

## **A importância do uso do SIG e da análise morfométrica para o plano de manejo em unidades de conservação**

Wadson de Almeida Miranda<sup>1</sup>  
Aneliza de Almeida Miranda Melo<sup>2</sup>  
Flávio Pimenta de Figueiredo<sup>1</sup>  
Flávio Gonçalves Oliveira<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Ciências Agrárias /Universidade Federal de Minas Gerais –ICA/UFMG  
Dep. de Pós-graduação - 39404-006, Montes Claros, MG.  
{wadsonmiranda, figueiredofp}@yahoo.com.br  
flaviogoliveira@ibest.com.br

<sup>2</sup>Instituto Estadual de Floresta – IEF MG/ Regional Norte  
Rua Zoroastro Passos, 30 - 2º andar - Centro - Sete Lagoas/MG - CEP 35.700-017.  
anemiranda@yahoo.com

**Abstract:** This article presents a study of the physical characterization through the morphometric analyses of the Dos Bois Brook microbasin, located on Parque Estadual da Lapa Grande (Lapa Grande Reserve Park) in the city of Montes Claros – MG. The studied area was about 75,76 km<sup>2</sup> and a total perimeter of 38,78 km. The methodology used was based on satellite image analysis, topographic map of 1:100,000 scale and special Softwares, like MapInfo and AutoCard 2006, which enable the different morphometric indices calculation. The morphometry study consists in the use of techniques to obtain indices of numeric relation of a draining basin and also allows the calculation of the quantitative variables in a draining net, which are: coefficient of compactivity, shape factor, cycling index, draining area, perimeter etc, which associated with qualitative variables can multiply the spacial analyse possibilities. The results of this analyses can better explain the harmony between the landscape elements and help their planning and management. Thus, from the calculated parameters it can be attested that the studied area has an elongated form, which has lesser high-water tendencies, the draining density has been being low, resulting little superficial flowoff, in other words, the ground presents a good infiltration degree.

**Palavras-chave:** Physical characteristics, image processing, Lapa Grande Reserve Park, caracterização física, processamento de imagem, Parque Estadual da Lapa Grande.

### **1.Introdução**

Segundo Villela e Mattos (1975), as características físicas de uma bacia hidrográfica são de grande importância para o comportamento hidrológico. Isso porque há uma estreita correspondência entre esse comportamento e os elementos físicos, que constituem a mais conveniente possibilidade de se conhecer a variação, no espaço, dos elementos do regime hidrológico da área em estudo.

Segundo Lana et al. (2001), utiliza-se o método da análise morfométrica para obter dados quantitativos com o intuito de diferenciar áreas homogêneas dentro de uma bacia hidrográfica, tais como: densidade hidrográfica, densidade de drenagem, fator de forma, índice de sinuosidade, entre outros. Tais parâmetros explicitam os indicadores físicos e auxiliam na análise ambiental e hídrica dessa bacia hidrográfica.

Os estudos das características físicas de uma bacia hidrográfica podem fornecer dados importantes para a prevenção e avaliação de riscos ambientais em determinadas porções do território. Determinados índices morfométricos, que caracterizam o formato da bacia, a densidade e comprimento dos canais fluviais, possibilitam determinar o tempo e o volume de escoamento da água, utilizado na prevenção de enchentes e de acidentes que envolvam a qualidade da água (Carpi Junior, 2001).

Segundo Guerra et al. (1998) citado por Cunha e Guerra (2000), o uso das técnicas que empregam o geoprocessamento e sensoriamento remoto, na construção e na integração de

dados, através de Sistema de Informação Geográfica (SIGs), tem oferecido um grande avanço nos estudos que envolvem os processos geomorfológicos. Essas técnicas são ferramentas de uma utilidade imprescindível que possibilitam a coleta e análise das informações temáticas e oferecem subsídios ao planejamento ambiental.

Nessa vertente, o objetivo desse trabalho foi é analisar os diversos dados morfométricos para o levantamento das características físicas e auxiliar na compreensão das transformações ambientais associadas aos processos erosivos resultantes na microbacia do córrego dos Bois, Parque Estadual da Lapa Grande com uso auxílio do *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) e suportes do *software* MAPINFO.

## 2. Metodologia

A área de estudo está a oeste da cidade de Montes Claros - MG, compreendida pelas coordenadas 16°39'05" e 16°44'00" S e 44°59'00" WS. Há no local a predominância do relevo cárstico, caracterizado por maciços calcários, dolinas, arcos, pontes, torres e cavernas que originou a criação do Parque Estadual da Lapa Grande.

Para geração dos mapas foi processado um Modelo Digital de Elevação (MDE) originário de dados do *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), adquiridos na EMBRAPA (2008) o qual, subsidiou uma classificação automática por meio do *software* MultiSpec W32, para produção de imagem e vetorização do material no formato *raster* utilizou o *software* AutoCAD 2008, gerando pontos com cotas altimétricas. Para importação o documento é salvo em formato *dxf* e importados para o *software* MAPINFO, etapa que foi processada a interpolação para dar origem aos mapas.

Nos estudos dos processos e suas interações quantitativas, foram utilizadas análises morfométricas por parâmetros de drenagem de: Alves e Castro (2003), Feltram Filho e Lima (2007) e Antoneli e Thomaz (2007). Ainda nesse sentido, para mensurar a área da bacia hidrográfica e de drenagem, foi utilizado o comprimento dos canais e os divisores de água presentes nos mapas levantados.

Foram utilizados, ainda, como recursos metodológicos os índices dos autores: Schumm (1956); Freitas (1952); Horton (1945), Christofletti (1974) e trabalhos de Villela e Mattos (1975) para a obtenção dos dados matemáticos que retratam o estudo de drenagem sendo apresentados no quadro a seguir.

Quadro 2. Equações, definições e significados dos parâmetros morfométricos.

ITEM	EQUAÇÃO	DEFINIÇÃO	SIGNIFICADO
Relação de Relevo (Rr) m/km	$Rr = \frac{a}{L}$	<b>a</b> – amplitude altimétrica (m). <b>L</b> – comprimento da bacia ao longo do canal principal (km)	Estabelece a relação entre a altitude máxima da bacia com o comprimento total da bacia ao longo do canal principal (*).
Densidade hidrográfica (Dh) canais/km <sup>2</sup>	$Dh = \frac{n}{A}$	<b>n</b> – número de canais. <b>A</b> – área total da bacia(km <sup>2</sup> ).	Expressa o número de canais existentes em cada quilômetro quadrado da bacia hidrográfica, indicando o potencial hídrico da região (**). Capacidade de gerar novos cursos de água (***)

Densidade de drenagem ( <b>Dd</b> ) km/km <sup>2</sup>	$Dd = \frac{C}{A}$	<b>C</b> – comprimento total dos canais (km). <b>A</b> – área total da bacia (km <sup>2</sup> ).	Varia inversamente com a extensão do escoamento superficial, fornecendo indicação da eficiência da drenagem da bacia. E afirma que estes índices podem variar de 0,5 km/km <sup>2</sup> , para bacia pobre, a 3,5 km/km <sup>2</sup> ou mais, para bacias bem drenadas (****).
Coefficiente de manutenção ( <b>Cm</b> ) m <sup>2</sup> /m	$Cm = \frac{1}{Dd} \times 1000$	<b>Dd</b> – densidade de drenagem (km/km <sup>2</sup> ).	Fornece a área mínima necessária para a manutenção de um metro de canal de escoamento (*).
Gradiente de canais ( <b>Gc</b> ) %	$Gc = \frac{A_{max}}{L} \times 1000$	<b>Amax</b> – altitude máxima(m). <b>L</b> – comprimento do canal principal (m).	É a relação entre a cota máxima e o comprimento do canal principal expresso em porcentagem. A sua finalidade é indicar a declividade dos cursos d'água (**).
Fator de forma ( <b>Kf</b> )	$Kf = \frac{A}{L^2}$	<b>A</b> – área total da bacia (km <sup>2</sup> ); <b>L</b> – Comprimento bacia (km)	O fator de forma é a relação entre a largura média e o comprimento axial da bacia hidrográfica (*)
Índice de sinuosidade ( <b>Is</b> )	$Is = \frac{L}{Dv}$	<b>L</b> – comprimento do canal principal (km). <b>dv</b> – distância vetorial entre os pontos extremos do canal principal (km).	Is = 1,0 – o canal tende a ser retilíneo. Is > 2,0 – canais tortuosos. Valores intermediários indicam formas transicionais, regulares e irregulares. A sinuosidade dos canais é influenciada pela carga de sedimentos pela compartimentação litológica, estruturação geológica e pela declividade dos canais (**).
Coefficiente de Compacidade ( <b>Kc</b> )	$Kc = \frac{0,28P}{\sqrt{A}}$	<b>A</b> – Área da bacia; <b>P</b> – Perímetro da bacia.	Coefficiente varia com a forma da bacia, independentemente de seu tamanho; bacia mais irregular maior será o seu coeficiente de compacidade; e um coeficiente mínimo igual a unidade correspondente a uma bacia circular, se os demais fatores forem iguais, quanto mais próximo da unidade for de Kc maior será a tendência a enchentes.(****)

Índice de circularidade (Ic)	$Ic = \frac{Mc}{Ml}$	<b>Mc</b> – Maior comprimento. <b>Ml</b> – Maior Largura.	Ic = 0,51 - escoamento moderado e pequena probabilidade de cheias rápidas. Ic > 0,51- bacia circular favorecendo os processos de inundação (cheias rápidas). Ic < 0,51- bacia mais alongada favorecendo o escoamento (*). Para índice igual à unidade (1), a bacia seria de forma circular.
---------------------------------	----------------------	--	---

(\*) Schumm 1956; (\*\*) Freitas 1952; (\*\*\*) Horton 1945; (\*\*\*\*) Villela e Mattos 1975, (\*\*\*\*\*) Christofolletti 1980. Fonte: Alves e Castro (2003) adaptado para este trabalho.

### 3. Resultados e Discussão

Os resultados obtidos possibilitaram aprofundar nos estudos de bacia hidrográfica através de um detalhamento elevado com uso do geoprocessamento de imagens, que elucidou informações pertinentes aos comportamentos geomorfológicos e hidrológicos da área estudada.

Com a base de dados apresentados foi gerado a área da microbacia através da imagem processada etapa que foi interpolada o que deu origem ao mapa de localização Figura 1, curvas de nível na escala 1:60.000, como também a rede de drenagem representada na Figura 2 além do mapa hipsométrico e topográfico Figura 3 e 4.

A geração da base de dados georreferenciadas possibilitaram maior consistência nos dados hidrológicos, morfométricos, planialtimétricos da microbacia auxiliando na delimitação e nos cálculos onde obteve os seguintes resultados: A microbacia hidrográfica do córrego dos Bois apresenta uma hierarquia fluvial de 3ª ordem apresentado na Figura 2. Com uma área total de 75,76 km<sup>2</sup>, um perímetro de 38,78 km e comprimento dos cursos d'água de 38,09 km, distribuídos por 9 canais que apresentam uma densidade de drenagem total de 0,50 km/km<sup>2</sup>. Isso representa um índice de escoamento superficial pobre, ou seja, o terreno total não possui um ótimo grau de infiltração (Villela e Mattos, 1975). O resultado da Densidade Hidrográfica foi de 0,119 canais por km<sup>2</sup> e o valor do Coeficiente de manutenção para uma área mínima necessária para a manutenção de um metro de canal de escoamento da bacia foi de 2000 m<sup>2</sup>/m. Tal índice classifica-a como baixa, indicando que a bacia é pobre em cursos d'água. Assim, deixa evidente que o escoamento superficial se processa de maneira pouco intensa e nos remete à escassa ocorrência de fontes geradoras de novos cursos. A forma da bacia apresenta um resultado de 0,40 que constitui um indicativo para a menor possibilidade de enchentes na bacia. O valor encontrado para o gradiente do canal principal foi de 13,87% de declividade. Com relação ao gradiente total da rede hidrográfica, o valor foi de 22,43% de declividade, considerando uma boa declividade do canal. O índice de sinuosidade da bacia hidrográfica do córrego dos Bois foi 1,38. Este valor indica que o canal tende a ser retilíneo a tortuoso.

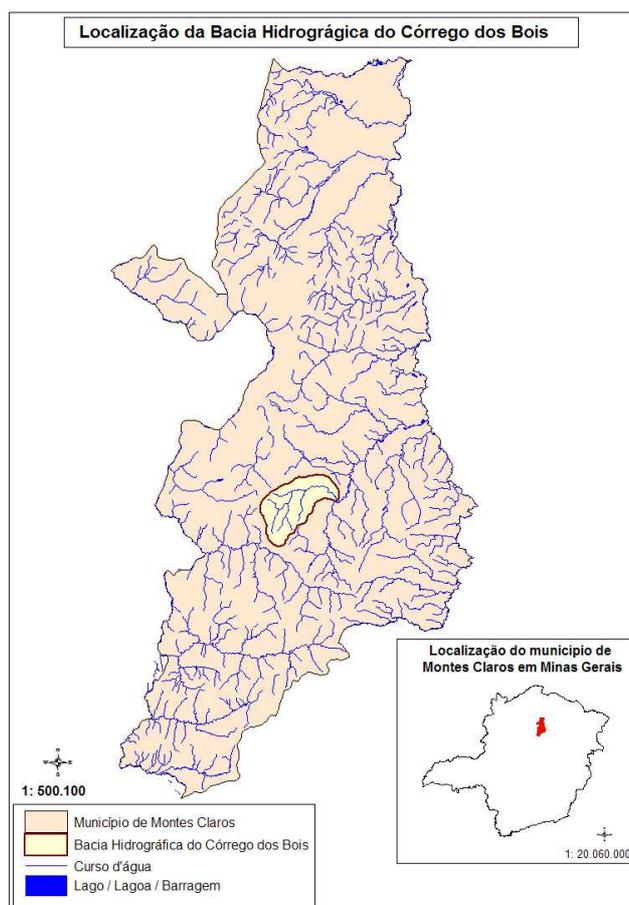


Figura 1. Localização do município de Montes Claros em Minas Gerais e a microbacia do córrego dos Bois.

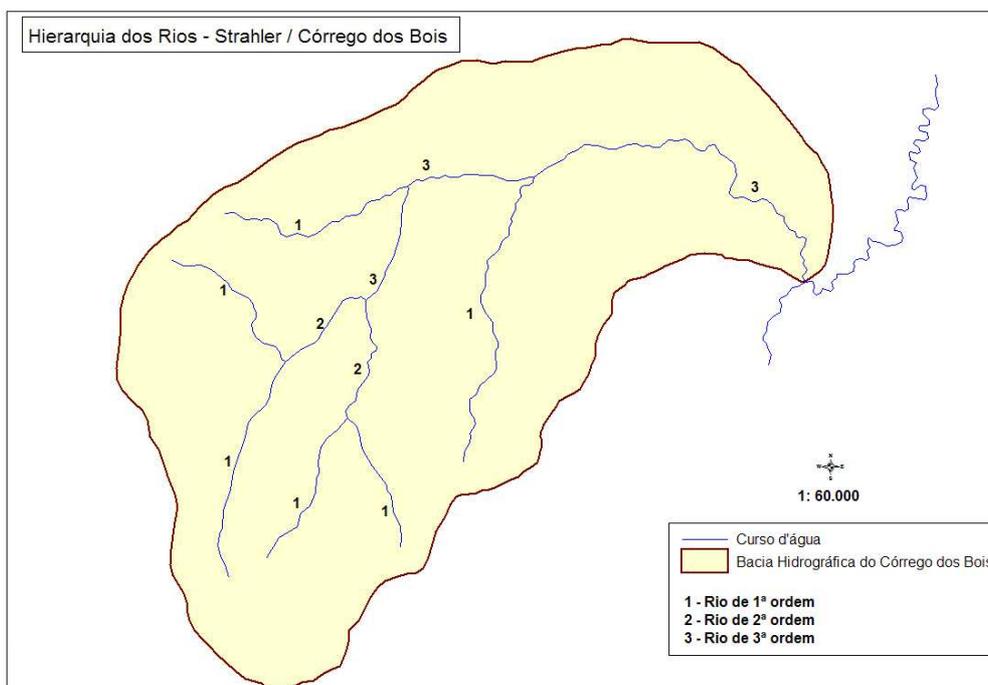


Figura 2. Mapa da hierarquização da rede de drenagem segundo a classificação de STRAHLER (1957).

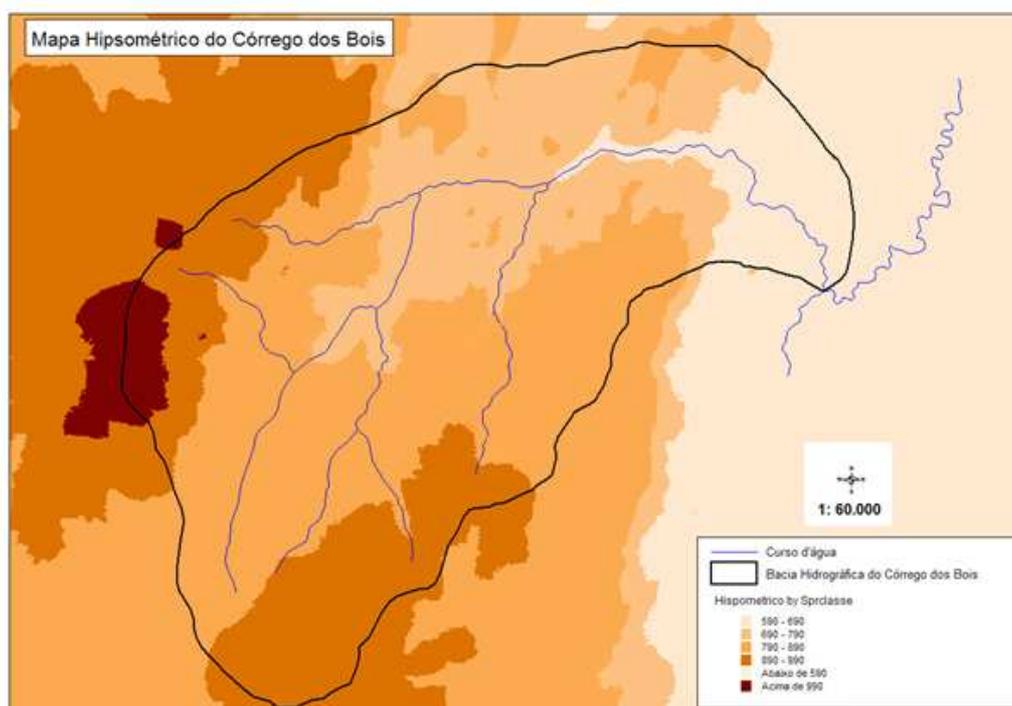


Figura 3. Mapa hipsométrico da microbacia do córrego dos Bois.

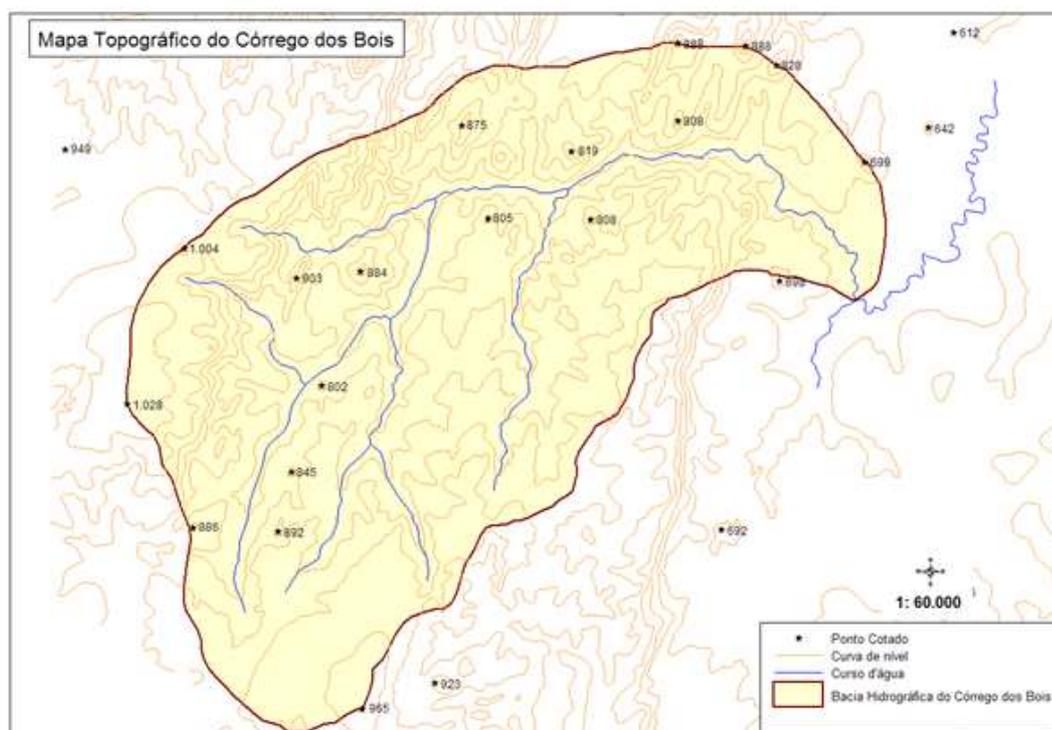


Figura 5. Mapa topográfico do Córrego dos Bois.

#### 4. Conclusão

O uso dos recursos provenientes das Geotecnologias para elaboração dos mapas e, posteriormente, para aquisição das medições da bacia apresentou-se como uma excelente ferramenta na execução de estudos morfométricos e delimitação de bacias hidrográficas, oferecendo uma rapidez na compreensão e avaliação das formas e da rede de drenagem.

A análise morfométrica, apresentou resultados que facilitaram a compreensão de forma integrada e dos processos hidrogeomorfológicos da área em estudo. Nesse sentido, evidencia-se que os terrenos da microbacia não apresentam um bom grau de infiltração, com relevo montanhoso no curso médio da bacia; ela comporta-se como uma bacia de forma retangular, além de ser alongada e possibilitar um maior escoamento superficial com uma menor tendência a enchentes.

A declividade da bacia hidrográfica interfere diretamente nos resultados da análise morfométrica, sendo importante o manejo de áreas com declividade mais acentuada, principalmente no curso médio da microbacia do Córrego dos Bois.

## Referências Bibliográficas

Alves, J.M.P.; Castro, P.T.A. Influência de feições geológicas na morfologia da bacia do rio do Tanque (MG) baseada no estudo de parâmetros morfométricos e análise de padrões de lineamentos. **Revista Brasileira de Geociências**, Volume 33, 2003.

Antoneli, V., Thomaz, E. L. Caracterização do Meio físico da Bahia do arroio Boa vista – Guamiranga – PR. Uberlândia: **Caminhos de Geografia**, v.8, n.21, 2007. p.46-58.

Carpi Junior, S. Processos erosivos, riscos ambientais e recursos hídricos na Bacia do Rio Mogi-Guaçu. 2001. 188 f. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, São Paulo. 2001.

Christofolletti, A. **Geomorfologia** 2ed. São Paulo: Edgard Blucher Ltda, 1974. 188 p.

Cunha, S. B.; Guerra, A. J. T. Degradação Ambiental in: Guerra, A. J. T.; Cunha, S. B. (org). **Geomorfologia e Meio Ambiente**.. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 3 ed. 2000. cap.7, p.337-347.

Guerra, A. J. T.; silva, A. S.; Botelho, R. G. M. (org). **Erosão e conservação dos solos conceitos, temas e aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 1999. 340p.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Disponível em< <http://mapoteca.cnps.embrapa.br/>>. Acesso em: 5 mai. 2008.

Freitas, R. O. Textura de drenagem e sua aplicação geomorfológica. São Paulo: **Boletim Paulista de Geografia**. v.11, 1952. p.53-57.

Filho, F.A.; Lima, E.F. Considerações morfométricas da bacia do rio Uberabinha – Minas Gerais - **Sociedade & Natureza, Uberlândia**, jun. 2007.

Horton, R. E. Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology. **Bulletin of the geological Society of América**, v. 56, p. 275-370, 1945.

Lana, C.E.; Alves, J.M.P.; Castro, P.T.A. Análise morfométrica da bacia do rio do Tanque, MG - Brasil. **Revista Escolar de Minas**, vol. 54, n°2, 2001.

Strahler, A.N. Quantitative analysis of watershed geomorphology. Transacions: **American Geophysical Union**, 1957.

Villela, S. M.; Mattos, A. **Hidrologia aplicada**. São Paulo: MacGraw-Hill do Brasil, 1975, 245p..