

# CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS INSERIDAS NO MUNICÍPIO DE RIO VERDE, GOIÁS

*Adryeny Arantes Silva (adryeny\_@hotmail.com)<sup>1</sup>*

*Gilmar Oliveira Santos (gilmar@unirv.edu.br)<sup>2</sup>*

*Alex Ricardo Caldeira Braz (alex-braz@hotmail.com)<sup>3</sup>*

## Resumo

A caracterização morfométrica das bacias hidrográficas representa uma rápida avaliação dos mananciais pertencentes à bacia e seus respectivos potenciais de degradação. Assim, este trabalho objetivou fazer a caracterização morfométrica das bacias inseridas no município de Rio Verde - GO como ferramenta ao planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos. A análise morfométrica envolveu parâmetros físicos como: área de drenagem (A), perímetro (P), comprimento do leito principal (L), coeficiente de compactidade (Kc), fator de forma (Kf), índice de conformação (Ic), densidade de drenagem (Dd), densidade da rede de drenagem (Dr), declividade do curso d'água (S), ordem do córrego (O), índice de circularidade (Icc) e tempo de concentração (Tc). Foram classificadas 9 bacias, verificou-se que as bacias onde está localizada a área urbana de Rio Verde são bacias com tendência mediana a enchentes, por isso deve ser levado em conta o crescimento e desenvolvimento da cidade. As bacias com maior potencial a grandes enchentes foram às bacias que possuem forma circular sendo maior parte dessas ocupadas por áreas agricultáveis. As demais bacias apresentaram menor propensão a enchentes. A bacia que apresentou tendência mediana a enchentes é utilizada para a agricultura e também está inserido o distrito de Ouroana que pode trazer influências antrópicas para a bacia. A análise morfométrica das bacias inseridas no município de Rio Verde permitiu concluir que as variáveis morfométricas servirão para planejamentos futuros e gestão ambientais regionais assim como a previsão de enchente.

**Palavras-chave:** Caracterização Fisiográfica, Planejamento Hídrico, Gestão dos Recursos Hídricos.

## Abstract

The morphology characterization of watersheds represents a fast evaluation of the fountains belonging to the watershed and their potential degradation. This way this job aimed to perform the morphology characterization of the watershed in the city of Rio Verde-GO as a tool for the planning and management of the water resource. The morphology analysis involved physical parameters such as: drainage area (A), perimeter (P), length of water bed (L) the compactness coefficient (Kc), shape factor (Kf), conformation index (Ic), drainage density (Dd), drainage network density (Dr), slope of the watercourse (S) stream order (O), circularity index (Icc), and time of concentration (Tc). It was classified 9 watersheds. It founded that the watersheds where is located the urban area of Rio Verde are watersheds with median tendency to have floods that's why it must be taken the growth and development of the city. The watersheds with the highest potential to heavy floods were the watersheds that have round shape being most part of these busy by arable areas. The rest of the watersheds showed less tendency to floods. The watersheds that presented median tendency to flood is used for the agriculture and also is introduced the district of Ouroana that can bring anthropic influences into the watershed. The morphology analysis introduced in the city of Rio

<sup>1</sup> Graduanda de Engenharia Ambiental - UNIRV; e-mail: adryeny\_@hotmail.com.

<sup>2</sup> Orientador Prof. Doutor Adjunto Nível I da Faculdade de Engenharia Ambiental – UNIRV; e-mail: gilmar@unirv.edu.br.

<sup>3</sup> Coorientador Engenheiro Ambiental pela Fundação Educacional de Fernandópolis (FEF); e-mail: alex-braz@hotmail.com.

Verde allowed to conclude that the morphologic variables will serve for the future planning and regional environmental management as the flood forecasting.

**Key words:** Characterization Psysiographic, Planning Hydrous, Management of Resource Hydrous.

## Introdução

A bacia hidrográfica é apontada como unidades de gestão dos elementos naturais e sociais, pois, sua avaliação permite identificar as mudanças inseridas pelo o homem e os respectivos reflexos na natureza, em países mais desenvolvidos, utiliza-se a bacia hidrográfica como unidade de planejamento e gerenciamento, conciliando os vários usos e interesses pela água e garantindo sua qualidade e quantidade (GUERRA e CUNHA, 1996).

Esta unidade de gerenciamento pode ser definida como um conjunto de terras drenadas por um rio e seus afluentes, formada nas regiões mais altas do relevo por divisores de água, onde as águas das chuvas, ou escoam superficialmente formando os riachos e rios, ou infiltram no solo para formação de nascentes e do lençol freático (BARRELLA et al., 2001).

Algumas características geomorfológicas influenciam no comportamento hidrológico de uma bacia hidrográfica (forma, relevo, área, geologia, rede de drenagem, solo, e o tipo de cobertura vegetal), onde essas características podem facilitar a compreensão de questões ligadas à dinâmica ambiental local, sendo que estas informações que são obtidas nesses estudos são fundamentais para a elaboração de projetos de engenharia e os parâmetros de planejamento podem ser modificados de acordo com os resultados obtidos (LIMA, 1976; LIMA, 2008).

A caracterização morfométrica de uma bacia hidrográfica baseia-se na caracterização de parâmetros fisiográficos, que são indicadores físicos da bacia que representa uma rápida avaliação dos mananciais pertencentes à bacia e seus respectivos potenciais de degradação, onde essa caracterização tem uma grande utilização como indicadores para previsão do grau de vulnerabilidade da bacia a fenômenos como enchentes, inundações, erodibilidades entre outros (VILLELA & MATTOS, 1975; CARDOSO et al., 2006).

As características físicas e bióticas de uma bacia podem influenciar ainda na infiltração e quantidade de água produzida como deflúvio, a evapotranspiração, os escoamentos superficiais e subsuperficiais. No entanto o comportamento hidrológico de uma bacia hidrográfica pode ser afetado por ações antrópicas, que podem intervir no meio natural, assim o homem acaba interferindo nos processos do ciclo hidrológico (TONELLO, 2005).

A ausência de conhecimento das características da unidade de planejamento pode afetar a disponibilidade e qualidade dos recursos hídricos (SANTOS e HERNANDEZ, 2013). O uso e ocupação do solo de forma não planejada propicia na degradação da qualidade e disponibilidade dos recursos hídricos e de seu entorno, principalmente quando estes compreendem percurso que perfazem a área urbana, por sofrer influência direta dos picos de vazão por constituir maior parte da área impermeável (SANTOS e HERNANDEZ, 2013).

A análise morfométrica das bacias hidrográficas inseridas em um município propiciará em informações relevantes ao planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos, além de servir como subsídio para trabalhos futuros.

Assim, este trabalho teve como objetivo fazer a caracterização morfométrica das bacias hidrográficas inseridas no município de Rio Verde, Goiás, como ferramenta ao planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos.

## Material e Métodos

### Área de estudo

A caracterização morfométrica foi realizada no município de Rio Verde, região Sudoeste do Estado de Goiás, Brasil, entre as coordenadas 17°15'58,98''S, 51°41'43,08''O e 18°09'38,01''S, 50°21'49,04''O, com área territorial de 8.379,659 km<sup>2</sup> (IBGE, 2010), possui população de 176.424 habitantes com densidade demográfica de 21 hab km<sup>-2</sup> (IBGE, 2010).

Sua topografia é plana levemente ondulada com 5% de declividade, com altitude média de 748 m, onde predominam os Latossolos Vermelhos e Latossolos Vermelho Amarelos (ACQUA et al., 2013).

O município possui duas estações climáticas bem definidas: uma seca (maio a outubro) e uma chuvosa (novembro a abril), a temperatura média anual varia entre 20°C e 35°C (INMET, 2015).

A região apresenta fisionomias de cerrado sensu stricto (formações savânicas) e cerrado (ROCHA et al., 2014).

O município faz parte do Comitê de Bacias Hidrográficas do Rio Paranaíba que tem como rede de drenagem principal o Rio Turvo e dos Bois (COMITÊ DE BACIAS HIDROGRÁFICAS DO RIO PARANAÍBA, 2015).

A bacia hidrográfica do Rio Paranaíba é a segunda maior unidade da região hidrográfica do Paraná ocupa 25,4% de sua área, apresenta uma área de drenagem de 222,6 mil km<sup>2</sup>, localizada na região central do Brasil, a bacia abrange 197 municípios, onde o principal objetivo dos Comitês de Bacias Hidrográficas é promover o gerenciamento participativo e democrático dos Recursos Hídricos, visando o melhor uso possível da água (COMITÊ DE BACIAS HIDROGRÁFICAS DO RIO PARANAÍBA, 2015).

### Confecção do mapa das bacias hidrográficas

O mapa da rede de drenagem do município de Rio Verde foi obtido a partir da digitalização através do *software* Google Earth. As bacias hidrográficas foram delimitadas a partir do *software* Global Mapper. O mapa e os dados foram obtidos a partir do *software* Auto Cad.

### Morfometria da Bacia Hidrográfica

As características físicas da bacia foram: área de drenagem (A), perímetro (P), rede de drenagem (Rd), comprimento do leito principal (L), ordem do córrego (O), coeficiente de compactidade (kc), fator de forma (kf), índice de conformação (Ic), densidade de drenagem (Dd), densidade da rede de drenagem (Dr), declividade do curso d'água (S), índice de circularidade (Icc) e tempo de concentração (Tc).

### Área de drenagem (A)

A área de drenagem de uma bacia é incorporada entre os divisores topográficos e o elemento básico para o cálculo das outras características morfológicas. Frequentemente sua dimensão é expressa em km<sup>2</sup> (VIEIRA, 2006).

### Perímetro (P)

É o comprimento da linha divisora de águas que contorna e limita a unidade física natural (PINTO, 2003).

### Rede de drenagem (Rd)

De acordo com o Núcleo de Estudos da Água da Universidade Federal da Santa Catarina a rede de drenagem é constituída pelo o rio principal juntamente com todos os seus tributários, sendo essa expressa em km (UFSC/NEA, 2002).

### Comprimento do leito principal (L)

O comprimento do leito principal é a distância entre o exultório e o ponto mais afastado do mesmo, conhecido como foz (GALVÍNCIO & SOUSA, 2004).

### Ordem (O)

A determinação da ordem da bacia vai indicar o grau de ramificação ou bifurcação dentro da bacia. Onde os canais primários (nascentes) são denominados de 1º ordem. A junção de dois canais primários forma um de 2º ordem e assim por diante. Sendo assim a junção de um canal de uma dada ordem a um canal de ordem superior não altera a ordem deste. A ordem do canal à saída da bacia é também a ordem da bacia (STHALER, 1957).

### Coefficiente de compacidade (kc)

Relaciona a forma da bacia com um círculo. Constitui a relação entre o perímetro da bacia e a circunferência de um círculo de área igual ao da bacia (CARDOSO et al., 2006). Esse coeficiente é um número adimensional, independentemente de seu tamanho. Quanto mais irregular for à bacia, maior será o coeficiente de compacidade. Um coeficiente mínimo igual à unidade corresponderia a uma bacia circular e, para uma bacia alongada, seu valor e significativamente superior a 1. Uma bacia terá maior propensão a enchentes mais acentuadas quando seu kc for mais próximo da unidade (Equação 1).

$$kc = 0,28 + \frac{P}{\sqrt{A}} \quad \text{Eq. 1}$$

em que,

kc = Coeficiente de compacidade;

P = Perímetro (km);

A = Área de drenagem (km<sup>2</sup>).

De acordo com Silva e Mello (2008), podem-se classificar as bacias hidrográficas em relação ao valor de kc da seguinte forma:

- $1,00 \leq kc < 1,25$  - Bacia com alta propensão a grandes enchentes;
- $1,25 \leq kc < 1,50$  - Bacia com tendência mediana a grandes enchentes;
- $kc \geq 1,50$  - Bacia não sujeita a grandes enchentes.

### Fator de forma (kf)

Segundo Mosca (2003) o fator de forma é a relação entre a largura média e o comprimento axial da bacia. Sendo assim o fator de forma também indica maior ou menor tendência para enchentes de uma bacia (Equação 2). Bacias que apresentam um fator de forma baixo e menos sujeita a enchentes que outra e mesmo tamanho, porém com maior fator de forma.

$$kf = \frac{A}{Lax^2} \quad \text{Eq. 2}$$

em que,

kf = Fator de forma;

A = Área de drenagem (km<sup>2</sup>);

Lax = Comprimento axial da bacia (km).

Segundo Silva & Mello (2008) os valores assumidos pelo o fator de forma levam às seguintes classificações:

- $kf \geq 0,75$  - Bacia sujeita a enchentes;
- $0,50 < kf < 0,75$  - Bacia com tendência mediana a enchentes;
- $kf \leq 0,50$  - Bacia não sujeita a enchentes.

### Índice de Conformação ( $I_c$ )

Trata-se da relação entre a área da bacia hidrográfica e o quadrado de seu comprimento axial, medindo ao longo do curso d'água, em linha reta, partindo da desembocadura até a cabeceira mais distante do divisor de águas (CARVALHO et al., 2009). Esse índice é obtido pela Equação 3.

$$I_c = \frac{A}{L^2} \quad \text{Eq. 3}$$

em que,

$I_c$  = Índice de conformação;  
 $A$  = Área de drenagem ( $\text{km}^2$ );  
 $L$  = Comprimento axial (km).

### Densidade de drenagem ( $Dd$ )

Segundo Christofletti (1969) relaciona o comprimento total dos canais ou rios com a área da bacia hidrográfica. Para calcular o comprimento devem ser medidos tanto os rios perenes como os temporários, definidos por Horton (1945), podem ser calculados pela Equação 4.

$$Dd = \frac{L}{A} \quad \text{Eq. 4}$$

em que,

$Dd$  = Densidade de drenagem ( $\text{km km}^{-2}$ );  
 $L$  = Comprimento total dos rios ou canais (km);  
 $A$  = Área de drenagem ( $\text{km}^2$ ).

Segundo Beltrame (1994) a densidade de drenagem pode ser classificada conforme mostra a Tabela 1:

**Tabela 1:** Classificação da densidade de drenagem ( $Dd$ ) de uma bacia.

$Dd$ ( $\text{km km}^{-2}$ )	Classificação
<0,50	Baixa
0,50 – 2,00	Mediana
2,01 – 3,50	Alta
>3,50	Muito Alta

Fonte: Beltrame (1994).

### Densidade da rede de drenagem (Dr)

Também conhecido como frequência de canais, foi definido por Horton (1932, 1945), e citado em Strahler (1964), como o número total de drenos pela a área da bacia (Equação 5). A densidade da rede de drenagem de uma bacia hidrográfica é importante, pois através dela é possível determinar o comportamento hidrográfico de uma área, em um de seus aspectos fundamentais: a capacidade de gerar novos cursos de água (CHRISTOFOLETTI, 1974).

$$DR = \frac{N}{A} \quad \text{Eq. 5}$$

em que,

DR = Densidade da rede de drenagem (canais km<sup>-2</sup>);

N = Número total de canais (canais);

A = Área da bacia (km<sup>2</sup>).

### Declividade do curso d'água (S)

É a ligação entre a diferença máxima de altitude entre o ponto de origem e o término com o comprimento do trecho fluvial (CHRISTOFOLETTI, 1974). A declividade dos canais esta relacionada com a declividade dos terrenos de uma bacia (STRAHLER, 1964). Segundo Porto (1999) quanto maior for a declividade, maior será a velocidade do escoamento por gravidade e assim menor será o tempo de concentração (Tc) da bacia hidrográfica. A declividade das áreas de estudos foram definidas a partir da Equação 6.

$$S = \frac{H}{L} \times 100 \quad \text{Eq. 6}$$

em que,

S = Diferença de cotas (%);

H = Diferença de altitude (m);

L = Comprimento do leito (m).

### Índice de circularidade (Icc)

Representa a relação entre a área total da bacia e a área de um círculo de perímetro igual ao da bacia hidrográfica (Equação 7). O índice de circularidade tende para a unidade à medida que a bacia se aproxima da forma circular e diminui à medida que a forma se torna alongada (BORSATO, 2005).

$$Icc = \frac{12,57 A}{P^2} \quad \text{Eq. 7}$$

em que,

Icc = Índice de circularidade;

A = Área de drenagem (km<sup>2</sup>);

P = Perímetro (km).

Quanto mais próximo de 1,0 for o valor de Icc, mais próxima da forma circular será a bacia. Os valores menores que 0,51 sugerem que a bacia tende a ser mais alongada, favorecendo o escoamento (BORSATO, 2005).

### Tempo de concentração (Tc)

É o tempo que é necessário para que toda a área da bacia hidrográfica contribua para o escoamento superficial na seção de saída (PAIVA & PAIVA, 2001). Refere-se ao tempo em

que a gota de chuva cai no ponto mais distante da bacia hidrográfica, para atingir a seção em estudo, contando a partir do início da chuva. Pode ser determinado pelo método proposto por Kirpich (1940) representado pela Equação 8.

$$T_c = 57L^{0,77} \times S^{-0,0395} \quad \text{Eq. 8}$$

em que,

$T_c$  = Tempo de concentração (minutos);

$L$  = Comprimento do leito (km);

$S$  = declividade do leito ( $m \text{ km}^{-1}$ ).

## Resultado e Discussão

A espacialização e a caracterização morfométrica das bacias hidrográficas inseridas no município de Rio Verde estão apresentadas na Figura 1 e Tabela 2. As bacias que havia apenas parte dentro do município de Rio Verde devido o leito principal fazer divisa com outros municípios, não foram consideradas.

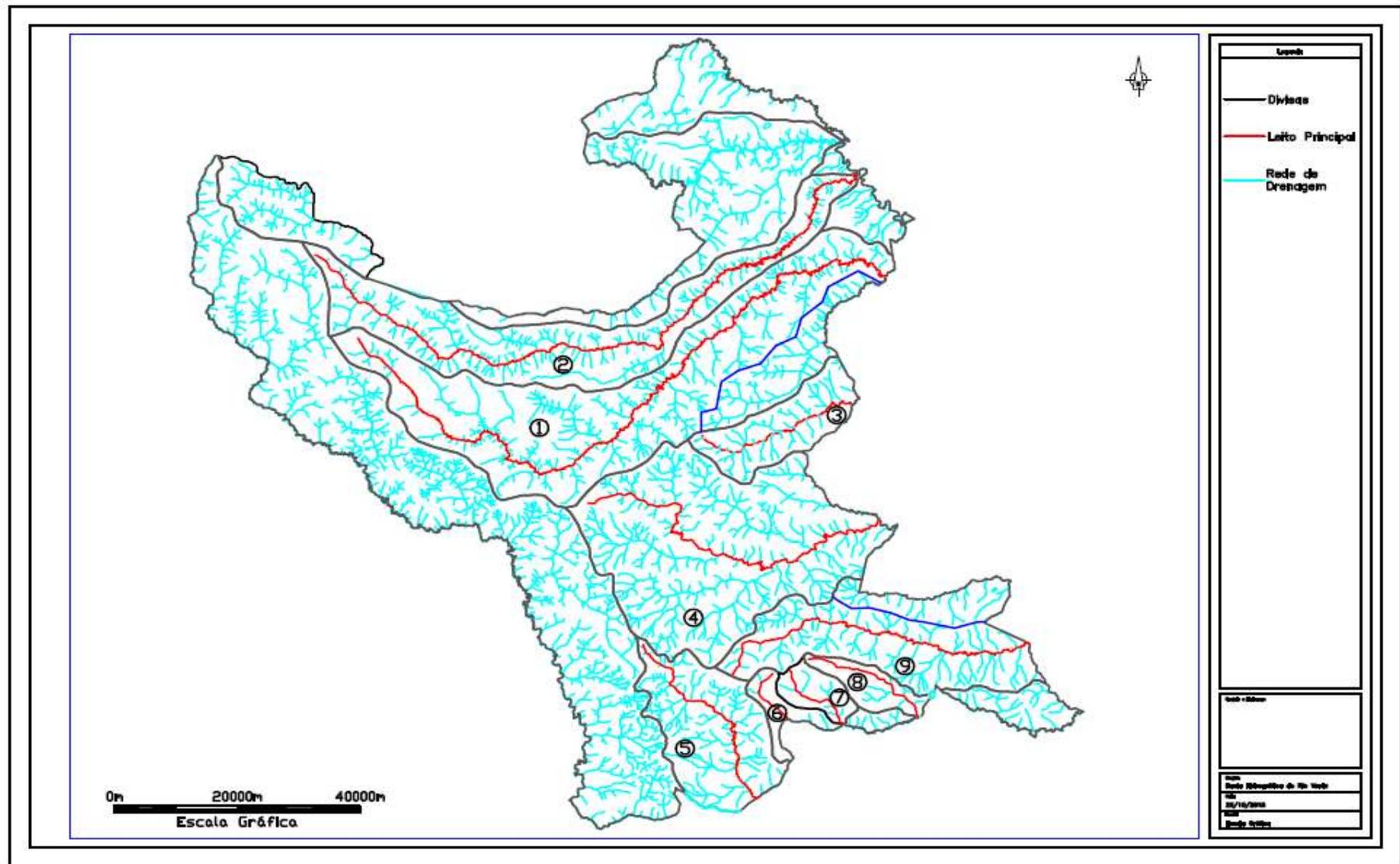
A área de drenagem máxima foi de 1.270,1  $\text{km}^2$  na bacia 1 localizada a noroeste do município de Rio Verde, a mínima de 72,7  $\text{km}^2$  na bacia 6 ao sul, e a média de 529,7  $\text{km}^2$ . Mais de 33,3 % das bacias hidrográficas possuem valores acima da média, caracterizando o município com áreas de drenagem naturais elevadas. A área urbana do município de Rio Verde localiza-se na maior parte na bacia 4, mais também esta presente na bacia 3, sendo a bacia 4 considerada a segunda maior bacia do município. O perímetro máximo encontrado foi de 245,9 km na bacia 1, o mínimo de 39,6 km na bacia 7 e a média do perímetro foi de 116,2 km.

O comprimento do rio principal das bacias hidrográficas do município de Rio verde a bacia 1 com 49,2 km, que é a maior bacia do município. Já a bacia que apresentou uma menor comprimento foi a bacia 8 com 11,3 km, onde a bacia 8 é considerada a 3º menor bacia do município e as demais bacias apresentaram a média de 28,5 km.

De acordo com a classificação de Strahler, as bacias 1, 2, 3, 5 e 9 são de quarta ordem, já as bacias 7 e 8 são de terceira ordem, a bacia 6 de segunda ordem e a bacia que possui uma maior ordem é a bacia 4 que é de quinta ordem. No entanto, a bacia que possui a maior densidade de drenagem é a bacia 5 com 0,74  $\text{km km}^2$ . O  $k_c$  encontrado nas bacias 1, 2 e 6 que foram respectivamente 1,9; 2,3 e 2,0 são bacias não sujeitas a enchentes, associados aos respectivos fatores de forma,  $k_f=0,52$ ;  $k_f=0,56$  são bacias com tendência mediana a enchentes e  $k_f=0,26$  indicam que esta bacia, em condições normais de precipitação, são bacias não sujeitas a enchentes. O resultado é reforçado pelo  $I_c$  onde foi obtido os seguintes resultados para a bacia 1 ( $I_c=0,524$ ), 2 ( $I_c=0,558$ ) e 6 ( $I_c=0,262$ ), pois o distanciamento da unidade 1 indica que essas bacias não apresenta a forma de quadrado com menor propensão a enchentes.

O  $I_{cc}$  indicou que essas bacias apresentaram valores menores que 0,51 sugerem que a bacia tende a ser mais alongada favorecendo o processo de escoamento. Sendo assim essas bacias 1, 2 e 6 apresentaram em sua grande parte potencial agrícola, por ter menor tendência a enchentes.

As bacias 3, 4, 5 e 8 apresentaram  $k_c$  de 1,4 ; 1,4; 1,3 e 1,5, são bacias com tendência mediana a grandes enchentes, respectivamente.



**Figura 1:** Mapa da rede de drenagem e bacias hidrográficas dentro do município de Rio Verde – GO.

**Tabela 2:** Caracterização morfométrica das bacias hidrográficas do município de Rio verde, GO.

Características	Bacias								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Área de drenagem (km <sup>2</sup> )	1.270,1	826,5	251,6	1.210,3	433,3	72,7	83,4	98,5	521,0
Perímetro (km)	245,9	236,6	78,0	169,5	99,9	60,6	39,6	52,6	63,5
Comprimento do leito principal (km)	49,2	38,4	22,5	40,1	30,9	16,6	11,9	11,3	35,5
Ordem do córrego	4°	4°	4°	5°	4°	2°	3°	3°	4°
Coefficiente de compacidade	1,9	2,3	1,4	1,4	1,3	2,0	1,2	1,5	1,0
Fator de forma	0,52	0,56	0,50	0,75	0,45	0,26	0,59	0,76	0,41
Índice de conformação	0,524	0,558	0,496	0,751	0,451	0,262	0,585	0,765	0,412
Densidade de drenagem (km km <sup>-2</sup> )	0,60	0,67	0,13	0,65	0,74	0,34	0,40	0,42	0,66
Densidade da rede de drenagem (canais km <sup>-2</sup> )	0,30	0,34	0,30	0,29	0,30	0,08	0,13	0,13	0,23
Declividade do curso de água (%)	0,72	1,09	1,07	0,75	0,85	0,23	1,65	1,96	1,01
Índice de circularidade	0,26	0,19	0,52	0,53	0,55	0,25	0,67	0,45	1,63
Tempo de concentração (min)	907,7	746,5	505,0	781,1	643,2	430,3	312,2	298,9	706,8

De acordo com a classificação de Silva e Mello (2008), o  $k_f$  onde apresentou os seguintes resultados: bacia 3 ( $k_f = 0,50$ ) são bacias não sujeita a enchentes e as bacia 5 ( $k_f = 0,45$ ) menor tendência a enchente. A bacia 5 é também bastante utilizada para a prática agrícola. As bacia 4 ( $k_f = 0,75$ ) sujeita a enchentes e a bacia 8 que apresentou o  $k_f$  sujeita a enchentes ( $k_f = 0,76$ ) sendo a mesma utilizada para a agricultura e também esta inserido o Distrito de Ouroana.

O  $I_c$  dessas bacias indicou que para a bacia 3 ( $I_c = 0,496$ ), bacia 4 ( $I_c = 0,751$ ), bacia 5 ( $I_c = 0,451$ ) e para a bacia 8 ( $I_c = 0,765$ ), pode-se verificar que as bacias 4 e 8 apresentaram um coeficiente mais próximo de 1 sendo assim apresentaram a forma de um quadrado apresentando um maior propensão a enchentes, as bacias 3 e 5 não ficou próxima do coeficiente indicando que as bacias não são quadradas. No entanto o  $I_{cc}$  indicou que essas respectivas bacias 3, 4 e 5 possuem a forma circular maior propensão a enchentes. No entanto, a bacia 8 apresentou a forma alongada de acordo com o  $I_{cc}$  permitindo assim uma maior facilidade para o escoamento.

As bacias 3 e 4 esta localizada a cidade de Rio Verde, essas bacias também possui uma grande área sendo utilizada para a agricultura e industrias, as quais possui tendência mediana a enchentes. No entanto Tucci (1999) cita que à medida que a cidade se urbaniza, verifica-se que aumenta os impactos como: aumento das vazões devido ao aumento da capacidade de escoamento através dos condutos e canais e impermeabilização das superfícies e a produção de resíduos sólidos (lixo), causando assim a deterioração da qualidade da água superficial e subterrânea, através da lavagem das ruas, transporte de material sólido e as ligações clandestinas de esgotos e contaminação de aquíferos.

No entanto, as bacias 3 e 4 há interferência antrópica como córregos canalizados (Córrego do Sapo e Córrego Barrinha), lixos nas ruas e dentro do próprio córrego, desmatamento que favorecem a erosão, impermeabilização das superfícies dentre outros.

Somente as bacias 7 e 9 apresentaram o  $k_c$  de 1,2 e 1,0, respectivamente, com alta propensão a enchentes, o  $k_f$  vem para confirma que a bacia 7 apresentou uma tendência mediana a enchentes, a bacia 9 apresentou não sujeita a enchentes. O  $I_c$  da bacia 7 ( $I_c = 0,585$ ) indica que a bacia tende a ser mais quadrada, favorecendo os processos de inundação (cheias rápidas), já a bacia 9 apresentou o  $I_c$  ( $I_c = 0,412$ ) distante da unidade 1 indicando que a bacia não apresenta a forma de quadrado com menor propensão a enchentes. No entanto o  $I_{cc}$  da bacia 7 ( $I_{cc} = 0,67$ ) indicou que a bacia apresenta a forma mais circular e a bacia 9 o ( $I_{cc} = 1,63$ ) indicou que essa bacia apresenta a forma circular pois de acordo com Borsato (2005) quanto mais próximo de 1 mais circular tende a ser.

Sendo assim a bacia 7 e 9 possui forma circular. A bacia 7 é bastante usada para a agricultura, a bacia 9 possui áreas agricultáveis e também esta inserido o Distrito de Riverlândia, por elas serem circular maior capacidade de enchentes súbitas no canal principal quando precipitações intensas afetam toda a extensão da bacia, devido ao aporte de água do canal fluvial, procedente das vertentes e dos tributários, tende simultaneamente, concentrar num curto espaço de tempo aumentando assim pico de vazão (MACHADO, 2010). As atividades agrícolas podem interferir na quantidade de água disponível, através das mudanças do ciclo hidrológico que são provocadas por mudanças da cobertura vegetal e usos do solo em geral, diminuição da infiltração, percolação e armazenamento de água, aumentando as erosões e sedimentação e causando mudanças na qualidade da água (ANTONIAZZI, 2008).

As bacias que possuem distrito são as bacias 8 que esta inserido o distrito de Ouroana e a bacia 9 é onde esta o distrito de Riverlândia essas bacias podem ter algum tipo de influência por meio das atividades antrópicas, mais existem outros fatores que contribui para que ocorra enchentes nessas bacias como  $k_c$ ,  $k_f$ ,  $I_c$ ,  $I_{cc}$  que podem ser observados através da caracterização morfométrica, outro fator que pode influenciar e a prática agrícola inadequada.

De acordo com a classificação Beltrame (1994) as bacias 3, 6, 7 e 8 apresentaram densidade de drenagem baixa ( $<0,5 \text{ km km}^{-2}$ ), isso ajuda evidenciar que essas bacias são mal drenadas possuindo poucos canais. As demais bacias 1, 2, 4, 5 e 9 apresentaram densidade de drenagem mediana ( $0,50 - 2,0 \text{ km km}^{-2}$ ). Quando uma bacia apresenta uma densidade de drenagem alta reflete uma bacia altamente dissecada, que responde de maneira rápida a uma determinada quantidade de chuva, enquanto a densidade baixa reflete em uma bacia de drenagem pobre com respostas lentas (BORSATO e MARTONI, 2004). Sendo assim as bacias inseridas no município de Rio Verde apresentou densidade de drenagem baixa que são observadas em solos mais resistentes à erosão ou muito permeável e onde o relevo é suave, condições esta que são observadas nessas bacias.

A densidade da rede de drenagem indica a capacidade das sub-bacias gerarem novos canais e de acordo com Lana et al. (2001), se estiver acima de  $2,0 \text{ canais km}^{-2}$  sendo assim a bacia teria grande capacidade de gerar novos cursos d'água. No entanto as bacias inseridas no município de Rio Verde apresentou uma densidade da rede de drenagem baixa onde os valores ficaram entre  $0,08$  a  $0,34 \text{ canais km}^{-2}$ , portanto a capacidade das bacias em gerar novos canais é baixa.

A declividade dos cursos de água das bacias inseridas no município de Rio Verde ficaram entre  $0,23\%$  a menor declividade na bacia 6 e a maior foi de  $1,96\%$  na bacia 8 e as demais bacias apresentaram um média de  $1,04\%$ . Sendo assim as bacias inseridas no município de rio verde todas apresentaram uma baixa declividade.

A bacia que apresentou um maior tempo de concentração foi a bacia 1 com 15 horas e 12 minutos e menor tempo de concentração foi a bacia 8 com 5 horas e 20 minutos. A média foi de 10 horas e 26 minutos.

Assim, algumas bacias apresentaram resultados semelhantes, nas bacias 3 e 4 que esta inserido o município de Rio Verde sendo assim são bacias com um tendência mediana a enchentes. As bacias que merecem uma atenção especial é a bacia 7 e 9 que apresentaram um grande potencial a enchentes.

### **Conclusão**

As bacias 3, 4 e 8 apresentaram tendência mediana a enchentes, sendo necessário o planejamento e gerenciamento, para minimizar os impactos da urbanização.

As bacias 7 e 9, localizadas em áreas agricultáveis merecem uma atenção especial, onde apresentaram uma maior potencial a grandes enchentes, não sendo propicia a implantação de indústrias, nessa área, adotando práticas de manejo conservacionista.

As bacias 1, 2, 5 e 6 apresentaram uma menor propensão a enchentes.

A análise morfométrica das bacias inseridas no município de Rio Verde permitiu concluir que as variáveis morfométricas servirão para planejamentos futuros, expansão da área urbana e gestão ambientais regionais como a previsão de enchentes e inundações no município.

### **Agradecimentos**

A Deus Pai, que sempre estará em primeiro lugar na minha vida. Seu fôlego de vida que me faz continuar a lutar por todos os meus sonhos e projetos.

A minha família que sempre me apoiou nas minhas escolhas acadêmicas e profissionais.

Meus pais, Joval Divino Candido da Silva e Ariene Arantes Moraes que sempre me passaram todo o carinho e incentivo pra seguir em frente!

Minha irmã, Maryene Arantes Silva que sempre terá um lugar especial no meu coração.

Ao meu orientador Gilmar Oliveira Santos, que sempre serei grata pela amizade e orientação.

Ao meu Coorientador, Alex Ricardo Caldeira Braz, por todo auxílio na realização deste trabalho.

Enfim, a todos que de alguma forma estiveram próximos de mim de forma direta e indireta, fazendo parte da minha vida durante a graduação.

### **Referências bibliográficas**

ACQUA, N. H. D.; SILVA, G. P.; BENITES, V. M.; ASSIS, R. L.; SIMON, G. A. Métodos de amostragem de solos em áreas sob plantio direto no sudoeste goiano, Campina Grande, PB. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.2, p.117-122, 2013.

ANTONIAZZI, L. B. Agricultura como Provedora De Serviços Ambientais para Proteção de Bacias Hidrográficas. In: **Revista Tecnologia & Inovação Agropecuária**, 2008.

BARRELLA, W.; PETRERE JÚNIOR, M.; SMITH, W. S.; MONTAG, L. F. A. As relações entre as matas ciliares, os rios e os peixes. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. **Matas ciliares: conservação e recuperação** 2.ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2001.

BELTRAME, A.V. **Diagnostico do meio ambiente físico de bacias hidrográficas: modelo de aplicação**. Florianópolis: UFSC, p.112, 1994.

BORSATO, F. H; MARTONI, A. M. Estudos da fisiografia das bacias hidrográficas urbanas no município de Maringá, PR. **Revista Acta Scientiarum Human and Social Sciences** , v.26, n.2, p.273-285, 2004

BORSATO, F.H. **Caracterização física das bacias de drenagem do município de Maringá e os postos de combustíveis como potenciais poluidores**. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Estadual de Maringá. Maringá– PR. 2005.

CARDOSO, C. A.; DIAS, H. C. T.; SOARES, C. P. B.; MARTINS, S. V. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio Debossan, Nova Friburgo, RJ. **Revista Árvore**, v. 30, n. 2, p. 241-248, 2006.

CARVALHO, W. M. VIEIRA, E. O. ROCHA, J. M. J; PEREIRA, A. K. S; CARMO, T. V. B. Caracterização fisiográfica da bacia hidrográfica do córrego do Malheiro, no município de Sabará – MG. **Revista Irriga**, v.14, n.3, p.398-412, 2009.

CHRISTOFOLETTI, A. Análise morfométrica de bacias hidrográficas. **Rev. Geomorfol**, Campinas, v.18, n.9, p.35-64, 1969.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgard Blucher, 1974.

COMITÊ DE BACIAS HIDROGRÁFICAS DO RIO PARANAÍBA (CBH PARANAÍBA). **Municípios da Bacia**. Disponível em:< <http://www.cbhparanaiba.org.br/>>. Acesso em 24 Ago. 2015.

GALVÍNCIO, J. D.; SOUSA, F. de A. S. de. Uso do modelo TOPAZ para a caracterização fisiográfica da bacia hidrográfica do açude Epitácio Pessoa. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 9, n. 3, p. 69-75, 2004.

GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. **Degradação ambiental**. In: CUNHA, S. B. Geomorfologia e meio ambiente. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. p. 337-339, 1996.

- HORTON, R. E. Erosional development of streams and their drainage basin: Hydrophysical approach to quantitative morphology. **Geol. Soc America Bulletin**, v.3, n.56, 1945.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo demográfico, 2010**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acessado em: 17 Ago. 2015.
- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). 2015. **Dados climáticos da Estação de Rio Verde**: serie histórica de 1961 a 2015. Banco de dados do Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/>> Acesso em: 24 Ago. 2015.
- KIRPICH, T.P. Time of Concentration of Small Agricultural Watersheds. **J. of Civ. Eng.**, v.10, n.6, p. 362, 1940.
- LANA, C. E.; ALVES, J. M. de P.; CASTRO, P. T. A. Análise morfométrica da bacia do Rio do Tanque, MG - BRASIL. **REM: Revista Escola de Minas**, Ouro Preto, v. 54, n. 2, p. 121-126, 2001.
- LIMA, W. P. **Princípios de manejo de bacias hidrográficas**. Piracicaba: ESALQ. USP, 1976.
- LIMA, W. P. **Hidrologia florestal aplicada ao manejo de bacias hidrográficas**. ESALQ/USP: Piracicaba, 2.ed.,p. 245, 2008.
- MACHADO, P. J. O. **Diagnostico Físico-Ambiental da Bacia Hidrográfica do Córrego São Pedro: um exercício acadêmico de gestão dos recursos hídricos**. Ubá-MG Ed. Geographia, consultoria, estudos e projetos ambientais. 72p. 2010.
- MOSCA, A. A. O. **Caracterização Hidrológica de Duas Microbacias Visando a Identificação de Indicadores Hidrológicos para o Monitoramento Ambiental do Manejo de Florestas Plantadas**. Dissertação (Mestrado em Recursos florestais). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba/SP. 2003.
- PAIVA, J. B. D.; PAIVA, E. M. C. D. (Orgs.). **Hidrologia aplicada à gestão de pequenas bacias hidrográficas**. Porto Alegre: ABRH. 625 p. 2001.
- PINTO, L. V. A. **Caracterização física da sub-bacia do ribeirão Santa Cruz, Lavras-MG e propostas de recuperação de suas nascentes**. 2003. 157 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.
- PORTO, R. M. **Hidráulica Básica**. Universidade de São Paulo, São Paulo: 4ª edição, 1999.
- ROCHA, E.; REYS, P.; SILVA, P. O.; SOARES, M. P.; Florística e Fitossociologia em um fragmento de cerrado no sudoeste de Goiás. **Revista Global Science and Technology**, v.07, n.03, p.110-118, 2014.
- SANTOS, G. O.; HERNANDEZ, F. B. T. Uso do solo e monitoramento dos recursos hídricos no córrego do Ipê, Ilha Solteira, SP. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.1, p.60-68, 2013.
- SILVA, A. M.; MELLO, C. R. **Apostila de Hidrologia**. Universidade Federal de Lavras, 2008.
- STRAHLER, A. N. Quantitative analysis of watershed geomorphology. **Transactions of the American Geophysical Union**, v.38, p.913-920, 1957.

STRAHLER, A. N. **Quantitative geomorphology of drainage basins and channel networks**. In: CHOW, Ven Te (Ed.). Handbook of applied Hidrology. New York: McGraw-Hill, p. 4.39-4.76, 1964.

TONELLO, K. C. **Análise hidroambiental da bacia hidrográfica da cachoeira das Pombas**, Guanhães, MG. 2005. 69p. Tese (Doutorado em Ciências Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2005.

TUCCI, C. E. M. **Drenagem Urbana e Controle de Inundação**. São Paulo, Editora da Unisinos. 1999.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. Núcleo de Estudos da Água. **Hidrologia da bacia do Itacorubi**. Florianópolis, 2002.

VIEIRA, E. de O. **Águas superficiais e subterrâneas**. Montes Claros: UFMG/NCA, 2006.127 f. Manuscrito.

VILLELA, S. M.; MATTOS, A. **Hidrologia aplicada**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, p. 245, 1975.