

Revista Brasileira de Cartografia (2014) N^o 66/1: 127-136
Sociedade Brasileira de Cartografia, Geodésia, Fotogrametria e Sensoriamento Remoto
ISSN: 1808-0936

ATUALIZAÇÃO CARTOGRÁFICA DA REDE DE DRENAGEM PARA ESTUDO GEOMORFOLÓGICO DE RIOS INTERMITENTES E EFÊMEROS DO SEMIÁRIDO

Cartographic Drainage Update to Geomorphological Study of Intermittent and Ephemeral Streams in Drylands

Kleber Carvalho Lima¹ & Cenira Maria Lupinacci da Cunha²

¹ Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP
Instituto de Geociências/Programa de Pós-Graduação em Geografia
Rua João Pandiá Calógeras, 51, CEP 13083-870. Campinas – SP.
kleberlima@ige.unicamp.com

² Universidade Estadual Paulista – UNESP
Departamento de Planejamento Territorial e Geoprocessamento
Avenida 24-A, 1515 – Bela Vista. CEP 13506-668. Rio Claro – SP.
cenira@rc.unesp.br

Recebido em 28 de Março, 2013/ Aceito em 23 de Agosto, 2013
Received on March 28, 2013/ Accepted on August 23, 2013

RESUMO

Atualizar redes de drenagem de cartas topográficas se tornou um procedimento trivial desde que produtos orbitais são facilmente acessíveis, e que rotinas foram desenvolvidas no sensoriamento remoto com o intuito de se extrair canais de drenagem de forma automática. Essa necessidade surgiu também por se considerar que as cartas topográficas sofrem problemas de desatualização frente às novas tecnologias e às dinâmicas sócio-espaciais atuais, o que influencia de forma direta nos estudos geomorfológicos que dependem de dados da rede de drenagem. Assim, esse trabalho apresenta os procedimentos técnicos adotados na atualização da rede de drenagem da bacia hidrográfica do Rio Bom Sucesso (Bahia), destacando-se a importância do trabalho de campo para a verificação dos canais de escoamento intermitentes e efêmeros gerados por processos automáticos. Considera-se que os procedimentos se mostraram eficazes e que os trabalhos de campo foram cruciais, uma vez que a probabilidade de erro de interpretação do software é elevada dada as peculiaridades climáticas e geomorfológicas do semiárido.

Palavras-Chave: Cartografia, Sensoriamento Remoto, Rede de Drenagem, Semiárido.

ABSTRACT

Reload drainage networks topographical became a trivial procedure since orbital products are easily accessible, and routines that were developed in remote sensing in order to extract drainage channels automatically. This need has also emerged on the grounds that the topographic data suffer problems facing downgrade to new technologies and the current socio-spatial dynamics, which influences directly on geomorphological studies that rely on data of the drainage network. Thus, this paper presents the technical procedures adopted in the network upgrade drainage basin of the Rio Bom Sucesso (Bahia/Brazil), highlighting the importance of field work to verify the intermittent and ephemeral streams generated by automated processes. It is considered that the procedures are effective and that the field work

was crucial, since the likelihood of misinterpretation of the software is high, given the peculiarities of the semiarid climate and geomorphology.

Keywords: Cartography, Remote Sensing, Drainage Network, Semiarid.

1. INTRODUÇÃO

A representação cartográfica da rede de drenagem é essencial para o estudo dos processos geomorfológicos ocorrentes nas bacias hidrográficas, auxiliando também no entendimento acerca do estabelecimento dos canais e dos processos e dinâmicas referentes ao escoamento fluvial (SVORAY, 2004). Para isso, é imprescindível a utilização de documentos cartográficos que representem com o máximo de precisão a rede de drenagem da área a ser estudada.

Uma das fontes mais utilizadas são as cartas topográficas por se tratar de um documento que representa o mais fiel possível, mediada pela escala adotada, a verdade terrestre no papel. Entretanto, esse tipo de documento, no Brasil, ainda apresenta problemas de desatualização, conforme observações já realizadas por diversos autores, a exemplo de Augusto e Viadana (1998), visto que, além de terem sido elaboradas com base em tecnologias que atualmente se encontram ultrapassadas, algumas informações da drenagem foram suprimidas da edição final por questões estéticas ou mesmo por questões de escala (RICCI E PETRI, 1965).

A ocorrência e a extensão de alguns cursos d'água podem ser percebidas por meio de informações contidas nas próprias cartas, a exemplo das concavidades das curvas de nível, permitindo o enriquecimento da rede de drenagem de forma manual ou semiautomática. Astaras et al. (1990) considera que a extração manual dos canais da rede de drenagem a partir da carta topográfica se constitui em um procedimento de maior precisão, porém, trata-se de um trabalho intensivo e impraticável quando aplicado a áreas de grande extensão superficial.

Na tentativa de atualizar essas cartas, diversos trabalhos propõem a utilização de imagens orbitais e modelos digitais de elevação (MDE), como forma de extrair as informações necessárias à sua atualização. “As técnicas de extração de informações da drenagem se baseiam

nas características qualitativas (forma ou tipo) e quantitativas (ordem de ramificação, distribuição, densidade e frequência).” (VALERIANO E MORAIS, 2001, p. 517).

Essas são consideradas como fontes precisas que garantem a acurácia dos elementos oriundos desses produtos, além de garantirem a praticidade do processo de obtenção dos dados referentes à rede de drenagem por se tratar de um processo automatizado. Ainda assim, salienta-se que, mesmo as informações obtidas por meio de algoritmos matemáticos sobre produtos de sensores remotos são passíveis de erros, cabendo ao pesquisador realizar as correções necessárias para que os dados representados cartograficamente correspondam ao máximo à realidade.

Nesse sentido, esse trabalho apresenta de forma sistemática procedimentos técnicos realizados no intuito de atualizar a rede de drenagem da bacia do Rio Bom Sucesso (Bahia), com vistas à utilização em estudos geomorfológicos. Ressalta-se que, devido ao objetivo proposto, o processo de reambulação dos dados em campo se destaca, tendo em vista que as características dos canais intermitentes e efêmeros do semiárido lhes conferem processos geomorfológicos peculiares, sendo necessária a observação em campo da existência, ou não, de canais de escoamento.

Por canal de drenagem intermitente, entende-se que é àquele cujo fluxo de água permanece contínuo no canal de drenagem durante a estação chuvosa e, durante a estação seca, esse fluxo cessa (LEOPOLD e MILLER, 1956). Em consonância, Christofolletti (1980) define os canais intermitentes como sendo aqueles que drenam água durante uma parte do ano e tornam-se secos em outro período. Os canais efêmeros, por sua vez, são definidos pelo autor como àqueles que permanecem secos durante a maior parte do ano e comportam água apenas no momento das chuvas e imediatamente após as precipitações.

2. CONTEXTO CARTOGRÁFICO E AMBIENTAL DA ÁREA DE ESTUDO

No semiárido brasileiro, o déficit na cobertura cartográfica de algumas áreas ainda é uma realidade, conforme apontam Ferreira (2010) e Lima (2012). Apesar disso, órgãos estaduais, a exemplo da Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia (SEI) em convênio com a Diretoria de Serviço Geográfico do Exército (DSG), realizaram a atualização da base cartográfica do Estado fazendo uso de imagens orbitais de alta resolução espacial do sensor RapidEye (MELLO et al., 2011) sendo que os principais produtos gerados foram ortofotocartas, cartas topográficas e arquivos vetoriais (PENHA et al., 2012). Porém, o acesso a esses produtos ainda é restrito.

A bacia do Rio Bom Sucesso está totalmente inserida na carta topográfica SC.24-Y-D-III (Folha Santaluz), produzida pela Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE), em escala 1: 100.000. Essa é uma área inserida no domínio morfoclimático semiárido cujas dinâmicas de escoamento fluvial se diferem da maior parte do país, onde predominam os climas quentes e úmidos. A rede de drenagem da bacia é composta por canais de drenagem intermitentes e efêmeros que estão sujeitos aos eventos pluviométricos de grande magnitude, típicos das regiões quentes e secas. Segundo a classificação climática de Thornthwaite (SEI, 1999), o clima que atua na bacia é o Dd' A' (Semiárido sem estação úmida definida), com temperatura média anual de 24°C e pluviosidade média anual de 537,9 mm.

Com relação ao relevo, redominam as superfícies aplainadas com presença de pedimentos, inselbergues e vales fluviais amplos e declividade do terreno em torno de 0 - 5%.

3. MATERIAIS UTILIZADOS

Os materiais utilizados para a realização desse trabalho foram:

- Carta topográfica (SUDENE) – SC. 24-Y-D-III, folha Santaluz, ano de 1975, escala 1: 100.000, projeção UTM, datum horizontal Córrego Alegre (MG), datum vertical Marégrafo de Imbituba (SC);
- Arquivo digital em formato DWG da carta topográfica SC. 14-Y-D-III, folha Santaluz,

obtido no CD-ROM da Base cartográfica Digital do Estado da Bahia;

- Dados provenientes do Modelo Digital de Elevação (MDE) da missão SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*), correspondentes à articulação da carta Serrinha (SC. 24-Y-D);
- Imagem orbital do satélite LandSat 5 TM (cena 216_8, data de passagem de 03/02/2008 e resolução espacial de 30 metros);
- Imagem orbital do satélite CBERS 2B HRC (data de passagem de 25/07/2008 e resolução espacial de 20 metros);
- Imagens disponíveis no programa *Google Earth*;
- Aparelho de GPS, modelo Garmin 12 XL;
- Fita métrica (trena) e vara graduada com 10 intervalos de 20 cm.

4. PROCEDIMENTOS TÉCNICOS E OPERACIONAIS

4.1 Trabalho preliminar de gabinete

Editaram-se os arquivos em formato DWG referentes à carta topográfica, no AutoCAD, priorizando-se a edição dos dados altimétricos (curvas de nível e pontos cotados) e dos dados fluviais (rios, riachos, lagoas e açudes). A edição foi realizada comparando-se os dados digitais com os dados da carta topográfica analógica. Foi criado um banco de dados georreferenciado com o auxílio do software ArcGIS 9.3, de forma a organizar as informações e atualizar os dados armazenados, garantindo a consulta rápida. Os arquivos em formato DWG foram exportados no formato SHP e importados no ArcGIS, definindo-se o sistema de coordenadas planas, datum WGS 1984.

O MDE foi submetido à correção de depressões espúrias no sentido de ponderar pontos e áreas com ausência de dados. Os procedimentos foram realizados por meio das ferramentas do Arc Toolbox do ArcGIS: identificação dos pixels com depressões espúrias (*spatial analyst tools – hydrology - sink*); preenchimento das falhas no modelo (*spatial analyst tools – hydrology - fill*).

A extração da drenagem obedeceu aos seguintes procedimentos: cálculo do fluxo de direção da drenagem (*spatial analyst*

tools – hydrology - flow direction); cálculo de acumulação do fluxo (*spatial analyst tools – hydrology - flow accumulation*); cálculo da condicionante da drenagem (*spatial analyst - raster calculator*). A expressão de escoamento utilizada está representada pela equação 1.

$$\text{Stream250} = \text{con}([\text{flow_acum}] \geq 250, 1) \quad (1)$$

O limite da bacia foi feito de forma semiautomática, no intuito de garantir a delimitação mais precisa possível dos divisores topográficos, sendo que, após a delimitação, realizou-se o recorte da área.

Após esses procedimentos, a drenagem da carta topográfica foi sobreposta à drenagem do MDE para fins comparativos, pois, apesar de se tratar de um procedimento recorrente, os modelos numéricos de escoamento acumulado geram imprecisões ao definirem o caminho preferencial da hidrografia em áreas planas. Isso favorece a geração de vetores que não correspondem a canais de drenagem existentes no terreno, além de que, o software não considera as características climáticas do terreno.

Sobre a rede de drenagem foram distribuídas amostras circulares (figura 1) com área de 30 km² conforme indicações do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2009) para a realização de amostragem do tipo aleatória simples. Esse processo foi realizado com o objetivo de verificar, em campo, a existência dos canais de drenagem do MDE.

4.2 Trabalhos de campo

No campo, visitaram-se as áreas amostrais, sendo que, os canais de drenagem existentes foram georreferenciados, medidos e classificados segundo a textura do leito (MONTGOMERY e BUFFINGTON, 1993). Os trabalhos de campo contribuíram para a solução dos problemas relacionados aos erros de interpretação anteriormente citados.

4.3 Análise comparativa e edição da rede de drenagem

As coordenadas obtidas foram inseridas no banco de dados para fins de comparação com os arquivos vetoriais e com as imagens dos sensores orbitais. Esse procedimento buscou

identificar padrões semelhantes de extensão dos canais que não foram visitados em campo, dadas às dificuldades de acesso e à própria dimensão areal da bacia (465 km²). Os vetores também foram exportados no formato KML e inseridos no *Google Earth* para fins comparativos.

Os canais que mantiveram correspondência nas duas redes de drenagem, nos trabalhos de campo e nas demais fontes de comparação foram mantidos. Os vetores identificados preliminarmente como canais de drenagem, mas que não correspondiam com a realidade do terreno foram removidos (figura 1). No entanto, alguns canais existentes também foram removidos do mapeamento (figura 1) por se considerar que a quantidade de dados representados deve estar em consonância com a escala do mapeamento, conforme orienta Tarboton *et al.* (1992). Devido à escala de representação adotada no trabalho, julgou-se que os canais com extensão menor que 2 km fossem eliminados da carta atualizada.

A partir desses procedimentos, elaborou-se a carta de drenagem (carta-síntese) atualizada da bacia em estudo, cujo *layout* foi elaborado no ArcGIS.

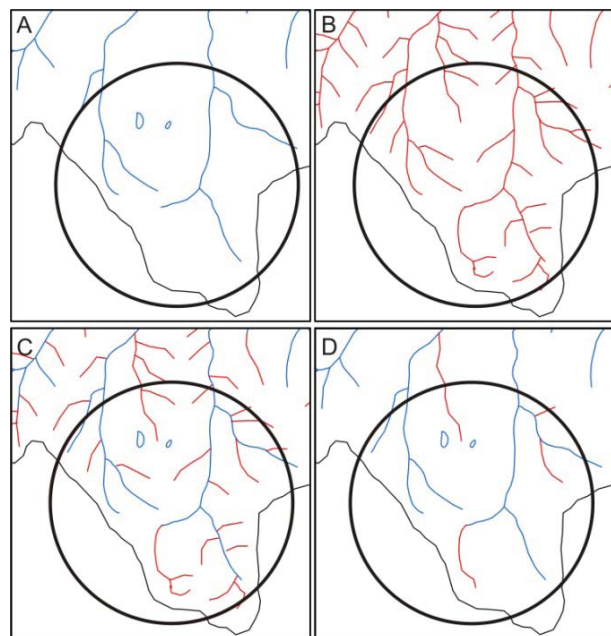


Fig. 1 - Representação dos canais em uma das amostras circulares: trecho da drenagem extraída da carta topográfica (a) e do MDE (b); sobreposição das drenagens (c) e representação final da rede de drenagem (d). Observa-se que parte dos canais de primeira ordem nesse trecho foi excluída por não existirem na realidade.

5. RESULTADOS

5.1 Atualizações da rede de drenagem

Com relação aos rios e riachos, observou-se que as imagens orbitais contribuíram no sentido de elucidar as dúvidas relacionadas à existência e extensão dos canais cujo acesso em campo não foi possível. As imagens LandSat 5 e CBERS não acrescentaram novas informações, mas ratificaram os dados já existentes, uma vez que se puderam visualizar todos os canais contidos na carta topográfica e alguns canais do MDE. Entretanto, as imagens LandSAT e CBERS contribuíram de forma significativa para a identificação e atualização de novos açudes construídos em período posterior à publicação da carta topográfica.

As imagens disponíveis no *Google Earth* foram utilizadas para fins comparativos quando os vetores foram exportados em formato KML. Estas apresentaram bom desempenho pelo fato de permitirem a visualização dos canais de drenagem, além de lagoas intermitentes que não estavam representadas nas demais fontes de consulta. A função que comporta imagens históricas contribuiu para a identificação de lagoas em períodos secos e em períodos úmidos (Figuras 2 e 3), favorecendo a edição desses corpos d'água na carta final.

De forma geral, pode-se dizer que os dados obtidos por meio do MDE enriqueceram consideravelmente os dados da carta topográfica, devido à quantidade de feições identificadas (tabela 1). Salienta-se que todos os canais da carta topográfica tiveram correlação com a drenagem numérica, porém, a drenagem gerada automaticamente apresentou diferença de 252 canais a mais, com relação à carta topográfica (tabela 1). Verifica-se que a drenagem final contou com 269 canais, cuja extensão total é de 433 km (figura 4).

5.2 Quantificação e interpretações da rede de drenagem

A rede de drenagem da Bacia Hidrográfica do Rio Bom Sucesso apresenta padrão de drenagem dendrítico e dendrítico-retangular e abrange área total de 468 km². O canal principal possui extensão total de 68,5 km, inicia em



Fig. 2 – Imagem do Google Earth onde se verifica a ocorrência de lagoa intermitente em período seco.



Fig. 3 – Imagem do Google Earth onde se verifica a ocorrência de lagoa intermitente em período chuvoso.

Tabela 1: Quantidade e comprimento dos canais de drenagem extraídos da carta topográfica, do MDE, bem como dos canais mantidos na representação cartográfica da rede de drenagem

Origem da drenagem	Quantidade de canais	Comprimento dos canais
Drenagem da Carta Topográfica	223	367 km
Drenagem do MDE	475	615 km
Drenagem final	269	433 km

altitudes acima de 400 metros, na porção sul da bacia, e segue na direção S-N por 11 km até a confluência com o riacho Mulungu. Após esse trecho, o canal segue no sentido O-L por 57,5 km até à sua foz no Açude Araci, em altitude aproximada de 260 metros.

Seu perfil longitudinal apresenta desnível de 120 metros e nos primeiros 14 km o canal é estreito, com margens pouco definidas até o Açude Tapera. A partir do açude, ocorrem alternâncias entre trechos com margens rasas e margens relativamente profundas. Em alguns trechos o canal forma sinuosidades e, em outros, o canal aproveita o sistema de fraturas para entalhar o talvegue, favorecendo o aspecto retilinizado do canal e a formação de “cotovelos” com ângulos de até 90°.

5.3 Hierarquia fluvial

A hierarquização dos canais refere-se às interconexões dos canais de drenagem, independentemente do seu comprimento, forma ou orientação. Segundo Dodds e Roothman (1999), hierarquizar os canais de drenagem é realizar um procedimento de extrema importância para a análise dos sistemas de drenagem, pois, fornece subsídios para comparações entre redes de drenagem de diferentes bacias hidrográficas. Com base na rede de drenagem da carta topográfica e da carta atualizada, foi realizada a hierarquia fluvial dos canais de drenagem, onde se verificou a diferença entre os resultados obtidos através das duas fontes (tabela 2).

Tabela 2: Hierarquia fluvial com respectivo número e comprimento de canais para cada ordem, com base na drenagem da carta topográfica e na carta de drenagem atualizada

5.4 Análise morfométrica

A análise morfométrica é um método quantitativo de análise geomorfológica que é realizado diretamente sobre os dados da rede de drenagem representada cartograficamente, sendo que os resultados estão associados à escala do mapeamento e à quantidade e extensão dos canais. A análise morfométrica da rede de drenagem da bacia em estudo foi realizada com base na carta da drenagem atualizada (tabela 3).

Tabela 2: Hierarquia fluvial com respectivo número e comprimento de canais para cada ordem, com base na drenagem da carta topográfica e na carta de drenagem atualizada

	Ordem	Nº canais	Comprimento (km)
Carta topográfica	1ª	112	216
	2ª	100	76
	3ª	8	24
	4ª	2	38
	5ª	1	13
	Total	223	367
Carta atualizada	1ª	198	262
	2ª	54	77
	3ª	13	39
	4ª	3	28
	5ª	1	27
	Total	269	433

Tabela 3: Parâmetros morfométricos

Análise linear	Valor
Gradiente do canal principal (G_{cp})	8,28 %
Extensão do percurso superficial (E_{ps})	460 m
Análise areal	
Área da bacia (A)	468 km ²
Perímetro da bacia (P)	119,94 km
Densidade de rios (Dr)	0,57 canais/km ²
Densidade de drenagem (Dd)	0,92 km/km ²

5.5 Observações em campo

Quanto à geometria dos canais, as observações em campo permitem afirmar que são canais rasos com fraco entalhamento do talvegue (figura 5), típico de regiões semiáridas. A largura dos canais é acentuada (largura média = 1,36 m), em detrimento à profundidade (profundidade média = 0,83 m). Isso indica que a erosão lateral predomina sobre a vertical, uma vez que, além do fluxo hídrico ser pouco eficaz para entalhar o canal, o embasamento litológico possui alto grau de resistência.

A carga sedimentar depositada no fundo dos canais é diversificada e está associada às características do substrato litológico e do fluxo fluvial que, por sua vez, está associado ao

regime de intermitência. Esta também indica a capacidade de transporte e deposição dos rios e riachos. A partir das observações em campo, os canais amostrados foram classificados segundo a textura do material depositado na sua calha. Foram identificados os canais de textura pedregosa, arenosa, argilosa, além dos canais em grama (MONTGOMERY E BUFFINGTON, 1993).

Os canais de textura pedregosa ocorrem no alto curso da bacia, em terrenos de baixa declividade, e são aqueles em que há o predomínio dos sedimentos de maior calibre, depositados pelos fluxos torrenciais. Observou-se que alguns desses canais possuem carga grosseira depositada em meio a exposições de rochas brutas do embasamento (soleiras) e estão associados a canais de pequena extensão. No trabalho fluvial, o fluxo efêmero possui capacidade para transportar o material grosseiro por curtas distâncias e potencial quase nulo para entalhar o seu talvegue, contribuindo apenas, e de forma incipiente, na definição do seu leito (figura 6).

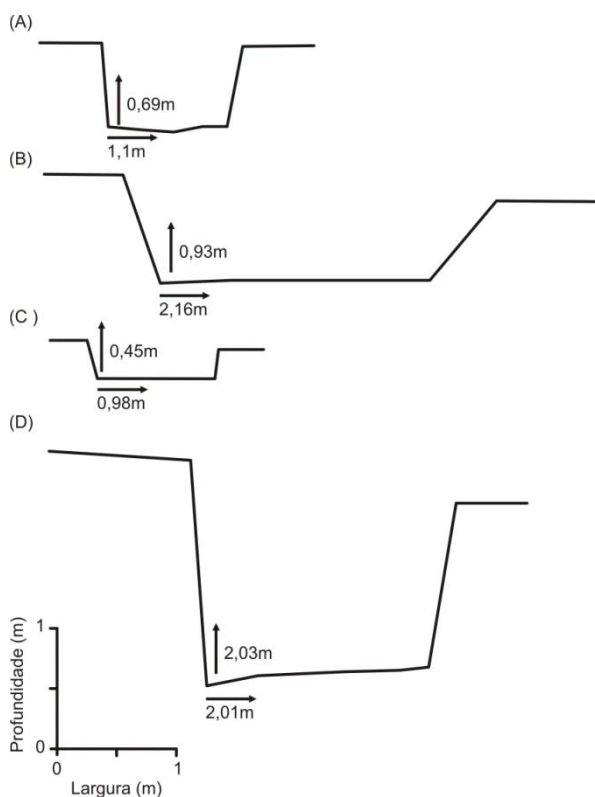


Fig. 5 – Exemplos de perfis transversais de canais de drenagem intermitentes e efêmeros, cuja erosão lateral prevalece sobre a erosão vertical (aprofundamento do talvegue).



Fig. 6 - Canal de drenagem efêmero com textura pedregosa.

Os canais de textura arenosa (figura 7) ocorrem predominantemente no alto e médio curso da bacia do Rio Bom Sucesso, nos terrenos planos e nos terrenos suavemente inclinados próximos aos inselbergues; e são os que se registram em maior quantidade. A carga arenosa depositada indica a baixa competência do escoamento fluvial no transporte de sedimentos, pois, à medida que o fluxo perde energia, este vai depositando o material ao longo do canal. Além disso, a maior parte dos canais de textura arenosa ocorre nas áreas de Planossolos com cobertura vegetal rarefeita.



Fig. 7 - Canal de drenagem efêmero com textura arenosa.

Os canais de textura argilosa ocorrem com maior frequência no baixo curso da bacia, associados aos fluxos oriundos da Serra da Matina, à foz de alguns afluentes do Rio Bom Sucesso de maior extensão, e ao próprio Rio Bom Sucesso (figura 8). São canais em que a competência no transporte dos sedimentos é

menor, favorecendo a deposição de argilas, que por sua vez, são transportadas em suspensão, e conseguem alcançar distâncias maiores. As propriedades do material argiloso favorecem a manutenção de água na calha nos períodos secos, se comparados às demais texturas. A textura argilosa também está associada aos trechos com profundidade mais acentuada (figura 9) e aos canais com sinuosidade acentuada.



Fig. 8 - Textura argilosa de canal de drenagem intermitente em período de estiagem.



Fig. 9 - Canal de drenagem com maior profundidade, de regime fluvial efêmero e textura argilosa.

Os canais em grama ocorrem predominantemente nos alto e médio curso da bacia e possuem importância para a análise dos processos de erosão fluvial. Estes são canais efêmeros pouco definidos, onde o fluxo hídrico é dificultado pela presença de vegetação rasteira na calha (figura 10), que por sua vez é mantida pela umidade armazenada no solo. Notou-se que os canais em grama ocorrem em áreas muito planas, e que estes drenam águas do escoamento

o suficiente para formar um fluxo linear, mesmo que incipiente. Supõe-se que estes se tratam de canais que se encontram na fase inicial do trabalho de erosão fluvial, sendo o transporte de sedimentos ineficaz.



Fig. 10 - Canal em grama com recobrimento da calha por vegetação rasteira.

6. Conclusões

Considera-se que os objetivos propostos foram alcançados e os resultados se mostraram satisfatórios e de acordo com as questões levantadas pelo trabalho.

Os procedimentos adotados apresentaram resultados significativos no estabelecimento da rede de drenagem da bacia em estudo, especialmente pelo fato de se tratar de uma área com grande extensão. A extração automática da rede de drenagem a partir de MDES deve ser um procedimento rigoroso, onde as etapas de campo desempenham papel fundamental. O processamento automático foi rápido, porém, a análise comparativa se mostrou exaustiva, bem como a checagem da drenagem em campo.

O Trabalho de Campo solucionou problemas de erro de interpretação, bem como auxiliou na detecção de novas informações relativas aos objetos analisados: existência de rios, comprimento dos mesmos, presença de represamentos, lagoas intermitentes, dentre outros. A principal dificuldade foi identificar os canais de drenagem intermitentes, uma vez que a baixa incisão dificultou a distinção entre riachos e estradas/caminhos de passagem de pedestres.

Apesar de algumas limitações enfrentadas em campo, como o difícil acesso até alguns canais de drenagem, a utilização dos dados da

carta topográfica em conjunto com o MDE, imagens orbitais e os trabalhos de campo, foram decisivos para a eliminação de erros de interpretação gerados pela utilização dos produtos digitais.

Com base nos procedimentos adotados para atualizar a rede de drenagem da bacia em estudo, critica-se as limitações estabelecidas por parte dos órgãos públicos que restringem o acesso a materiais cartográficos já atualizados e dificultam o acesso à informação pública. Do contrário, o tempo empreendido em diversas pesquisas que utilizam cartas topográficas como base seria abreviado. Ainda assim, aponta-se que métodos de correção de erros inerentes aos MDEs, métodos de extração e atualização de redes de drenagem em ambientes semiáridos devam ser testados no intuito de se adotar àquele que melhor atenda aos objetivos da pesquisa.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a CAPES pelo apoio concedido através da bolsa de mestrado (2011-2012) por meio do Programa de Pós-Graduação em Geografia da UNESP de Rio Claro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASTARAS, T.; LAMBRINOS, N.; SOULAKELLIS, N. A drainage system analysis evaluation of, and comparison between, Landsat-3 RBV, Landsat-5 TM and SPOT PA imageries covering the Central Macedonia district, Greece. **International Journal of Remote Sensing**, 11, p.1549–1559, 1990.

AUGUSTO, A. A. Z.; VIADANA, M. I. C. F. A atualização cartográfica da rede de drenagem e a análise morfométrica do relevo. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. 9, 1998. **Anais...** Santos, 1998. p. 473-485.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**, São Paulo: Edgard Blücher, 1980. 188 p.

DODDS, P. S.; ROTHMAN, D. H. Unified view of scaling laws for rivers networks. **Physical Review**, New York, (59), 5, p. 4865 – 4877, 1999.

FERREIRA, B. **A região semiárida nordestina: utilização dos dados SRTM para mapeamento geomorfológico de parte dos municípios de Jatobá Petrolândia e Tacaratu, Sub-Médio**

São Francisco, PE. *Ciência e Natura*, Santa Maria, 32 (1): 143 - 158, 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Manual Técnico de Geomorfologia**. Rio de Janeiro: IBGE, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. 2. ed., 2009. 175 p.

LEOPOLD, L. B.; MILLER, J. P. **Ephemeral Streams: Hydraulic Factors and Their Relation to Drainage Net**. Professional Paper 282-A. Washington: U.S. Geological Survey, 1956.

LIMA, K. C. **Relações entre a rede de drenagem e as superfícies de aplainamento no semiárido: a bacia hidrográfica do rio Bom Sucesso (Bahia)**. 132 p. Dissertação (Mestrado em Geografia). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista. Rio Claro, 2012.

MELLO, A. L. G.; TEIXEIRA, A. L. S.; CUNHA NETA, A. M. M.; ROCHA, A. P. Mapeamento de uso atual das terras das bacias do submédio São Francisco – Bahia. In: Congresso Brasileiro de Cartografia. 25, 2011. **Anais...** Curitiba, 2011. p. 210-219.

MONTGOMERY, D. R.; BUFFINGTON, J. M. **Channel classification, prediction of channel response and assessment of channel condition**. Seattle: University of Washington, 1993. 84 p.

PENHA, A. L. T.; MORITA, C. Y.; CERQUEIRA, R. W. Geração de base cartográfica digital a partir de produtos fotogramétricos para a geração de ortofotocarta, carta topográfica e banco de dados geográficos – o caso do projeto de mapeamento do Estado da Bahia. In: **Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação**. 4, 2012. **Anais...** Recife, 2012. p. 1-9.

RICCI, M.; PETRI, S. **Princípios de aerofotogrametria e interpretação geológica**. São Paulo, Editora Nacional, 1965. 226 p.

SVORAY, T. Integrating automatically processed spot HRV Pan Imagery in a DEM-based procedure for channel network extraction. **International Journal of Remote Sensing**, v. 15, n. 17, p.3541–3547, 2004.

SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS

- ECONÔMICOS E SOCIAIS DA BAHIA (SEI). **Balanço hídrico do estado da Bahia**. Salvador: SEI, 1999. 250 p.
- TARBOTON, D. G.; BRAS, R. L.; ITURBE, I. R. **On the extraction of channel networks from digital elevation data**. In: BEVEN, K. J.; MOORE, I. D. *Terrain analysis and distributed modeling in hydrology*. New York: John Wiley & Sons, 1992, p. 85-104.
- VALERIANO, M. M.; MORAES, J. F. L. **Extração de rede de drenagem e divisores por processamento digital de dados topográficos**. In: *Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*. 10, 2001. **Anais...** Foz do Iguaçu, 2001. p. 517-524.