtidas pela fotointerpretação, elaborou-se o banco de dados utilizando como ferramenta o programa computacional Spring versão 4.2, desenvolvido pelo INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) e o Microsoft Access, como editor do banco de dados.

No Spring foram feitas as seguintes etapas: inserção da base cartográfica; georreferenciamento das fotografias aéreas, procedendo a inserção das mesmas no sistema de coordenadas geográficas associadas à base cartográfica, pela associação de pontos de fácil identificação (pontos de controle) de modo a se obter um erro mínimo de ajuste; possibilitando, assim, a composição do mosaico das fotografias aéreas. Posteriormente se elaborou o modelo numérico de terreno (MNT), o mapa hipsométrico, e o mapa de declividades. Foram realizados, também, o georreferenciamento e digitalização do mapa de pedologia; delimitação das zonas homólogas, e a elaboração do banco de dados, tendo como produto final o mapa de zonas homólogas, com informações de declividade, pedologia, hipsometria, tipo de solo, formas do relevo, espessura do solo, vegetação e formas da drenagem (**Figura 3**).

Utilizou-se a técnica de tabulação cruzada, que consistiu no cruzamento das informações dos atributos físicos das zonas homólogas, sendo estas o parâmetro principal, com os dados de pedologia, hipsometria e declividades; verificando-se para cada zona, o valor da área do polígono interceptado. Adicionando desta forma, dados à tabela característica de atributos das zonas.

O uso de tabulações cruzadas entre mapas temáticos, ajudou a obter atributos tais como o solo predominante em cada zona homóloga. Portanto, a maior área relacionada a um determinado parâmetro, indica a característica predominante para tal zona.

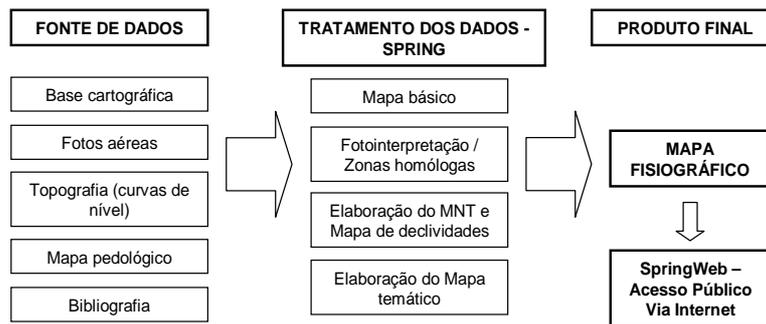


Figura 3 - Esquema explicativo do processo de obtenção dos dados, elaboração e disponibilidade do mapa de zonas homogêneas.

4. Apresentação e Análise dos Resultados

O mapa pedológico digitalizado contém todas as informações de sua legenda em forma de tabela, em que cada classe de solo (polígono) está espacialmente associada a um determinado campo da tabela que contém as informações de código, textura do solo, área em m², perímetro em metros, dados percentuais de cada solo de acordo com a declividade, e de acordo com a área de cada polígono, conforme mostram as **Figura 4 e Figura 5**.

Fica evidente que os cambissolos e os latossolos são os mais representativos da região e suas relações com a declividade estão expressas na tabela de cadastro do mapa de zonas homogêneas.

O mapa de zonas homogêneas é resultado do zoneamento feito na fotointerpretação por meio da metodologia descrita e de tabulações cruzadas entre os temas zonas homogêneas vs pedologia, zonas homogêneas vs declividade, zonas homogêneas vs topografia, pedologia vs declividade. O resultado final deste mapeamento é a identificação de quarenta (40) zonas homogêneas (**Figura 6**).

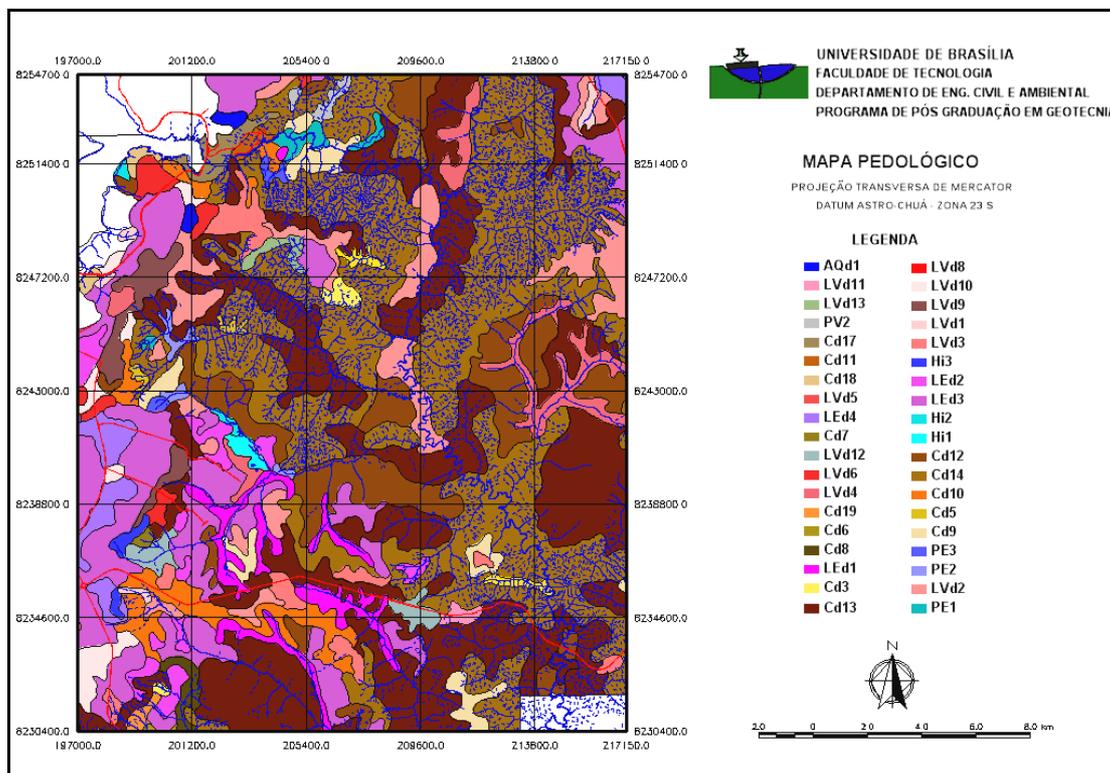


Figura 4 – Mapa Pedológico.

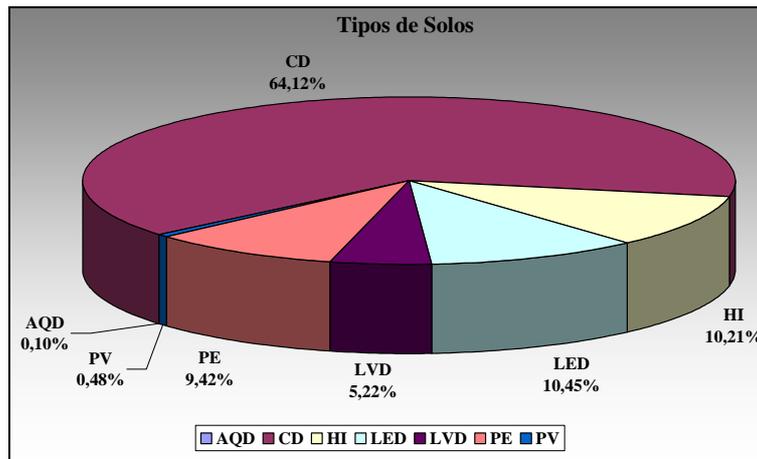


Figura 5 – Distribuição de solo de acordo com a área.

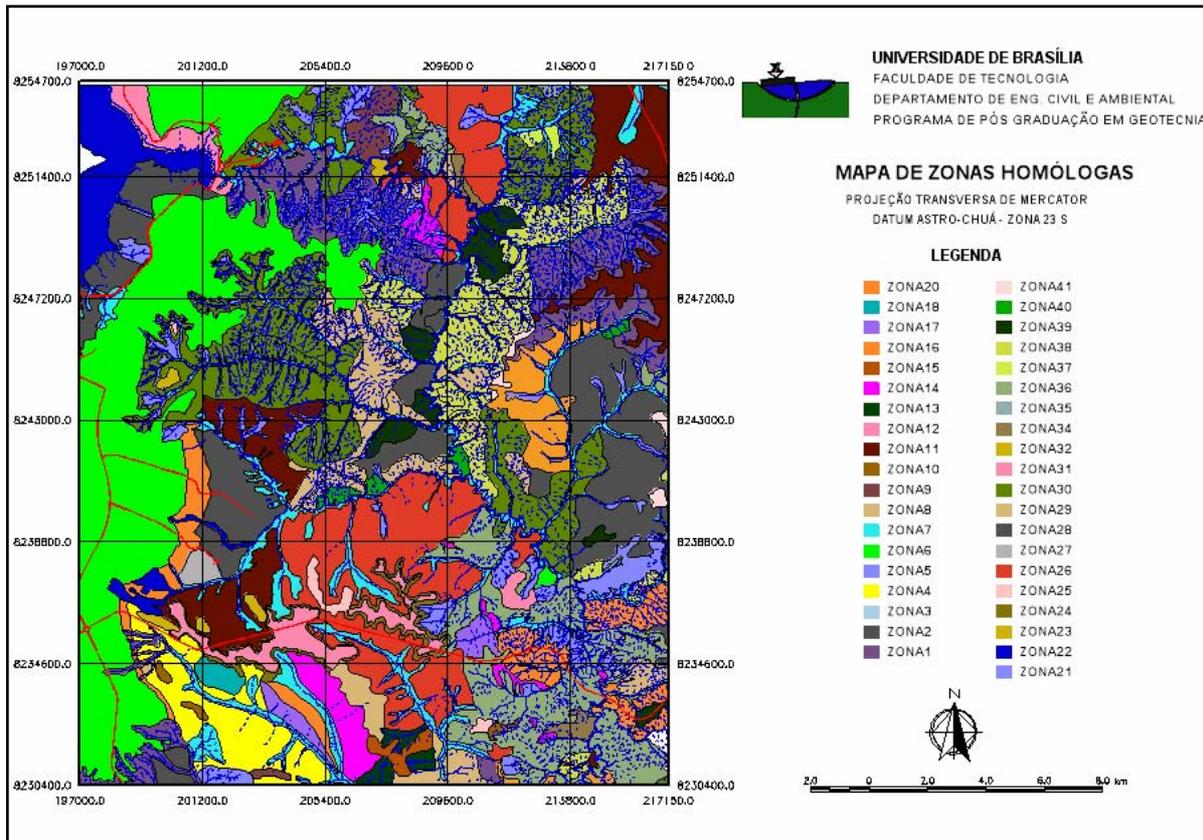


Figura 6 – Mapa de zonas homólogas.

As características de cada zona homóloga estão organizadas e cadastradas em uma tabela, ilustrada na **Figura 7**, nela estão contidas informações como o relevo, drenagem, tipo de solo predominante, declividade, vegetação, hipsometria, etc, possibilitando diversos tipos de consulta e também o cruzamento de informações com outros temas para a elaboração de outros mapas temáticos, como por exemplo, mapa de uso do solo, mapa de suscetibilidade à erosão, mapa de expansão urbana, etc.

ROTULO	AREA	PERIMETRO	DRENAGEM	DEHSIDAD	SINUOSID	ANGULARI	TROPIA	ASSIMETR	VEGETAC	RELEVO	DEH_REL	TIP_OUB
ZONA1	35.391.252.242.188	288.378.396.884	APRESENTA	ALTA	MISTA	BAIXA	BIDIRECIONAL	FRACA	MODIA	DRENAGEM EM EN...	ALTA	NEGATIVA
ZONA10	757.522.003.906	7.926.615.195	NDO APRESENTA	MODIA	CRISTAS	BAIXA	POSITIVA					
ZONA11	99.945.969.000.000	420.583.314.470	NDO APRESENTA	RASTEIRA	PLANALTO	BAIXA	NDO APRESENTA					
ZONA12	7.286.975.250.000	51.728.620.141	NDO APRESENTA	RASTEIRA	CHAPADA	BAIXA	POSITIVA					
ZONA13	4.109.490.566.406	22.941.422.288	APRESENTA	MODIA	RETILINEA	BAIXA	BIDIRECIONAL	FRACA	MODIA	MARGENS DE RIOS	BAIXA	NDO APRESENTA
ZONA14	8.429.696.853.516	57.109.756.747	APRESENTA	BAIXA	RETILINEA	BAIXA	UNIDIRECIONAL	FRACA	MODIA	ENCOSTA	BAIXA	NEGATIVA
ZONA15	1.407.750.875.000	8.588.448.694	APRESENTA	MODIA	RETILINEA	BAIXA	UNIDIRECIONAL	FORTE	RASTEIRA	CRISTAS	BAIXA	POSITIVA
ZONA16	1.706.657.919.922	13.687.100.089	NDO APRESENTA	DENSA	ENCOSTA	ALTA	NEGATIVA					
ZONA17	4.686.783.078.125	25.254.541.214	APRESENTA	BAIXA	MISTA	MODIA	BIDIRECIONAL	FRACA	DENSA	ENCOSTA	ALTA	NEGATIVA
ZONA18	1.354.936.578.125	4.793.118.796	NDO APRESENTA	DENSA	ENCOSTA	BAIXA	NEGATIVA					
ZONA2	94.350.880.000.000	366.443.312.500	NDO APRESENTA	RASTEIRA	PLANICIE	BAIXA	NDO APRESENTA					
ZONA20	15.567.090.359.863	89.150.974.361	APRESENTA	BAIXA	RETILINEA	BAIXA	UNIDIRECIONAL	FRACA	RASTEIRA	ENCOSTA	BAIXA	NEGATIVA
ZONA21	27.483.047.328.613	452.025.304.573	APRESENTA	MODIA	MISTA	MODIA	UNIDIRECIONAL	FRACA	DENSA	MARGENS DE RIO	BAIXA	NEGATIVA
ZONA22	15.789.389.046.875	50.153.376.547	APRESENTA	ALTA	MISTA	BAIXA	BIDIRECIONAL	FRACA	DENSA	MARGENS DE RIOS	ALTA	NEGATIVA
ZONA23	1.350.250.437.500	10.408.334.528	NDO APRESENTA	DENSA	MORRO ISOLADO	BAIXA	POSITIVA					
ZONA24	4.168.338.710.938	93.833.623.537	NDO APRESENTA	MODIA	ENCOSTA	BAIXA	NEGATIVA					

Figura 7 – Tabela de Atributos das zonas homólogas.

4.1. Utilização do módulo SpringWeb

Dentre as diversas ferramentas do Spring, existe a possibilidade de exportação do projeto para a Internet através do módulo SpringWeb, que é um aplicativo escrito em Java que permite a visualização de dados geográficos armazenados em um servidor remoto. Os dados são apresentados através de uma página HTML que pode ser acessada de qualquer tipo de navegador de Internet. O SpringWeb permite fazer a maioria das operações de consulta que o Spring faz e tem a possibilidade de salvar os mapas e consultas realizadas (Figura 8).

OID	TNAME	TKEY	DRENAGEM	DENSIDAD	SINUOSID	ANGULARI	TROPIA	ASSIMETR	VEGETAC	RELEVO	DEN
467	ZONA1	ZONA1	APRESENTA	ALTA	MISTA	BAIXA	BIDIRECIO...	FRACA	MEDIA	DRENAGE...	ALTA
468	ZONA2	ZONA2	NÃO APRE...	NÃO APRE...	RASTEIRA	PLANICIE	BAIXA				
470	ZONA4	ZONA4	NÃO APRE...	NÃO APRE...	RASTEIRA	PLANICIE	ALTA				
471	ZONA5	ZONA5	APRESENTA	ALTA	MISTA	MEDIA	MULTIDIR...	FRACA	MEDIA	DRENAGEM	BAIXA
472	ZONA6	ZONA6	NÃO APRE...	NÃO APRE...	RASTEIRA	PLANALTO	ALTA				
473	ZONA7	ZONA7	APRESENTA	MEDIA	MISTA	MEDIA	BIDIRECIO...	FRACA	DENSA	LEITÃO DE ...	BAIXA
474	ZONA8	ZONA8	NÃO APRE...	NÃO APRE...	DENSA	CADEIA DE ...	ALTA				
475	ZONA9	ZONA9	APRESENTA	MEDIA	MISTA	BAIXA	UNIDIRECI...	FRACA	MEDIA	MORRO	ALTA

Figura 8 – Tabela de atributos das zonas homólogas no SpringWeb.

A Figura 9 mostra uma consulta por atributos no mapa de zonas homólogas via Internet por meio do SpringWeb, o mapa está disponível para eventuais consultas no endereço <http://www.unb.br/ft/enc/geopro/mapas/riosbartolomeu/>.

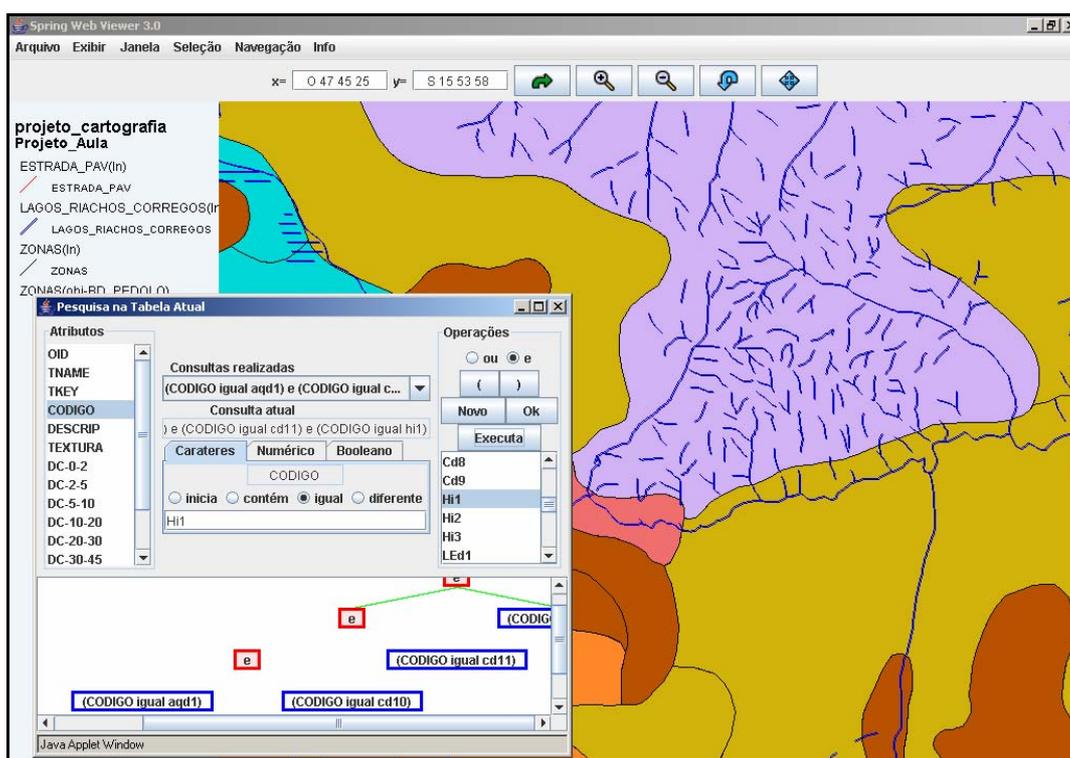


Figura 9 – Interface do SpringWeb.

5. Conclusões

A idéia de se criar um mapa de zonas homólogas surge da necessidade de se agrupar o máximo de informações básicas como declividade, hipsometria, formas de relevo, vegetação e drenagem, diminuindo assim o tempo de consulta e servindo na elaboração de outros mapas temáticos.

A partir do cruzamento de dados dos mapas anteriormente citados é verificada uma inter-relação entre os dados de atributos físicos e os parâmetros de tipologia de solo, declividades e hipsometria.

Comparando-se dados de hipsometria com algumas zonas do mapa de zonas homólogas, verifica-se que para altas densidades de drenagem, maior a amplitude altimétrica; e maior a declividade das vertentes.

A predominância de zonas com relevo apresentando feições côncavas, associada à alta densidade de relevo, indica materiais com baixa resistência à erosão.

É observado no mapa pedológico (**Figura 4**), a predominância de solos do tipo Cambissolo. Essa classe é constituída por solos pouco desenvolvidos, caracterizados por possuírem horizonte B incipiente (poucos centímetros). Tais solos ocorrem nos compartimentos de relevo com maior declividade. Indicando, dessa forma, que a área em estudo, apresenta um número expressivo de zonas com susceptibilidade a processos erosivos.

A fotointerpretação atingiu os resultados pretendidos, partindo da avaliação das propriedades mais simples e evidentes. A função principal da fotointerpretação não é substituir o levantamento de campo, mais proporcionar subsídios para identificação de fatores que facilitem o processo de mapeamento, bem como redução de custos e tempo necessário para avaliação de terrenos.

O SpringWeb é uma excelente ferramenta de consulta via Internet, pois além de ser interativo e incorporar diversas funções de análise espacial provenientes dos SIG, torna possível o acesso público aos mapas elaborados nessa pesquisa.

6. Referências

Artigo em Revista:

Fonteles, H. R. N., Veríssimo, C. U. V, Colares, J. Q. S., **Mapeamento geotécnico da vertente sudeste da serra de Maranguape (Ceará) com ênfase em movimentos de solos e rochas**, 1-11 p.

Silva, E. C., Pedrosa, L. E, Dias, L. M. C., Moreno, M. I. C., Nishiyama, L, **Mapeamento Geotécnico da folha Córrego das Moças, no município de Uberlândia-MG**.

Livro:

Soares, P. & Fiori, A. (1976). **Lógica e Sistemática na Análise e Interpretação de Fotografias Aéreas em Geologia**. Campinas – São Paulo. 71- 140 p.

Zuquette, L. V., Gandolfi, N. (2004) – **Cartografia geotécnica. Oficina de textos**. São Paulo – SP.

Dearman, W. R., **Engineering Geological Mapping. Hardcover - 1991**

Dissertação:

Duarte, Katia da Silva. **Mapeamento Geotécnico da margem direita do rio São Bartolomeu, Distrito Federal**. Brasília, 1992. 1 v.

Relatórios Técnicos:

EMBRAPA; 1978. **Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Distrito Federal**. EMBRAPA, RJ, Boletim Técnico 53, 455 p.

O relatório técnico sobre a nova capital da República – **Relatório BELCHER**, --4a ed. --Brasília: CODEPLAN, 1995, 316 p.

Referências de Internet:

SPRINGWEB. SpringWeb: Sistema interativo de visualização de dados geográficos via internet.

Disponível em: < http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/spring_web/spring_web.html>. Acesso em: 20 out. 2006.