

CARLA CRISTINA DE OLIVEIRA SILVA

**CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO
CÓRREGO DO BOSQUE NO PARQUE ESTADUAL DE GRÃO MOGOL, MG**

Monografia apresentada ao curso de Especialização em Recursos Hídricos e Ambientais do Instituto de Ciências Agrárias – ICA da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Recursos Hídricos e Ambientais.

Orientador: Prof. Flávio Pimenta Figueiredo

Montes Claros

2013

Silva, Carla Cristina de Oliveira.
S586c Caracterização Morfométrica da Bacia Hidrográfica do Córrego do
2013 Bosque, no Parque Estadual de Grão Mogol, MG / Carla Cristina de
Oliveira Silva. Montes Claros, MG: ICA/UFMG, 2013.
36 f.: il.

Monografia apresentada ao curso de Especialização em Recursos Hídricos e Ambientais do Instituto de Ciências Agrárias pela Universidade Federal de Minas Gerais, 2013.

Orientador: Prof. Flávio Pimenta Figueiredo.

Banca examinadora: Flávio Gonçalves de Oliveira, Aneliza de Almeida Miranda Melo, Flávio Pimenta Figueiredo.

Inclui bibliografia: f. 35-36.

1. Análise morfométrica. 2. Córrego do Bosque. 3. Bacia hidrográfica. 4. Parque Estadual de Grão Mogol. I. Figueiredo, Flávio Pimenta. II. Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Agrárias. III. Título.

CDU: 556.1

Elaborada pela BIBLIOTECA COMUNITÁRIA DO ICA/UFMG

**CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO
CÓRREGO DO BOSQUE NO PARQUE ESTADUAL DE GRÃO MOGOL, MG**

Aprovada em 19 de Dezembro de 2013.

Prof. Flávio Gonçalves de Oliveira
(ICA/UFMG)

Prof.^a Aneliza de Almeida Miranda Melo
(IEF-MG)

Prof. Flávio Pimenta Figueiredo
Orientador (ICA/UFMG)

Montes Claros
2013

*Dedico
esse trabalho ao meu pai Álvaro Artur da
Silva, popularmente conhecido como
Alvinho. A sua simplicidade e honestidade
foram certamente a luz que iluminou o meu
caminho. Seu amor profundo e suas
palavras de incentivo me foram o descanso
necessário entre uma etapa e outra . Seus
exemplos de homem trabalhador e
dedicado me serviram de energia para que
eu conseguisse chegar até o fim. E
cheguei! Ofereço essa obra a você, meu
amado pai, obra essa que representa a
realização de um sonho meu, que também
se fez ser seu.*

AGRADECIMENTOS

A Deus, inteligência máxima e absoluta, símbolo de amor incondicional. Meu inseparável e eterno orientador.

Agradeço imensamente a Chefe Regional do IEF Dr^a Aneliza de Almeida Miranda Melo, por me levantar inúmeras vezes quando pensei em desistir. Por acreditar na minha capacidade e, principalmente, por me fazer reconhecê-la.

Ao meu orientador, Prof. Flávio Pimenta, pela dedicação de seu tempo, pelo apoio, incentivo e contribuições imensuráveis. Por sempre me motivar.

Ao Prof. Flávio Gonçalves de Oliveira do Departamento de Hidráulica da UFMG por compartilhar suas experiências e seus conhecimentos, pelas exigências que me fizeram superar tantos desafios.

As minhas amigas Eliana Parrela, Elisângela Mota, Dr^a Ivana Parrela e D. Aramita Barral, por terem aberto não só a porta de seus corações, mas também de seus lares, dando-me o conforto, amparo e colo fraterno, imensamente importantes pra mim. Verdadeiros afagos pra minha alma.

Ao Sr. Sebastião, sua esposa D. Tula e seus filhos, os quais considero minha família, por tantos finais de semana de extrema alegria e por acompanharem minha luta.

Aos meus irmãos Cláudia, Juninho e Eduardo; meus filhos Felipe e Júlia pelo reconhecimento dos meus esforços e apoio constante.

A minha equipe do Parque Estadual de Grão Mogol pela compreensão, paciência e companheirismo diários.

A todos que, direta ou indiretamente, estiveram comigo nessa jornada, torcendo pelo meu sucesso. Em especial, meu pai Álvaro Artur a quem dedico esse trabalho.

Minha eterna gratidão...

“O AMOR É O BEM MAIOR”.

RESUMO

Este trabalho apresenta um estudo da caracterização física por meio da análise morfométrica da bacia do Córrego do Bosque, inserida no Parque Estadual de Grão Mogol, no município de Grão Mogol. O córrego do Bosque é um dos principais recursos hídricos do Parque Estadual de Grão Mogol, que por sua vez desempenha um papel estratégico na recarga hídrica do município e na conservação da biodiversidade local. Os índices morfométricos foram obtidos por meio do uso de cartas topográficas, imagem de satélites, equações e *softwares* especializados. A caracterização da bacia resulta índices de relações numéricas de diferentes atributos permitindo avaliar suas inter-relações e realizar uma análise hídrica mais consistente. Os parâmetros morfométricos indicaram que a bacia hidrográfica em estudo possui forma circular ($I_c=0,64$), com maior suscetibilidade a enchentes, comprovados pelo fator de forma (0,59) e coeficiente de compacidade (1,24), os quais reforçam a tendência mediana a enchentes, em que estas, se ocorrerem, poderão ser de grande vulto. Os resultados obtidos conduzem à eficiência na interpretação ambiental da Unidade de Conservação e, naturalmente, à melhor efetividade na sua gestão. Este estudo também poderá contribuir para a elaboração do planejamento de manejo da Unidade.

Palavras-chave: Análise morfométrica. Córrego do Bosque. Bacia hidrográfica. Parque Estadual de Grão Mogol.

ABSTRACT

This paper presents a study of the physical characterization through morphometric analysis of the Bosque Stream basin, inserted into the GrãoMogol State Park, in the city of GrãoMogol. Bosque Stream is one of the main sources of water of GrãoMogol State Park, which in turn plays a strategic role in the city water recharge and conservation of local biodiversity. The morphometric indexes were obtained through the use of topographic maps, satellite image, equations, and specialized *software*. The characterization of the basin results in relationships of numerical indexes of different attributes, allowing us to evaluate their inter-relationships and perform a more consistent water analysis. The morphometric parameters indicated that the hydrographic basin under study has circular shape ($I_c = 0.64$), with increased susceptibility to flooding, as evidenced by the form factor (0.59) and the coefficient of compactness (1.24), which reinforce the medium tendency to flooding, in which these, if they occur, may be huge. The results suggest the efficiency in environmental interpretation of the Conservation Unity and, obviously, the improved effectiveness in its management. This study may also contribute to the elaboration of the unit management plan.

Keywords: Morphometric analysis. Stream in the Woods. Watershed. Mughal State Park.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 -	Área de estudo.....	15
FIGURA 2 -	Mapa da rede de drenagem.....	24
FIGURA 3 -	Hierarquização dos canais.....	26
QUADRO 1 -	Fórmulas, definições e significados de parâmetros fisiográficos para caracterização da sub-bacia Córrego do Bosque.....	20
QUADRO 2-	Análise da rede de drenagem a bacia do Córrego do Bosque.....	25
QUADRO 3 -	Valores obtidos das características físicas da sub-bacia hidrográfica do Córrego do Bosque.....	27
QUADRO 4 -	Parâmetros morfométricos da bacia do Córrego do Bosque.....	29

LISTA DE TABELAS

1	Índice de sinuosidade em porcentagem.....	29
----------	--	-----------

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AW	Clima tropical chuvoso
Cm	Coeficiente de manutenção
Dd	Densidade de drenagem
Dh	Densidade hidrográfica
Gc	Gradiente de canais
IBGE	INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA
Ic	Índice de circularidade
IEF	INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS
Is	Índice de Sinuosidade
Kc	Coeficiente de compacidade
Kf	Fator de forma
Km²	Quilômetro quadrado
Rr	Relação de relevo

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
2	MATERIAL E MÉTODO.....	13
2.1	Caracterização da Área de Estudo.....	13
2.2	Parâmetros Fisiográficos.....	16
2.2.1	Área de drenagem ou área da bacia.....	17
2.2.2	Delimitação da bacia hidrográfica e perímetro.....	17
2.2.3	Maior extensão ou comprimento axial da bacia.....	18
2.2.4	Maior largura.....	18
2.2.5	Comprimento do canal principal.....	18
2.2.6	Hierarquização de canais de drenagem.....	18
3	RESULTADOS.....	24
4	DISCUSSÃO.....	30
5	CONCLUSÃO.....	33
	REFERÊNCIAS.....	35

1 INTRODUÇÃO

As características físicas de uma bacia possuem importante papel nos processos do ciclo hidrológico, influenciando, dentre outros, a infiltração, a quantidade de água produzida como deflúvio, a evapotranspiração e os escoamentos superficial e sub-superficial. Segundo (ALVES; CASTRO, 2003), os parâmetros físicos de uma bacia hidrográfica podem revelar indicadores físicos específicos para determinado local, de forma a qualificarem as alterações ambientais.

A caracterização fisiográfica de uma bacia hidrográfica consiste na descrição sucinta dos fatores topográficos, geomorfológicos e na determinação de coeficientes definidores de forma, drenagem, compacidade, sinuosidade, circularidade, entre outros. Para entender as inter-relações existentes entre esses fatores de forma e os processos hidrológicos de uma bacia hidrográfica, torna-se necessário expressar as características da bacia em termos quantitativos.

Cabe ressaltar, que nenhum desses parâmetros fisiográficos deve ser entendido como capaz de simplificar a complexidade dinâmica da bacia hidrográfica, a qual, inclusive, tem magnitude temporal (BARROS, 2005). As civilizações adotaram modelos de desenvolvimento econômico sem considerar a fragilidade e a importância do ambiente terrestre. Os impactos ambientais causados acabam por comprometer, cada vez mais, os recursos naturais, ocasionando diversos eventos que comprometem os padrões de qualidade da vida humana, afetando, diretamente, as florestas, que são um elo para as mais diferentes dinâmicas ambientais, tais como: os ciclos hidrológicos, a biodiversidade, os solos e o clima, regulados na teoria de uso inesgotável dos recursos (MIRANDA, 2011).

Uma melhor compreensão desse processo ambiental, bem como do espaço onde ele acontece, poderá proporcionar subsídios técnicos no planejamento das ações mitigadoras, principalmente em áreas especialmente protegidas, como nas Unidades de Conservação.

Nessa vertente, o objetivo desse trabalho é apresentar a caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do Córrego do Bosque, visando utilizar os resultados para ampliar o conhecimento da área em estudo, identificar seu potencial e suas fragilidades, permitindo melhor efetividade no processo de gestão da Unidade de Conservação Parque Estadual de Grão Mogol.

2 MATERIAL E MÉTODO

2.1 Caracterização da Área de Estudo

A área de estudo é a sub-bacia hidrográfica do Córrego do Bosque localizada entre as coordenadas 16°20'30.03"S a 16°30'28.14"S e 42°53'40.97"O a 42°46'52.76"O dentro do Parque Estadual de Grão Mogol, Unidade de Conservação de Proteção Integral, no município de Grão Mogol.

O Parque Estadual Grão Mogol, localizado no município de mesmo nome, região norte do Estado, foi criado pelo Decreto Estadual 39.906, de 22 de setembro de 1998, com área de 33.324.72 e alterado pelo decreto 45243 de 14 de dezembro de 2009 ficando com área de 28.404.4870 ha.

A unidade de conservação cumpre importante função de proteção de mananciais hídricos que abastecem a Bacia Hidrográfica do Rio Jequitinhonha. A extensa rede de nascentes e pequenos cursos d'água serve ao uso de uma grande quantidade de propriedades rurais, às comunidades localizadas em seu entorno e à sede do município de Grão Mogol. Além da relevância da área para a proteção de mananciais, o Parque funciona também como um laboratório para realização de pesquisas referentes à fauna e flora.

A sub-bacia hidrográfica do Córrego do Bosque é de grande importância estratégica para a Região Central do Parque Estadual de Grão Mogol, por se tratar de um manancial de abastecimento de moradores da Unidade de Conservação que ainda necessitam exercer suas atividades de agricultura de subsistência e pecuária extensiva (criação de gado na “solta”). Percorrendo pontos estratégicos da Unidade de Conservação, o Córrego do Bosque destaca-se por seu potencial de sustentabilidade da flora e fauna existentes, e seus afluentes permeiam as principais chapadas da Unidade: Chapada do Bosque, Chapada do Bosquinho e Chapada do Cardoso.

Inserida no bioma Cerrado, a sub-bacia hidrográfica do Córrego do

Bosque apresenta tipologias vegetais de cerrado *latu sensu*, mata estacional semi-decidual (localizadas ao longo dos fundos de vales, mais úmidos), alguns fragmentos de floresta estacional decidual, veredas e campos altimontanos. Há que se chamar atenção para o potencial turístico da área, principalmente em função das paisagens de enorme beleza cênica, com grande quantidade de cachoeiras, reafirmando o potencial hídrico da unidade e justificando a motivação do estudo hidrológico da Unidade de Conservação, especificamente a sub-bacia do Córrego do Bosque.

Quanto ao tipo de clima, segundo a classificação bioclimática de (KÖPPEN, 1931), a região enquadra-se no tipo climático AW – clima tropical chuvoso, com inverno seco. Em termos gerais, pode-se dizer que a temperatura média anual varia de 21 a 25 °C, com média mínima do mês mais frio entre 15 e 20°C, e média máxima do mês mais quente entre 28 e 32° C.

A precipitação obedece a períodos bem definidos de ocorrência, com média anual entre 900 e 1200 mm, distribuídos no verão, entre os meses de novembro e fevereiro. Durante o período mais seco, que abrange os meses de junho a setembro, a evapotranspiração potencial se eleva a valores de 1100 a 1250 mm e conduzem a déficit hídrico entre 90 e 210 mm anuais.

ÁREA DE ESTUDO DA BACIA Córrego do Bosque

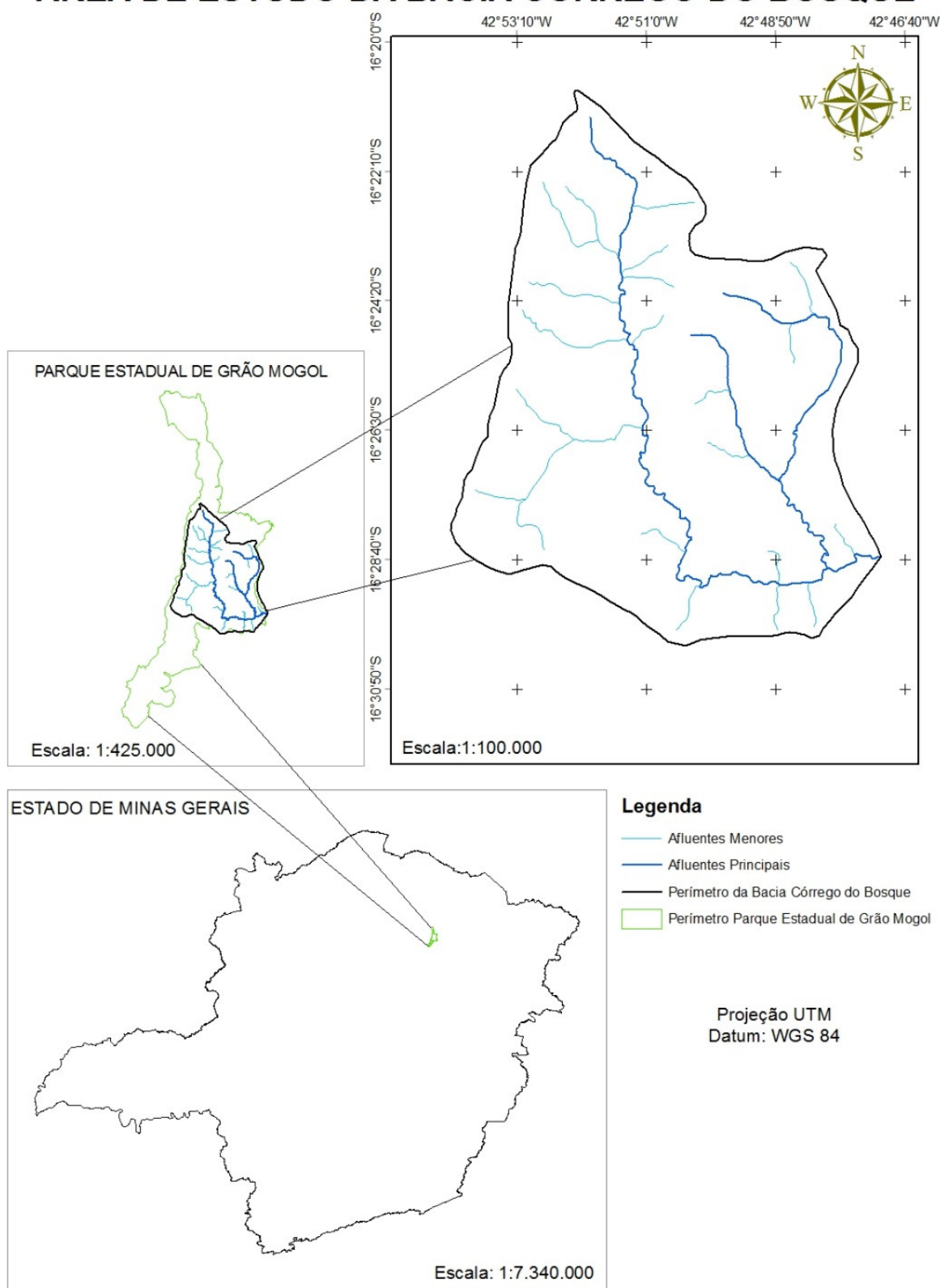


FIGURA 1 - Área de estudo
Fonte: IBGE.

2.2 Parâmetros Fisiográficos

Na determinação dos principais fatores físicos da bacia, área de drenagem e perímetro, utilizou-se cartas geográficas. A sub-bacia do Córrego do Bosque está inserida em duas cartas geográficas. O extremo sul do Parque está localizado na Carta Geográfica do Município de Grão Mogol FOLHA SE-23-X-B-V, MI2309, Fonte: IBGE Região Sudeste do Brasil, escala 1:100.000. As demais regiões da Unidade, inclusive a área objeto desse estudo, encontra-se na Carta Geográfica do Município de Padre Carvalho FOLHA SE-23-X-B-B-II, MI 2269, fonte: IBGE Região Sudeste do Brasil, escala 1:100.000.

Para a realização deste trabalho implantou-se duas estratégias de estudos. Um deles foi o levantamento cartográfico para: cálculos da área da bacia, perímetro, maior extensão, maior largura, comprimento vetorial do canal principal, altitudes máxima, média e mínima da bacia, (utilizando-se planímetro, curvímetro e régua específica escala 1:100.000); o outro foi um sistema de informação geográfica, no caso, o *softwareTrackmaker Pro* versão 13.8, que auxiliou no processo de delineamento dos cursos d'água, obtendo-se, desta forma, as características dimensionais da sub-bacia. Para geração dos mapas demonstrativos utilizou-se o *softwareArqmap* 9.3 e para a delimitação da bacia, o *softwareTerraViewHidro* 0.2.7. Para cálculo da área da sub-bacia, utilizou-se o planímetro e para definição do perímetro da bacia, o curvímetro.

Para uma melhor compreensão dos parâmetros fisiográficos, utilizou-se o *softwaretrackmaker* para dimensionar: comprimento total dos canais, comprimento vetorial do canal principal, número total de canais, comprimento dos afluentes da margem direita, comprimento dos afluentes da margem esquerda, altitude máxima (nascente) do canal principal, altitude mínima do canal principal, altitude média do canal principal, altitude no exutório, desnível da nascente ao exutório, altitude máxima da bacia, altitude mínima da bacia e altitude média da bacia (QUADRO 3).

2.2.1 Área de drenagem ou área da bacia

Área de drenagem ou área da bacia compreende toda a área drenada pelo conjunto do sistema fluvial entre seus divisores topográficos que convergem para um único ponto da bacia, projetada em um plano horizontal. A área de drenagem de uma bacia hidrográfica é a área plana numa projeção horizontal entre seus divisores topográficos, sendo um elemento básico para o cálculo das outras características físicas da bacia (VILLELA; MATTOS, 1975).

Desta forma, os divisores de água da bacia de drenagem são indicados pela topografia do terreno, podendo-se utilizar a carta topográfica como instrumento de delimitação (NETTO; AVELAR, 2002).

2.2.2 Delimitação da bacia hidrográfica e perímetro

Bacia hidrográfica, segundo (ARGENTO; CRUZ, 2002), é o conjunto de terras drenadas por um rio principal e seus afluentes. A delimitação é considerada pelas linhas divisoras de água demarcadas em seu contorno. As linhas são definidas pelas conformações das curvas de níveis existentes na carta topográfica e ligam os pontos mais elevados da região em torno da drenagem considerada.

Segundo NETTO; AVELAR, 2002), a topografia é marcada por linhas que unem pontos de relevo de igual elevação, linhas essas chamadas de curvas de nível e que devem cortar perpendicularmente o eixo das curvas que cortam os topo de elevação e seguir encostas abaixo pelo eixo das convexidades do terreno, vistas em planta através das curvas de nível que mais se aproximam das cotas inferiores.

(CHRISTOFOLETTI, 1974), define que o perímetro da bacia constitui o comprimento da linha imaginária ao longo de todo o divisor de águas da bacia.

2.2.3 Maior extensão ou comprimento axial da bacia

O maior diâmetro de uma bacia hidrográfica corresponde ao ponto mais distante do perímetro cabeceira(lugar onde se inicia nos mapas que é representado pela cor azul) até o exutório em linha reta. O valor do diâmetro representa o comprimento axial da bacia (FILHO; LIMA, 2007).

2.2.4 Maior largura

A maior largura da bacia é definida como o maior afastamento entre as margens esquerda e direita do rio principal, em linha reta até que coincida com a linha do perímetro, transversal à direção geral do rio principal (FIG. 3) (FILHO; LIMA, 2007).

2.2.5 Comprimento do canal principal

O comprimento do canal principal é a distância que se estende ao longo do seguimento fluvial (trecho do rio que permanece constante), desde a desembocadura (exutório) até a nascente. Segundo (HORTON, 1945*apud* CHRISTOFOLETTI, 1980), o problema reside em decidir qual será o canal principal da bacia a partir da última bifurcação. Para resolver esta questão podem ser usados os seguintes critérios:

- O canal de ordem superior corresponde ao canal principal;
- Em cada bifurcação, a partir do exutório, optar pelo ligamento de maior extensão;
- Quando os canais possuírem o mesmo ângulo, o canal de menor extensão é designado de ordem mais baixa.

2.2.6 Hierarquização de canais de drenagem

A ordenação dos canais fluviais da bacia é ponto de partida para análise. O objetivo da ordenação é promover a hierarquização dos cursos d'água.

O sistema de (HORTON, 1945) modificado por (STRAHLER, 1952), considera todo curso sem tributário como sendo de primeira ordem, ou seja, começa-se a numerar todos os cursos d'água, a partir da nascente, de montante para jusante, colocando em ordem 1 os trechos antes de qualquer confluência. A junção de dois cursos d'água de primeira ordem forma outro de ordem imediatamente superior, o de segunda ordem. A junção de cursos d'água de segunda ordem dá lugar à formação de um curso d'água de terceira ordem e assim sucessivamente(VILLELA; MATTOS, 1975).

Os valores apresentados em “Características da Sub-bacia” (QUADRO 4), em termos quantitativos, foram aplicados nas equações apresentadas no (QUADRO 1). Desta forma, obtivemos os parâmetros morfométricos da sub-bacia do Córrego do Bosque:Densidade de Drenagem, Densidade Hidrográfica, Fator de Forma, Gradiente de Canais, Relação de Relevo, Coeficiente de Manutenção, Índice de Sinuosidade, Coeficiente de Compacidade e Índice de Circularidade.

QUADRO 1

Fórmulas, definições e significados de parâmetros fisiográficos para caracterização da sub-bacia Córrego do Bosque

PARÂMETROS DA BACIA	EQUAÇÃO DEFINIÇÃO	SIGNIFICADO
Densidade de Drenagem (Dd) Km/km²	$Dd = \frac{C}{A}$ C=comprimento total dos canais (km) A= área total da bacia (km²)	Varia inversamente com a extensão do escoamento superficial, fornecendo indicação de eficiência da drenagem da bacia. Estes índices podem variar de 0,5 km/km², para bacia pobre, a 3,5 km/km² ou mais, para bacias bem drenadas (VILLELA; MATTOS, 1975). A densidade de drenagem indica eficiência da drenagem da bacia. A bacia tem a maior eficiência de drenagem quanto maior for essa relação.
Densidade Hidrográfica (Dh) Canais/km²	$Dh = \frac{n}{A}$ n= número de canais A= área total da bacia (km²)	Expressa o número de canais existentes em cada km² da bacia hidrográfica, indicando o potencial hídrico da região (FREITAS, 1952). Potencial para gerar novos cursos de água (HORTON, 1945).

continua ...

continuação...

Fator de Forma (Kf) L = $\frac{\bar{L}}{L_{ax}}$ L = largura média da bacia (km) Lax = comprimento axial da bacia (km) Gradiente de canais (Gc) % Amax = altitude máxima(m) L = comprimento do canal principal (m) Relação de Relevô (Rr) m/km a = $\frac{a}{L}$ a = amplitude altimétrica (m) L = comprimento do canal principal (km) Coeficiente de manutenção (Cm) m²/m Cm = $\frac{I}{Dd} \times 100$ Dd = densidade de drenagem (km/km²) Expressa a relação entre a largura média da bacia e o seu comprimento axial (SCHUMM, 1956). Pode assumir os seguintes valores: 1,00 – 0,75 : sujeito a enchentes 0,75 – 0,50 : tendência mediana < 0,50 : menor tendência a enchentes 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 (HORTON, 1945). Estabelece a relação entre a diferença de altitudes máxima e mínima na bacia e o comprimento total da bacia ao longo do canal principal (SCHUMM, 1956). Fornece a área mínima necessária para a manutenção de um metro de canal de escoamento (SCHUMM, 1956).

continua...

continuação...

Índice de Sinuosidade %	de	$Is = \frac{100(L - Ev)}{L}$ L= comprimento do canal principal (km) Ev = comprimento do canal em linha reta	A sinuosidade dos canais é influenciada pela carga de sedimentos pela compartimentação litológica, estruturação geológica e pela declividade dos canais (HORTON, 1945).
Coeficiente de Compacidade (Kc)	de	$Kc = \frac{0,28P}{\sqrt{A}}$ A= área da bacia (km²) P= Perímetro da bacia (km)	O coeficiente varia com a forma da bacia, independentemente de seu tamanho; quanto mais irregular for a bacia, maior será o seu coeficiente de compacidade; e um coeficiente mínimo igual à unidade correspondente a uma bacia circular, se os demais fatores forem iguais, quanto mais próximo a unidade for de Kc, maior será a tendência a enchentes (VILLELA; MATTOS, 1975). Assim, pode-se interpretá-lo da seguinte forma: 1,00 – 1,25 = bacia com alta propensão a grandes enchentes 1,25 – 1,50 = bacia com tendência mediana a grandes enchentes > 1,50 = bacia com menor propensão a grandes enchentes

**Índice
Circularidade**

de

$$I_c = \frac{12,57 \times A}{P^2}$$

(Ic)

A = área de drenagem (km²)

P= Perímetro da bacia (km)

O índice de circularidade tende para a unidade à medida que a bacia aproxima-se da forma circular e diminui à medida que a forma se torna alongada.

Fonte: (ALVES; CASTRO, 2003), adaptado e (CARDOSO *et al.*, 2006).

3 RESULTADOS

A sub-bacia hidrográfica do Córrego do Bosque apresenta área de 127,95 km² e perímetro total de 50,00 km.

A sub-bacia hidrográfica em estudo apresenta hierarquia fluvial de 4^a ordem (FIG. 3) e (QUADRO 3).

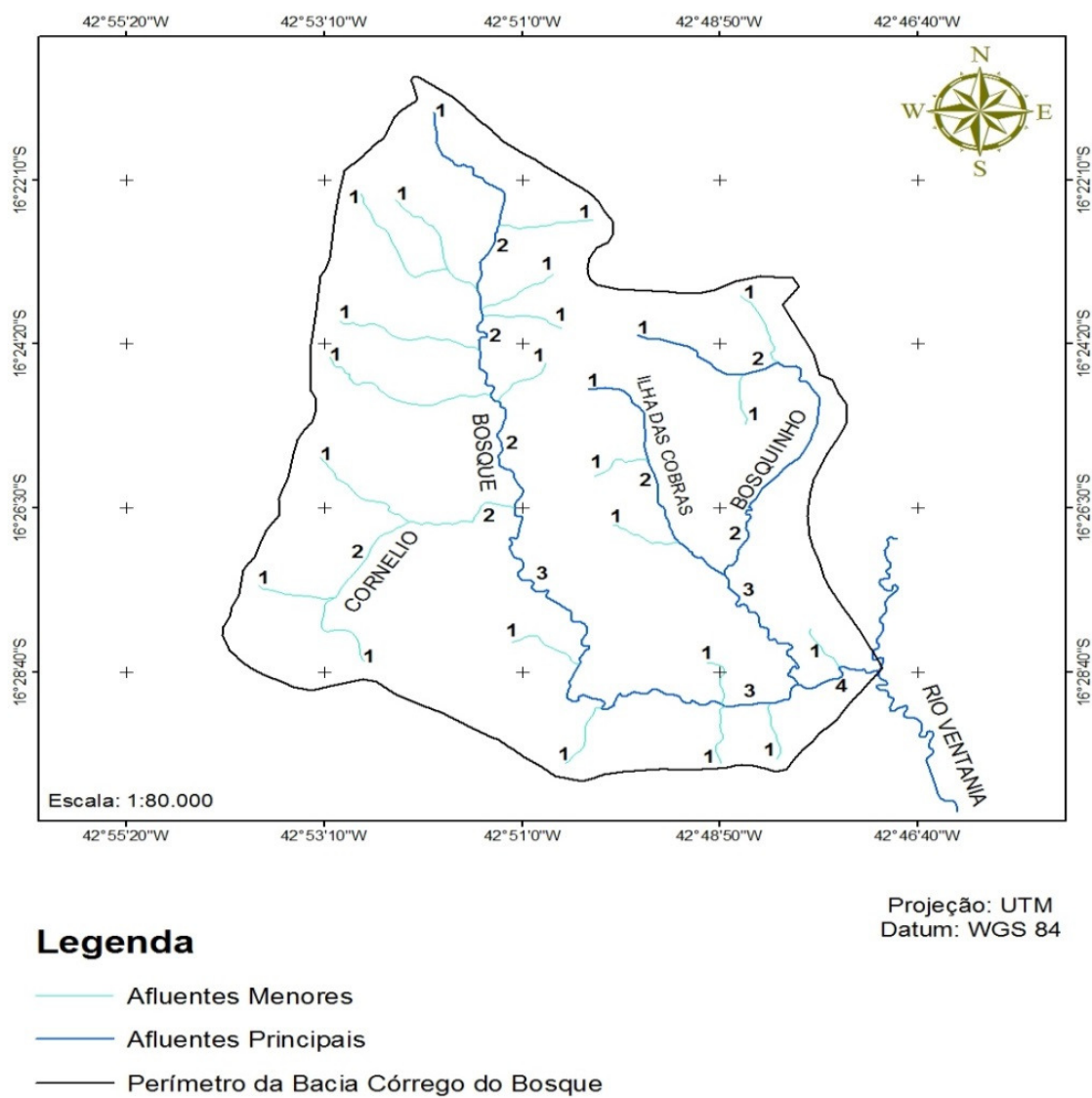


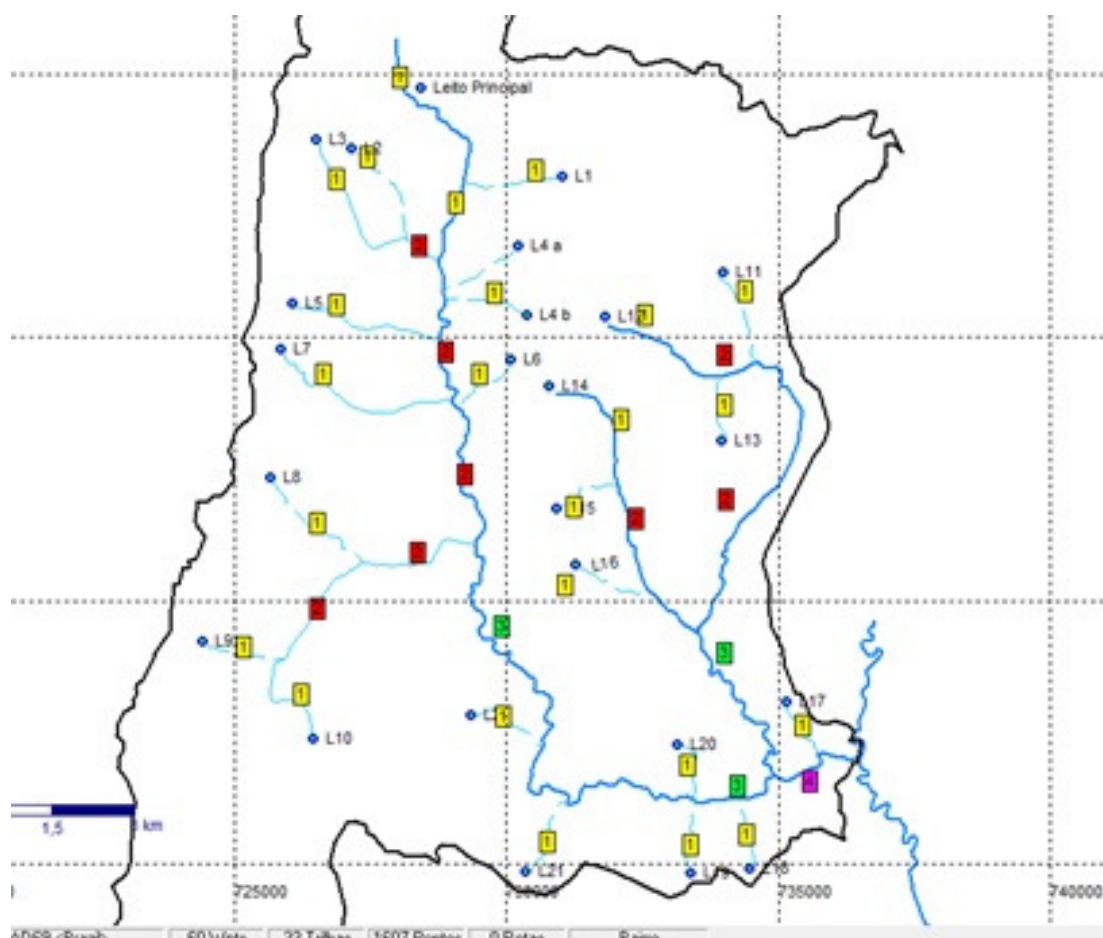
FIGURA 2 - Mapa da rede de drenagem

O comprimento total dos canais, ou seja, a rede de drenagem da bacia é de 91,64 km, distribuídos por 24 canais (FIG. 2) e (QUADRO 2).

QUADRO 2

Análise da rede de drenagem da bacia do Córrego do Bosque

Nº CANAIS	AFLUENTES	EXTENSÃO (metros)	NOME	MARGEM D=Direita E=Esquerda
1	L 1	1.880		D
2	L 2	2.148		E
3	L 3	3.825	Córrego Bom Despejo	E
4	L 4a	1.645		D
5	L4b	1.685		D
6	L 5	3.037	Córrego da Invernada	E
7	L 6	1.416		D
8	L 7	3.910	Córrego Elias	E
9	L 8	2.486		E
10	L 9	1.563		E
11	L 10	7.084	Córrego do Cornélio	E
12	L 11	1.889		D
13	L 12	13.739	Córrego Bosquinho	D
14	L 13	1.241		D
15	L 14	5.933	Córrego Ilha das Cobras	D
16	L 15	1.274		D
17	L 16	1.449		D
18	L 17	1.191		D
19	L18	1.396		E
20	L19	1.508		E
21	L20	1.302		D
22	L21	1.650		E
23	L22	1661		E
24	Leito Principal	26.735	Córrego do Bosque	
TOTAL (metros)		91.647		D=12; E=11



Onde: ordem = 1 ordem = 2 ordem = 3 ordem = 4 e
L= Leitos

FIGURA 3 - Hierarquização dos Canais

QUADRO 3

Valores obtidos das características físicas da sub-bacia hidrográfica do
Córrego do Bosque

1	Área da Bacia	127,95 km ²
2	Perímetro	50 km
3	Ordem da Bacia	4 ^a
4	Maior Extensão ou comprimento axial da bacia	16,7 km
5	Maior Largura	14,3 km
6	Largura Média da Bacia	9,84 km
7	Comprimento do Canal Principal	26,73 km
8	Comprimento total dos canais	91,64 km
9	Comprimento Vetorial do Canal Principal	15,8 km
10	Número total de canais	24
11	Comprimento da malha fluvial	91,64 km
12	Comprimento dos afluentes da margem direita	34,64 km
13	Comprimento dos afluentes da margem esquerda	30,27 km
14	Altitude Máxima(nascente) canal principal	1.181 m
15	Altitude Mínima canal principal	520 m
16	Altitude Média canal principal	850,20 m
17	Altitude no exutório	520 m
18	Desnível da nascente ao exutório	661 m
19	Altitude Máxima da bacia	1.299 m
20	Altitude Mínima da bacia	550 m
21	Altitude Média da bacia	924,50 m

A densidade de drenagem encontrada foi de 0,72 km de curso d'água por km², considerada por (VILLELA; MATTOS, 1975) como uma bacia pobre em drenagem.

O índice de densidade hidrológica é a relação existente entre o número de rios ou cursos d'água e a área da bacia hidrográfica. O índice encontrado,

através da equação (QUADRO 2), foi de 0,19 canais/km² e, de acordo com (RESCK, 1992), é um índice considerado baixo e representa menos de um curso d'água por km².

Para definição da forma da bacia, calculou-se o índice de fator de forma (Kf), que é a relação entre a largura média da bacia e o seu comprimento axial. O índice encontrado de 0,58 constitui um indicativo de uma tendência mediana de enchentes na bacia, se comparada a outra de mesmo tamanho, mas que tenha um fator de forma maior (QUADRO 4).

Outro parâmetro morfométrico analisado, que reafirma o resultado do fator de forma, foi o coeficiente de compacidade (Kc) que apresentou o valor de 1,24 (QUADRO 3). Quanto mais próximo da unidade for este coeficiente, mais a bacia se assemelha a um círculo. Portanto, a bacia hidrográfica apresenta um certo alongamento, porém tendendo para o circular, demonstrando que área estudada está sujeita a grandes enchentes. Além disso, o índice de circularidade (Ic) foi de 0,64, que é outro indicador de confirmação da bacia ser suscetível a enchentes (TAB. 1).

O índice da relação de relevo é de 28,02 m/km, definindo, em parte, a velocidade de escoamento (TAB. 1). Quanto maiores forem os valores, mais rápido é o escoamento, reduzindo o acúmulo de água na bacia.

O coeficiente de manutenção, ou seja, a área mínima necessária para a manutenção de um metro de canal de escoamento da bacia é de 138,89 m² de área preservada para sua sustentabilidade (TAB. 1).

Já o índice de sinuosidade da bacia hidrográfica do córrego do Bosque foi de 40,89%. Este valor indica que o canal tende a ser mais tortuoso, conforme a (TAB. 1), (CHRISTOFOLETTI, 1980).

TABELA 1

Índice de sinuosidade em porcentagem

Classe	Tipo	%
I	Muito reto	< 20%
II	Reto	20 a 29,9 %
III	Divagente	30 a 39,9%
IV	Sinuoso	40 a 49,9%
V	Muito sinuoso	> 50%

QUADRO 4

Parâmetros morfométricos da bacia do Córrego do Bosque

Área da Bacia	127,95 km ²
Perímetro	50,00 km
Densidade de Drenagem (km/km ²)	0,72
Densidade hidrológica (rios/km ²)	0,19
Fator de Forma (Kf)	0,59
Gradiente de canais	44,18 %
Relação de Relevo	28,02 m/km
Coeficiente de Manutenção(m ² /m)	138,89
Índice de Sinuosidade (%)	40,89
Coeficiente de Compacidade (Kc)	1,24
Índice de Circularidade	0,64

4 DISCUSSÃO

Este estudo teve como finalidade caracterizar a bacia hidrográfica do Córrego do Bosque e sua respectiva rede de drenagem, tendo em vista a carência de estudos hídricos relacionados a essa área.

O valor da densidade de drenagem encontrado indica que a bacia hidrográfica do Córrego do Bosque tem deficiência de drenagem, pois aproxima-se do índice apresentado por (VILLELA; MATTOS, 1975), os quais consideram pobre uma bacia com Dd equivalente a $0,5 \text{ km/km}^2$.

Compreenderemos melhor se compararmos a bacia do Córrego do Bosque com a bacia hidrográfica do Córrego do Malheiro, no município de Sabará-MG, que apresentou índice de densidade de drenagem bem superior à bacia em estudo e, por isso, considerada detentora de uma média capacidade de drenagem. Segundo (CARVALHO, 2009), o valor médio obtido desse parâmetro para a bacia hidrográfica do Malheiro está associado à inexistência de afloramentos rochosos na bacia e à boa distribuição do regime de chuvas durante o ano (outubro a março). (CARVALHO, 2009) explica ainda que os valores baixos de densidade de drenagem estão geralmente associados a regiões de rochas permeáveis e de regime pluviométrico caracterizados por chuvas de baixa intensidade ou pouca concentração de precipitação. Logo, podemos compreender que há uma tendência para a bacia do Jequitinhonha e de suas bacias possuírem baixa densidade de drenagem por apresentarem as características citadas por esse autor.

Outros parâmetros que devem ser analisados para melhor compreensão do comportamento de uma bacia são o fator de forma e o coeficiente de compacidade. A rede de drenagem da Bacia do Córrego do Bosque tem um comportamento de escoamento superficial pertinente a uma bacia de forma circular, permitindo um escoamento superficial mais rápido, podendo considerar que seja uma bacia com maior suscetibilidade a enchentes. O fator de forma encontrando para esta bacia indica que ela terá

tendência mediana a enchentes, enquanto o resultado do coeficiente de compacidade (K_c) sinaliza que há alta tendência a grandes enchentes.

Como o fator de forma expressa uma tendência a enchentes (mas não diz respeito à grandeza desta enchente) e o coeficiente de compacidade expressa a dimensão da cheia, entendemos que esses índices são complementares. Desta forma, a Bacia do Córrego do Bosque, com base nos resultados encontrados, apresentou uma tendência mediana a enchentes. Se estas ocorrerem, poderão ser de grande vulto. Comparado ao K_c da bacia hidrográfica do Córrego do Malheiro apresentado por (CARVALHO, 2009), no município de Sabará, podemos verificar que esta bacia também tende a ser mais circular, e esse fato favorece os processos de inundação do tipo cheias rápidas, apresentando, nesse sentido, um comportamento semelhante ao da bacia hidrográfica do Córrego do Bosque.

Outro índice fundamental para conhecimento do comportamento da bacia em estudo foi o índice de sinuosidade, cujo resultado indica que há ocorrência de um menor fluxo de transporte de sedimentos ao longo dos canais, principalmente no curso médio da bacia hidrográfica. No entanto, (MIRANDA, 2008), nos alerta que é importante considerar que a sinuosidade dos canais é influenciada pela carga de sedimentos, característica litológica, estrutura geológica e declividade dos canais.

O índice de densidade hidrológica é a relação existente entre o número de rios ou cursos d'água e a área da bacia hidrográfica. A finalidade deste índice é comparar a frequência ou a quantidade de cursos d'água existentes em uma área de tamanho padrão, como por exemplo, o quilômetro quadrado (CRISTOFOLETTI, 1969). Seu cálculo reveste-se de importância porque representa o comportamento hidrográfico de determinada área, em um de seus aspectos fundamentais: a capacidade de gerar novos cursos de água (CHRISTOFOLETTI, 1980). O índice encontrado na caracterização morfométrica da Bacia do Córrego do Bosque é considerado baixo. Nesse aspecto, a bacia do Córrego dos Bois, caracterizada por (MIRANDA, 2008), apresenta comportamento semelhante.

Segundo (MIRANDA, 2008), esse índice, quando classificado como muito baixo (CHRISTOFOLETTI, 1980), deixa claro que o escoamento superficial se processa de maneira pouco intensa e nos remete a uma fraca tendência para a ocorrência de fontes geradoras de novos cursos d'água.

Nesse sentido, o manejo de áreas com declividade mais acentuada é fundamental, considerando que esta característica da bacia hidrográfica interfere diretamente nos resultados da análise morfométrica.

Os índices encontrados na análise morfométrica subsidiarão a construção de programas ambientais da área, alertando quanto ao manejo adequado, principalmente nas áreas onde há presença de moradores. A análise dos resultados é de fundamental importância para o processo de gestão da Unidade, pois a bacia apresenta índices que, se não considerados, comprometerão diretamente o uso público da Unidade, tais como o acesso às trilhas interpretativas e às áreas de banho (cachoeiras), bem como a abertura de novos acessos, tendo em vista que a análise da bacia identificou suscetibilidade mediana de enchentes.

5 CONCLUSÃO

Este estudo teve como finalidade caracterizar a bacia hidrográfica do Córrego do Bosque e sua respectiva rede de drenagem, tendo em vista a carência de estudos hídricos relacionados a essa área. A partir da análise dos levantamentos realizados, chegou-se às seguintes conclusões:

- os resultados obtidos na análise morfométrica demonstram que a rede de drenagem tem um comportamento de escoamento superficial pertinente a uma bacia de forma circular, que permite escoamento superficial mais rápido, considerando-se que seja uma bacia com maior suscetibilidade a enchentes;
- os resultados encontrados, analisados e comparados possibilitaram ampliar o conhecimento dos comportamentos e transformações das paisagens, permitindo-nos, por exemplo, compreender por que em determinados pontos da área em estudo algumas comunidades ficam isoladas devido às ocorrências de chuvas, mesmo de curta duração.

A caracterização da Bacia do Córrego do Bosque contribuirá para maior efetividade no processo de gestão da UC no que diz respeito à construção do plano de manejo, implantação de infra-estrutura, uso público dos atrativos e demais aspectos econômicos e sociais, uma vez que existem diversos moradores dentro dessa área. Cabe refletir que a presença de moradores dentro da UC resulta no uso da água que se dá, sobretudo, para irrigação de culturas de subsistência, abastecimento humano e dessedentação de animais. No entanto, realizado sem planejamento adequado tornam-se elementos de pressão sobre os recursos hídricos. Consequentemente, poderão contribuir para redução da qualidade e quantidade de água, comprometendo tanto a subsistência das populações locais quanto as regionais.

Portanto, a caracterização da bacia do Córrego do Bosque possibilitou ampliar o conhecimento da área em estudo, ressaltando o potencial e as

fragilidades da bacia, que viabilizarão a construção de um manejo adequado, principalmente na Unidade de Conservação do Parque Estadual de Grão Mogol.

REFERÊNCIAS

- ALVES, J. M. P.; CASTRO, P. T. A. Influência de feições geológicas na morfologia da bacia do rio do Tanque (MG). **Revista Brasileira de Geociências**, [S.l.], v. 33, 2003.
- BARROS, M. T. L. Gestão de Recursos Hídricos. In PHILIPPI JR. A.; ALVES, A. C. **Curso Interdisciplinar de Direito Ambiental**. São Paulo: Manole, 2005.
- CARDOSO, C. A. *et al.* Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio Debossan, Nova Friburgo-RJ. **Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 2, p. 241-248, 2006.
- CARVALHO, W. M. Caracterização fisiográfica da bacia hidrográfica do Córrego do Malheiro, no município de Sabará – MG. **Irriga**, Botucatu, v. 14, n. 3, p. 398-412, jul./set., 2009.
- CHRISTOFOLETTI, A. Geomorfologia Fluvial. In: CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1974. p. 52-78.
- CRISTOFOLETTI, A. Análise morfométrica de bacias hidrográficas. **Revista Geomorfol**, Campinas, v. 18, n. 9, p. 35-64, 1969.
- FELTRAN FILHO, 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 the drainage Basins: hydrophysical approach to quantitative morphology. **Geol. Soc. Amer. Bulletin**, 56(3):275-370, 1945.
- HORTON, R. E. Erosional development of streams and the drainage Basins: hydrophysical approach to quantitative morphology. **Geol. Soc. Amer. Bulletin**, 56(3):275-370, 1945 *apud* CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1980.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA: dados do censo. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/default.php>>. Acesso em: 24 fev. 2008.
- INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS. Disponível em: <<http://www.ief.mg.gov.br/areas-protegidas>>. Acesso em: 18 out. 2013.
- KÖPPEN, W. **Climatologia**. México: Fundo de Cultura Econômica, 1931.

MIRANDA, W. A. **Caracterização física da microbacia do Córrego dos Bois, Montes Claros, MG.** 2008. 45p. Monografia (Especialização em Recursos Hídricos e Ambientais)- Universidade Federal de Minas Gerais, Montes Claros, 2008.

MIRANDA, W. A. **Estudos morfométricos, monitoramento hídrico e levantamento de impactos na sub-bacia hidrográfica do Rio Catolé, Bonito de Minas - MG.** 2011. 146p. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias)- Universidade Federal de Minas Gerais Montes Claros, Montes Claros, 2011.

NETTO; AVELAR. **Geomorfologia exercícios, técnicas e aplicações.** CUNHA; GUERRA (Org.). 2. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2002. p. 105.

RESCK, D. V. S. **Manejo e conservação do solo em microbacias hidrográficas.** Planaltina: Embrapa – CPAC, 1992. 17p.

SCHUMM, S. A. Evolution of drainage systems and slopes in badlands of Perth Amboy. **Bulletin of Geological Society of America**, n. 67, 1956.

STRAHLER, A. N. Hypsometric Area-altitude: analysis and erosional topography. **Geological Society of America Bulletin**, v. 63, n. 10, 1952.

VILLELA, S. M.; MATTOS, A. **Hidrologia aplicada.** São Paulo: MacGraw-Hill do Brasil, 1975.