



PRPG | Pré-Reitoria de Pós-Graduação
PIBIC/CNPq/UFPG-2009

ANÁLISE DIMENSIONAL E SEMELHANÇA GEOMÉTRICA DE BACIAS HIDROGRÁFICAS DE 3ª ORDEM, A PARTIR DE IMAGEM CBRES-2B (HRC), UTILIZANDO SIG E CAD

Antonio Tércio de A. Souza¹, Antonio Amador de Sousa², Izaque Francisco C. de Mendonça³

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o emprego de imagens digitais CBRES-2B (HRC) no estudo da rede de drenagem do semi-árido paraibano, mediante seleção de microbacias hidrográficas de 3ª ordem e seu agrupamento por semelhança geométrica, como metodologia para inferir sobre a existência de diferentes unidades de solos. A área de estudo compreende a bacia do Açude Jatobá, que abastece a cidade de Patos – PB. Como base cartográfica foi utilizada carta planialtimétrica digital, escala 1:100000. Utilizando recursos do IDRISI ANDES, aplicou-se, na imagem, um realce digital para digitalização da rede de drenagem diretamente sobre a tela e obtenção das medidas lineares. As medidas de perímetro e área foram obtidas com o auxílio de CAD. Os resultados mostram que a metodologia utilizada foi satisfatória para a determinação da rede de drenagem e a delimitação de microbacias hidrográficas de 3ª ordem, considerando que a análise de semelhança geométrica permitiu agrupar microbacias em diferentes posições relativas na área, que podem indicar a presença de diferentes unidades de solo.

Palavras-chave: geoprocessamento, rede de drenagem, análise morfométrica

DIMENSIONAL ANALYSIS AND GEOMETRIC SIMILARITY OF 3rd ORDER WATERSHED ON CBRES-2B (HRC) IMAGE, USING GIS AND CAD

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the use of digital images CBRES-2B (HRC) in the study of the drainage network of semi-arid, upon selection of 3rd order watershed and the grouping of geometric similarity, as a methodology to infer the existence of different soils units. The study area comprises the Jatobá dam which supplies Patos city. Scanned topographic map of the study area (1:100000) was used as the base map. Using the IDRISI ANDES, digital enhancement was applied on image for mapping the drainage network directly on screen and performs the linear measures. The area and perimeter were measured with the aid of CAD. The results show that the methodology was satisfactory for determining the drainage network as a whole and the delineation of 3rd order watershed, whereas the geometric similarity analysis allowed grouping basins with different relative positions in the area that may indicate the presence of different units of soil.

Keywords: geoprocessing, drainage network, morphometric analysis

¹ Aluno do Curso de Engenharia Florestal, Unidade Acadêmica de Engenharia Florestal, CSTR/UFPG, Campus de Patos – PB. E-mail: a_tercio@hotmail.com

² Engenheiro Agrícola, Professor. Doutor, Unidade Acadêmica de Engenharia Florestal, CSTR/UFPG, Campus de Patos – PB. E-mail: aasousavini@uol.com.br

³ Engenheiro Florestal, Professor. Doutor, Unidade Acadêmica de Engenharia Florestal, CSTR/UFPG, Campus de Patos – PB. E-mail: izaquefcm@yahoo.com.br

INTRODUÇÃO

A bacia hidrográfica é o elemento fundamental de análise para o estudo do ciclo hidrológico na superfície terrestre, sendo composta basicamente de um conjunto de superfícies vertentes e de uma rede de drenagem formada por cursos de água que confluem até resultar um leito único ou exutório (SILVEIRA, 2000).

O conceito “bacia hidrográfica” atualmente é uma das referências espaciais mais comuns nos estudos físico-territoriais ou de projetos, não só em função de suas características naturais, mas pelo fato dela estar presente em grande parte da legislação vigente no que diz respeito ao meio ambiente, fazendo parte, portanto, do planejamento territorial e ambiental no Brasil (RODRIGUES e ADADI, 2005). As bacias hidrográficas caracterizam-se, ainda, pelos seus dados fisiográficos, clima, tipo de solo, geologia, geomorfologia, cobertura vegetal, tipo de ocupação, regime pluviométrico e fluviométrico, e disponibilidade hídrica.

Os estudos de bacia hidrográfica podem ser abordados sob o ponto de vista morfométrico e dinâmico (SILVEIRA, 2001). O estudo morfométrico engloba as análises referentes à hierarquia fluvial, análise areal, linear e hipsométrica obtidos de mapas, fotografias aéreas e imagens de satélites que indicam as características físicas da bacia.

Segundo Antonelli e Thomaz (2007), a combinação dos diversos dados morfométricos de bacias hidrográficas permite a diferenciação de áreas homogêneas. Estes parâmetros podem revelar indicadores físicos específicos para um determinado local, de forma a qualificarem as alterações ambientais.

Os critérios de ordenação dos cursos de água propostos, inicialmente, por Horton (1945) e modificado por Strahler (1952), têm sido adotados por vários outros pesquisadores, a exemplo de França (1968), Demattê (1992) e Sousa (2000), entre outros.

A crescente utilização de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), em estudos de natureza distintos, como a morfometria, tem mostrado a necessidade de análise comparativa entre produtos cartográficos gerados pela técnica dos SIG's e aqueles produzidos por métodos convencionais, em função dos recursos e da eficiência oferecida pela informática (CASTRO, 1995).

Um Sistema de Informação Geográfica (SIG) é um sistema de informação baseado em computador que permite capturar, modelar, manipular, recuperar, consultar, analisar e apresentar dados geograficamente referenciados. A utilização de um SIG visa à simplificação e agilidade na manipulação de dados espaciais computadorizados (CÂMARA et al., 2001).

A ferramenta de Sistemas de Informações Geográficas (SIG) tem sido utilizada como um poderoso meio de representação e estudo de bacias hidrográficas, possibilitando, através de uma considerável manipulação de arquivos de imagens e dados, a elaboração de um cenário estático das informações (SANTOS, 2001).

Segundo Marques (2006) a confecção da maioria dos mapas, independente de estar em meio analógico ou digital, tem como base a espacialização de dados censitários, levantamentos de campo, dados contidos em outras cartas, ou por meio das imagens de satélites de recursos terrestres com o LANDSAT e o CBERS, para mapeamentos regionais, e dos satélites de alta resolução como o IKONOS e o QUIKBIRD para mapeamentos detalhados dentro de municípios.

O Programa CBERS nasceu de uma parceria inédita entre Brasil e China no setor técnico-científico espacial. Com isto, o Brasil ingressou no seleto grupo de Países detentores da tecnologia de sensoriamento remoto.

O satélite CBERS possui um conjunto de sensores ou instrumentos – WFI (Câmera de Amplo Campo de Visada), CCD (Câmera Imageadora de Alta Resolução), e HRC (Câmera Pancromática de Alta Resolução) com alto potencial de atender a múltiplos requisitos de aplicações. Porém, cada um desses sensores tem características próprias que os tornam mais adequados a certas categorias de aplicações.

A câmera HRC opera numa única faixa espectral, que cobre o visível e parte do infravermelho próximo. Está presente apenas no CBERS-2B. Produz imagens de uma faixa de 27 km de largura com uma resolução de 2,7 m, que permite a observação com grande detalhamento dos objetos da superfície. (CBERS/INPE, 2009).

Este trabalho tem por objetivo avaliar o emprego de imagens digitais CBERS-2B (HRC) no estudo da rede de drenagem do semi-árido paraibano, mediante seleção de microbacias hidrográficas de 3ª ordem e seu agrupamento por semelhança geométrica, como metodologia para inferir sobre a existência de unidades de solos diferentes.

MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Geoprocessamento e Manejo Florestal da Unidade Acadêmica de Engenharia Florestal, no Centro de Saúde e Tecnologia Rural da Universidade Federal de Campina Grande – PB.

A área selecionada para desenvolver este trabalho está circunscrita entre as seguintes coordenadas planas 9.201.000 m a 9.219.000 m de latitude sul e 687.000 m a 699.000 m de longitude a oeste

Greenwich, com altitude média de 250 m, compreendendo a sub-bacia hidrográfica do Rio Espinharas (Figura 1).

Vários aspectos foram considerados para a seleção da área de estudo, a começar pela importância do Açude Jatobá como abastecedor do município de Patos, cidade pólo do sertão com uma população estimada em 99.998 habitantes, segundo o IBGE (2008).

Toda a área está situada na micro-região homogênea da Depressão do Médio Piranhas, abrangendo parcialmente os municípios de Patos, São José do Bonfim e Teixeira.

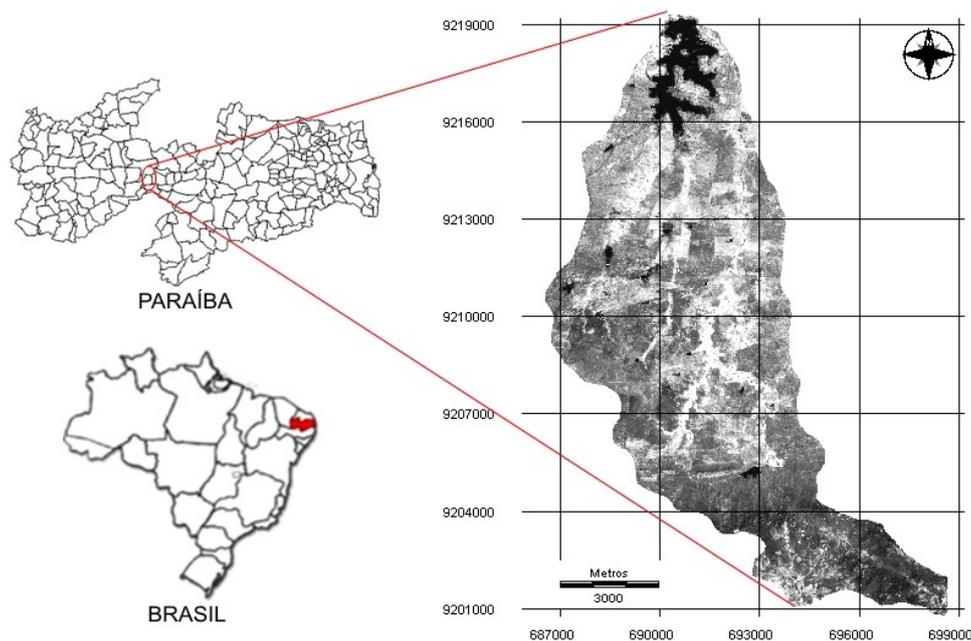


Figura 1 - Localização da área de estudo e identificação da bacia do Açude Jatobá, sub-bacia hidrográfica do Rio Espinharas.

De acordo com a classificação de KÖPPEN, o clima predominante na região é do tipo semi-árido quente, classificado como Bsh, cuja semi-aridez do clima caracteriza a paisagem, onde a precipitação média anual de 698,9 mm (DCA/UFCG, 2009). O relevo varia de plano a fortemente ondulado próximo aos divisores de água (Planalto da Borborema).

Considerando o conjunto da sub-bacia do Rio Espinharas, encontram-se vários tipos de solos, com predominância de Luvisolos, Vertissolos, Neossolos Regolíticos, Neossolos Litólicos, Cambissolos, seguidos dos, Argissolos, Planossolos, Neossolos Flúvicos (EMBRAPA, 1999), entre outros, também mapeados em menores áreas.

A composição e extensão da rede de drenagem foram consideradas como aspectos importantes para a seleção da área de estudo, uma vez que a caracterização e a análise dimensional da rede de drenagem resultam na obtenção de índices que podem ser associados a diferentes unidades de solos.

Nos trabalhos de laboratório foram utilizados os seguintes materiais e equipamentos:

- Microcomputador Intel (R) Core (TM) 2 Duo, 2,2 GHz, 1,99 GB de RAM, HD 100GB;
- Software IDRISI 15.0 (Andes) "SIG" (Clark University, 2008) e Software AutoCAD (v.0.86) 2004;
- Carta Planialtimétrica editada pela SUDENE (1982) e digitalizada em 1996, folha de Patos – PB (SB.24 – Z – D – I), escala 1:100.000 e
- Imagem de satélite no formato digital, satélite CBERS 2B, sensor "HRC", orbita 148-B, passagem 09 de novembro de 2008.

Tratamento da imagem e Georreferenciamento

A primeira etapa do trabalho consistiu no tratamento da imagem, por meio de operações de manipulação de contraste, utilizando o módulo "Stretch" do IDRISI com saturação linear de "5%", para a redistribuição dos níveis de cinza, objetivando realçar alvos de interesse.

Para o processo de georreferenciamento da imagem foram selecionados pontos de controle geométrico na Carta Planialtimétrica do município de Patos – PB, empregando-se para tanto o software AutoCAD 2004. Seus homólogos foram identificados e adquiridos, em monitor, na imagem digital pancromática, com uso do software IDRISI. Com a geração de um arquivo de coordenadas dos pontos de controle geométrico (.cor), procedeu-se com o georreferenciamento da imagem, utilizando-se o módulo "Reformat/Resample" do IDRISI.

Digitalização sobre a tela

Os critérios utilizados para traçar os cursos d'água sobre as imagens digitais foram os mesmos que se utilizam na interpretação visual de fotografias aéreas (FRANÇA, 1968; DEMATTÊ, 1992; SOUSA, 2000). Portanto, foram digitalizadas todas as feições interpretadas como segmentos de rio, os quais compõem a rede de drenagem da bacia selecionada.

Elementos básicos de interpretação, como tonalidade, tamanho, forma, textura, sombra, padrão, adjacências e localização geográfica (MARQUES, 2006), foram utilizados para a identificação e digitalização dos canais de drenagem (Figura 2a).

A delimitação de uma bacia hidrográfica é dada pela linha divisora de água que demarca seu contorno. Para a digitalização da área ou perímetro da bacia, procurou-se definir seus limites, adotando-se os seguintes critérios visuais: observação das características topográficas; observação de estradas que normalmente acompanham os divisores; distancia media entre as nascentes dos rios de 1ª ordem de duas microbacias vizinhas e direção aproximadamente paralela ao desenvolvimento da rede até se unir ao canal principal na sua foz (Figura 2b).

Para classificação das microbacias de 3ª ordem (Figura 2c), adotou-se a metodologia sugerida por Horton (1945) e Strahler (1964) e utilizada por Sousa (2000).

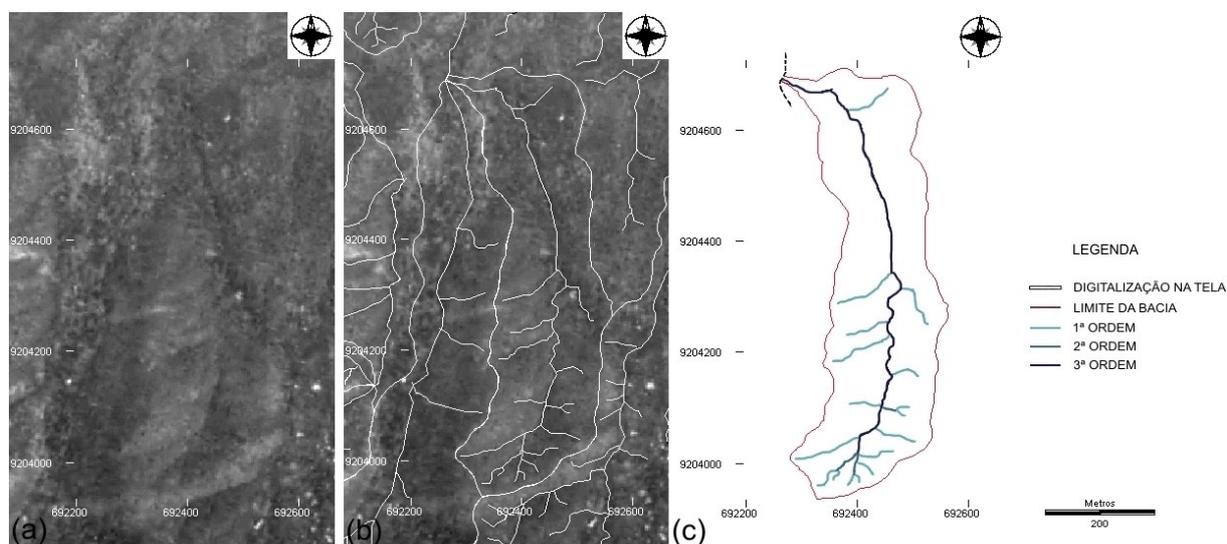


Figura 2 - Ilustração de aspectos de interpretação utilizados na extração da rede de drenagem e das bacias: (a) Imagem do CBERS 2B (HRC); (b) traçado da rede de drenagem e delimitação da bacia, de forma visual e (c) elementos da microbacia hidrográfica de 3ª ordem.

Visitas de campo, com tomadas de fotografias de posições estratégicas, também auxiliaram na compreensão da rede de drenagem e sua distribuição geográfica, aspectos importantes na fase de interpretação (Figura 3)



Figura 3 - Fotografias de campo ilustrando aspectos da rede de drenagem e da bacia do Açude Jatobá.

Medição dos segmentos de rios, perímetro e área.

Após a delimitação de todas as microbacias de 3ª ordem foram medidos todos os elementos da rede de drenagem e das bacias, ou parâmetros dimensionais. Os dois primeiros parâmetros foram obtidos com o auxílio do software IDRISI, ferramenta "measure length" (medir distância), enquanto que os demais foram determinados utilizando o software AutoCAD 2004. Os parâmetros dimensionais são:

- **Maior comprimento (C):** é a distância que acompanha aproximadamente o vale principal, entre a foz e o ponto extremo sobre a linha e o divisor de água;
- **Maior largura (L):** é a distância correspondente a maior largura que corta transversalmente ao vale principal;
- **Comprimento do curso principal (Cp):** corresponde ao percurso do rio principal, da foz até a nascente, acompanhando a sua sinuosidade;
- **Comprimento total da rede (Cr):** corresponde aos comprimentos do rio principal e seus tributários;
- **Perímetro (P):** representada pela linha do divisor de águas que circunda a bacia;
- **Área (A):** compreende a região circunscrita pelo divisor e água.

Seleção das bacias

Para quase a totalidade das microbacias hidrográficas de 3ª ordem delimitadas na bacia do açude Jatobá, foi possível selecionar e organizar grupos mais ou menos homogêneos quanto à conformação e dimensões de área e perímetro. Concomitantemente foram descartadas aquelas microbacias que apresentavam características menos semelhantes dentro dos seus respectivos grupos.

Em seguida foram observados os aspectos de representatividade coma a finalidade de reunir grupos de microbacias em diferentes posições topográficas, como indicadores dos tipos de solos eventualmente predominantes em suas posição relativas.

Teste de semelhança geométrica

O teste de semelhança geométrica foi aplicado para cada grupo de microbacias selecionadas, tendo como objetivo dar maior segurança às comparações feitas e maior consistência aos resultados.

Empregou-se a “Razão de Equivalência” (Re), proposta por Manechini (1981) e também usada por Sousa (2000), para testar a semelhança geométrica entre microbacias, comparando-as duas a duas. A semelhança entre microbacias de um par comparado é tanto maior, quanto mais próximo da unidade estiver o valor de Re.

As relações empregadas entre as microbacias comparadas foram as seguintes:

- (1) Maior comprimento da bacia **a** por Maior comprimento da bacia **b**, (C/C’);
- (2) Maior largura da bacia **a** por Maior largura da bacia **b**, (L/L’);
- (3) Perímetro da bacia **a** por Perímetro da bacia **b**, (P/P’);
- (4) Comprimento do curso principal da bacia **a** por Comprimento do curso principal da bacia **b**, (Cp/Cp’);
- (5) Comprimento total da rede da bacia **a** por Comprimento total da rede da bacia **b**, (Cr/Cr’);
- (6) Área da bacia **a** por Área da bacia **b**, (A/A’);
- Razão Média, $Rm = [(1)+(2)+(3)+(4)+(5)]/5$
- Razão de Equivalência, $Re = (Rm)^2/(6)$.

Análise da rede de drenagem

De acordo com sua natureza, os elementos de drenagem foram analisados quanto à composição das redes de drenagem e quanto às características de padrão de drenagem, conforme metodologia empregada por Sousa (2000).

Com relação à composição da rede de drenagem, foram analisados os seguintes elementos: ordem de ramificação (até 3ª ordem); números de segmentos de rios (N), (canais de 1ª, 2ª e 3ª ordem); comprimentos de rios (canais de 1ª, 2ª e 3ª ordem) e comprimentos médios de segmentos de rios.

Com relação ao padrão de drenagem, a análise foi aplicada apenas sobre as características quantitativas, por serem mais úteis ao propósito deste trabalho, diante das comparações a serem estabelecidas para avaliação da metodologia utilizada, conforme Sousa (2000). As características analisadas foram: densidade de drenagem ($Dd = Cr/A$) e frequência de rios ($Fr = N/A$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resultado do trabalho de digitalização em tela encontra-se na Figura 4, onde se visualiza a rede de drenagem da bacia hidrográfica do Açude Jatobá, gerada a partir da imagem digital pancromática do sensor “HRC” do CBERS 2B.

A maior ou menor reflectância dos canais de drenagem, com seus leitos totalmente secos ou com presença de vegetação, respectivamente, associada ao padrão de ocorrência característico da drenagem superficial, além dos aspectos de relevo, foram importantes neste estudo. De acordo com Sousa et al.(2000), a melhor condição para a digitalização da rede de drenagem em tela, sobre fotografias aéreas verticais digitalizadas, foi em bacias com rede de drenagem bem definida, geralmente identificada pela presença de vegetação arbórea ciliar.

Pela **Figura 4**, percebe-se que a área de latitudes mais baixas da bacia se caracteriza pela alta densidade de rios, o que se deve ao relevo mais fortemente ondulado desta região.

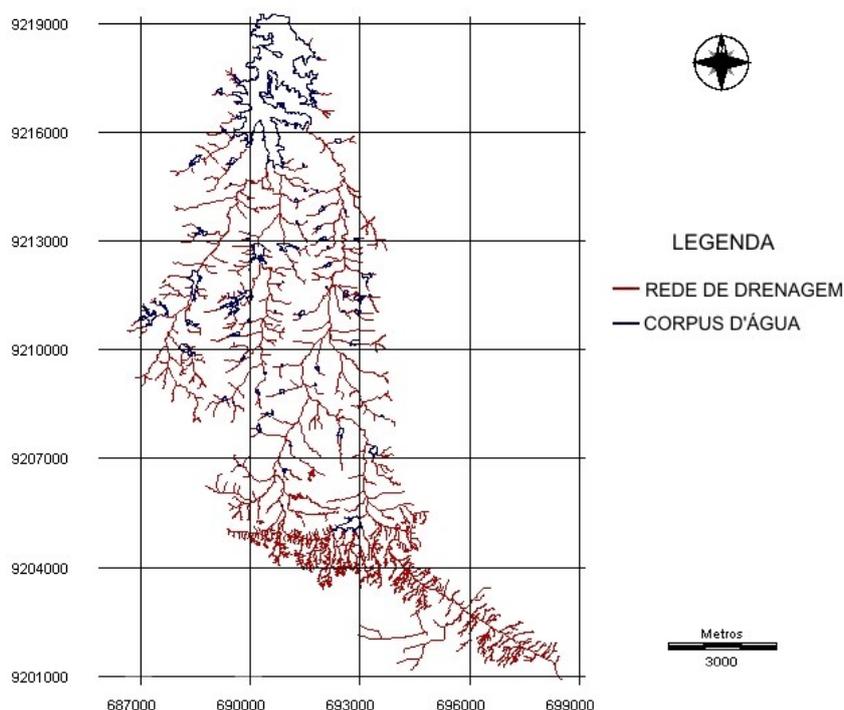


Figura 4 - Rede de drenagem da bacia hidrográfica do Açude Jatobá, sub-bacia do Rio Espinharas, gerada a partir da imagem digital pancromática do sensor “HRC” do CBERS 2B.

As características da rede de drenagem, conforme mostra a Figura 4, permitiram a delimitação de cerca de 40 microbacias de 3ª ordem. As quais foram agrupadas em séries mais ou menos homogêneas, de acordo com suas propriedades dimensionais. A **Tabela 1** apresenta as propriedades dimensionais de três grupos de microbacias selecionadas como representativas em diferentes posições topográficas na área de estudo.

Tabela 1 – Propriedades dimensionais de microbacias hidrográficas de 3ª ordem distribuídas em diferentes posições topográficas na bacia do Açude Jatobá.

Bacia Hidrográfica	Maior Comprimento (C)	Maior Largura (L)	Comprimento de rios		Perímetro (P)	Área (A)
			Principal (Cp) – km	Rede (Cr)		
Parte superior da bacia (latitudes mais baixas)						
GRUPO 1						
B03	0,62	0,22	0,62	1,60	1,62	0,09
B14	0,60	0,19	0,64	0,89	1,43	0,08
B20	0,55	0,21	0,57	0,95	1,40	0,07
B27	0,48	0,24	0,51	1,21	1,24	0,08
B28	0,52	0,24	0,58	1,20	1,39	0,08
MÉDIA	0,55	0,22	0,58	1,17	1,42	0,08
Região intermediária (latitudes médias)						
GRUPO 2						
B23	1,25	0,62	1,33	2,41	3,16	0,52
B30	0,89	0,90	0,86	3,04	2,86	0,52
B32	1,17	0,61	0,97	1,92	3,14	0,44
MÉDIA	1,10	0,71	1,05	2,46	3,06	0,49
Região mais baixa (latitudes mais altas)						
GRUPO 3						
B34	1,56	1,20	1,55	6,29	4,60	1,30
B35	1,44	0,93	1,67	3,44	3,81	0,82
B36	1,64	0,83	1,27	2,93	4,10	0,87
MÉDIA	1,55	0,99	1,50	4,22	4,17	1,00

Observando os dados da **Tabela 1**, observa-se que o valor médio de cada parâmetro cresce do grupo 1 para o grupo 3, ou seja, à medida que se percorre a bacia da parte superior para a parte mais baixa.

Dentro de cada grupo, a semelhança entre as microbacias é melhor refletida pelos valores de maior comprimento, maior largura, perímetro e área.

A **Tabela 2** mostra os resultados de aplicação dos princípios de análise dimensional e de semelhança geométrica para as microbacias representativas das classes topográficas. Nesta tabela, observam-se pequenas variações para os valores da Razão de Equivalência (Re), aproximando-se da unidade, conforme proposto por Menechini (1981), indicando semelhança geométrica entre as bacias comparadas.

Pela **Tabela 2**, verifica-se que a amplitude de variação para o Re foi de 0,31, verificado no Grupo 1. Esta variação não diverge muito da que se encontra em Sousa (2000), cuja maior amplitude de variação para o Re foi de 0,26, porém para os grupos 3 e 2 de microbacias hidrográficas.

Os dados revelam, portanto, que a análise de semelhança geométrica foi efetiva para agrupar as microbacias em classes diferenciadas quanto às suas propriedades dimensionais.

Tabela 2 – Análise dimensional e de semelhança geométrica aplicada a microbacias hidrográficas representativas de classes topográficas.

Bacia Hidrográfica Comparada	Razão de escala linear (R)					Razão Média Rm	Razão de escala Quadrática (R ²)		Razão de Equivalência Re
	C/C'	L/L'	Cp/Cp'	Cr/Cr'	P/P'		A/A'	Rm ²	
Parte superior da bacia (latitudes mais baixas)									
GRUPO 1									
B03/B14	1,04	1,18	0,97	1,80	1,13	1,22	1,20	1,49	1,25
B03/B20	1,14	1,08	1,09	1,68	1,16	1,23	1,28	1,51	1,18
B03/B27	1,29	0,95	1,21	1,32	1,30	1,21	1,20	1,46	1,23
B03/B28	1,19	0,93	1,06	1,33	1,16	1,14	1,12	1,30	1,16
B14/B20	1,09	0,91	1,12	0,93	1,03	1,02	1,06	1,04	0,97
B14/B27	1,23	0,80	1,25	0,73	1,15	1,03	0,99	1,06	1,08
B14/B28	1,14	0,79	1,09	0,74	1,03	0,96	0,93	0,92	0,99
B20/B27	1,13	0,88	1,11	0,79	1,12	1,01	0,93	1,02	1,09
B20/B28	1,05	0,87	0,97	0,79	1,00	0,94	0,87	0,88	1,01
B27/B28	0,92	0,99	1,15	1,01	0,89	0,94	0,93	0,88	0,94
Região intermediária (latitudes médias)									
GRUPO 2									
B23/B30	1,40	0,69	1,55	0,79	1,10	1,11	1,00	1,23	1,23
B23/B32	1,07	1,01	1,37	1,26	1,01	1,14	1,17	1,30	1,12
B30/B32	0,76	1,46	0,89	1,58	0,91	1,12	1,17	1,25	1,07
Região mais baixa (latitudes mais altas)									
GRUPO 3									
B34/B35	1,09	1,29	0,93	1,83	1,83	1,27	1,59	1,61	1,01
B34/B36	0,95	1,45	1,23	2,15	2,15	1,38	1,49	1,90	1,27
B35/B36	0,87	1,12	1,32	1,18	1,18	1,08	0,94	1,17	1,25

Na **Tabela 3** estão reunidas as características quantitativas dos padrões de drenagem para todas as microbacias e grupos das três classes topográficas.

Analisando o primeiro grupo de microbacias, que representa a parte superior da bacia do Açude Jatobá, observam-se valores muito elevados de frequência de rios (Fr) e de densidade de drenagem (Dd), cujos valores médios são 126,71 N/Km² para Fr e 14,32 Km/Km². Sousa (2000), encontrou valores máximos de 48 N/Km² e 7,15 Km/Km² para Fr e Dd, respectivamente, em áreas de Neossolos.

Para os grupos 2 e 3, representantes das partes intermediária e mais baixa da bacia do Açude Jatobá, nesta ordem, os valores de Fr e Dd estão dentro de valores comumente encontrados, embora para outras regiões estudadas.

Tomando-se os valores médios de Fr e Dd para os três grupos, percebe-se que o Fr é o parâmetro mais sensível para diferenciar os grupos, ou seja, para indicar distinção no comportamento hidrológico da rede de drenagem.

Tabela 3 – Características quantitativas do padrão de drenagem das classes topográficas das microbacias hidrográficas avaliadas.

Bacia Hidrográfica	Área	Densidade de Drenagem	Frequência de Rios
Referência	(km ²)	(km/km ²)	(N/km ²)
Parte superior da bacia (latitudes mais baixas)			
GRUPO 1			
B03	0,093	17,15	107,46
B14	0,077	11,46	90,50
B20	0,073	13,10	137,57
B27	0,078	15,52	154,20
B28	0,083	14,36	143,81
Média	0,081	14,32	126,71
Região intermediária (latitudes médias)			
GRUPO 2			
B23	0,515	4,68	13,59
B30	0,516	5,89	27,12
B32	0,441	4,35	18,12
Média	0,491	4,97	19,61
Região mais baixa (latitudes mais altas)			
GRUPO 3			
B34	1,301	4,83	12,30
B35	0,820	4,20	9,75
B36	0,870	3,37	10,34
Média	0,997	4,13	10,80

CONCLUSÕES

No presente trabalho o emprego de imagem pancromática, de alta resolução espacial (HRC), do satélite CBERS-2B na obtenção da rede de drenagem, gerada mediante digitalização em monitor, mostrou resultados satisfatórios, podendo ser útil nos processos de atualização e retificação da malha hidrográfica existente.

A aplicação da metodologia de análise dimensional e de semelhança geométrica permitiu classificar grupos de microbacias hidrográficas de 3ª ordem, segundo diferentes posições topográficas, o que pode indicar diferentes tipos de solos existentes.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pela bolsa de Iniciação Científica e pelo apoio financeiro do MCT/CNPq ao projeto.

À Unidade Acadêmica de engenharia Florestal do CSTR/UFCG, pelo oferecimento das condições para execução da pesquisa

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTONELI, V; THOMAZ, E.L. Caracterização do meio físico da bacia do Arroio Boa Vista, Guamiranga-PR. **Rev. Caminhos da Geografia**. Uberlândia, v.8, n.21, p46-58, 2007.

CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M. V. **Introdução à Ciência da Geoinformação**. São José dos Campos, 2001. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/>>. Acesso em: 18 Dez. 2008.

CASTRO, J. F. M. Análise Comparativa entre Informações Morfométricas obtidas por Métodos Convencionais e por Métodos Digitais. **Geografia**. Rio Claro: UNESP, v.20, p.115-133, 1995.

DCA/UFCG. Departamento de Ciências Atmosféricas/UFCG. Disponível em:< www.dca.ufcg.edu.br/clima >. Acesso em: 30 de julho de 2009.

DEMATTÊ, J. A. M. **Utilização de parâmetros de drenagem com o auxílio de fotografias aéreas, na caracterização de solos desenvolvidos de rochas eruptivas, no Estado do Paraná**. 1992. 141f. Dissertação (Mestrado), Escola Superior de Agronomia "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo. Piracicaba.

EMBRAPA - Empresa brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: EMBRAPA; Rio de Janeiro, EMBRAPA Solo, 1999. 412p.

FRANÇA, G. V. de. **Interpretação fotográfica de bacias e redes de drenagem aplicada a solos da região de Piracicaba**. 1968. 151f. Tese (Doutorado), Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo. Piracicaba.

HORTON, R. E. Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology. **Bulletin of the Geological Society of America**. 56: 275-370. 1945.

IBGE - Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: < www.ibge.gov.br >. Acesso em: 10 de junho de 2009.

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Apresenta informações gerais sobre o programa CBERS**. Disponível em <www.cbbers.inpe.br>, acesso em 16 de Abril de 2009.

KÖPPEN, W. **Climatologia: con un studio de los climas de la Tierra**. México: Fondo de Cultura Económica, 1948.

MANECHINI C. **Utilização de fotografias aéreas na comparação de sistemas de amostragem e estudo da rede de drenagem de três solos da região de Tambaú (SP)**. 1981. 133f. Dissertação (Mestrado), Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo. Piracicaba.

MARQUES, W. R. Interpretação de imagens de satélites em estudos ambientais. **Ambiência**. Guarapuava – PR, v.2, n.2, p.281-299, 2006.

RODRIGUES, C.; ADADI, S. Técnicas Fundamentais para o Estudo de Bacias Hidrográficas. In: VENTURI LUIS A. B. **Praticando a Geografia: técnicas de Campo e Laboratório em geografia e análise ambiental**. SP: Oficina de Textos, 2005, p. 147 -166.

SANTOS, A. R. **Caracterização morfológica, hidrológica e ambiental da bacia hidrográfica do rio Turvo Sujo, micro-região de Viçosa**. 2001. 125f. Dissertação (Doutorado em Eng. Agrícola), Departamento de Engenharia Agrícola – UFV. Viçosa.

SILVEIRA, A. L. L. da. Ciclo hidrológico e bacia hidrográfica. In: TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. 2.ed. Porto Alegre: Ed. Universidade – UFRGS/ABRH, 2000. p.35-51.

SOUSA, A. A. **Tratamento digital de fotografias aéreas verticais como um alternativa à análise estereoscópica de bacias hidrográficas**. 2000. 167f. Tese (Doutorado em Agronomia), Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo. Piracicaba.

SOUSA, A. A.; ANGULO FILHO, R.; VETTORAZZI, C. A . Processamento digital de fotografias aéreas verticais na interpretação da rede de drenagem. **Engenharia Rural**. Piracicaba: ESALQ/USP, v.11, n.1, p.28-36, 2000.

STRAHLER, A. N. Hypsometric (area-altitude) analysis and erosional topography. **Bulletin of the Geological Society of America**. 63 (10):1117-1142. 1952.

SUDENE. **Carta Planialtimétrica** (escala 1:100.000) editada em (1970) e digitalizada em 1996, **Folha de Patos** (SB.24-Z-D-I / MI - 1209).