

# Análise morfométrica e uso da terra da Bacia do Rio Caititu no Município de Francisco Sá/ MG

## *Morphometric analysis and land use of the Caititu River Basin in the Municipality of Francisco Sá / MG*

Maria Tereza Pereira dos Santos<sup>1(\*)</sup>

### Resumo

Conhecer e analisar as características morfométricas, bem como o uso da terra presentes em uma bacia hidrográfica é de grande importância para o melhor gerenciamento de seus recursos hídricos. Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo analisar morfometricamente a Bacia Hidrográfica do Rio Caititu, localizada no Município de Francisco Sá – MG, além de identificar qual tipo de uso da terra existe nessa área. Para a realização deste trabalho, utilizaram-se ferramentas advindas das geotecnologias que auxiliam e facilitam a obtenção dos dados morfométricos e de uso e ocupação da terra de uma determinada bacia, além de cálculos matemáticos propostos por Christofolletti (1980). A partir desses métodos, foi possível gerar índices e mapas que permitiram, entre outros resultados, inferir que morfometricamente a Bacia do Caititu é menos propensa a enchente, apresenta um relevo pouco dissecado, predominam as classes de relevo suavemente ondulada a fortemente ondulado. Quanto ao uso da terra, predomina a vegetação nativa, porém a pastagem e o solo exposto são classes que apresentam áreas consideráveis dentro da bacia.

**Palavras Chaves:** Rede Hidrográfica. Geotecnologias. Relevo.

### Abstract

Knowing and analyzing the morphometric characteristics as well as the land use present in a river basin is of great importance for the better management of its water resources. In this way, the present work aims to analyze morphometrically the catchment area of the Caititu river, located in the municipality of Francisco Sá - MG, besides identifying which type of land use exists in this area. To this end, tools were used from geotechnologies that help and facilitate the obtaining of morphometric data and land use and occupation of a given basin, as well as mathematical calculations proposed by Christofolletti, 1980, for this work. From these methods it was possible to generate indices and maps that allow among other results to infer that morphometrically the Caititu basin is a basin less prone to flood, presents a relief not dissected, predominates the classes of relief from gently to strongly. As for land use, native vegetation predominates, but pasture and exposed soil are classes that present considerable areas within the basin.

**Key words:** Hydrographic network. Geotechnology. Relief.

---

1 Geógrafa; Mestranda do Programa de Pós Graduação em Geografia; Universidade Estadual de Montes Claros (Unimontes); Endereço: Avenida Dr. Ruy Braga. S/N, Vila Mauriceia, CEP: 39401-089, Montes Claros-MG, Brasil; E-mail: marythere2020@gmail.com; (\*) Autor para correspondência

Recebido para publicação em 25/11/2018 e aceito em 11/11/2019

## INTRODUÇÃO

Atualmente, são discutidos cada vez mais temas de ordem ambiental, buscando entender a dinâmica que ocorre nesse meio, tendo em vista que a relação homem natureza nem sempre é harmônica, pois a forma de uso e ocupação dos espaços, na maioria das vezes, provoca desequilíbrios ambientais que comprometem as futuras gerações de usufruírem dos bens proporcionados pela natureza.

Partindo do pressuposto de que existem inúmeras análises possíveis de serem realizadas tendo como objeto a bacia hidrográfica, neste trabalho foi escolhida a análise morfométrica que para Christofolletti (1980 p. 106), é uma análise quantitativa da rede que compõe a bacia de drenagem.

De acordo com Lima, Cunha e Santos (2010), os estudos morfométricos sobre redes de drenagem iniciaram-se na década de 1940, por Horton. Esses estudos estabeleciam leis quantitativas sobre o desenvolvimento dos canais de drenagem fluvial e de suas bacias hidrográficas.

É necessário destacar a importância de saber o ordenamento da rede fluvial de uma bacia hidrográfica, o que torna a análise morfométrica ferramenta indispensável para entender as relações dos elementos que a compõem e as formas do relevo (MORAIS e ALMEIDA, 2010). A análise morfométrica de uma bacia hidrográfica pode auxiliar na interpretação do comportamento hidrodinâmico e geomorfológico, além de possibilitar o entendimento da origem e dinâmica (atual) de um sistema hidrográfico (RODRIGUES E ADAMI, 2005). Ainda sobre a importância da análise morfométrica em uma bacia, considera-se o fato de a mesma possibilitar o entendimento de várias questões ligadas à geomorfologia, uma vez que os cursos d'água dão origem a processos morfogenéticos dos mais ativos na esculturação da paisagem terrestre (CHRISTOFOLETTI, 1980).

Para Christofolletti (1980)

A análise morfométrica de bacias hidrográficas inicia-se pela ordenação dos canais fluviais, com a finalidade de estabelecer a hierarquia fluvial. Esta, por sua vez, consiste no processo de se estabelecer a classificação de determinado curso d'água (ou da área drenada que lhe pertence) no conjunto total da bacia hidrográfica na qual se encontra. Ainda segundo o autor, isso é realizado com a função de facilitar e tornar mais objetivos os estudos morfométricos sobre as bacias hidrográficas. (CHRISTOFOLETTI, 1980, p.109).

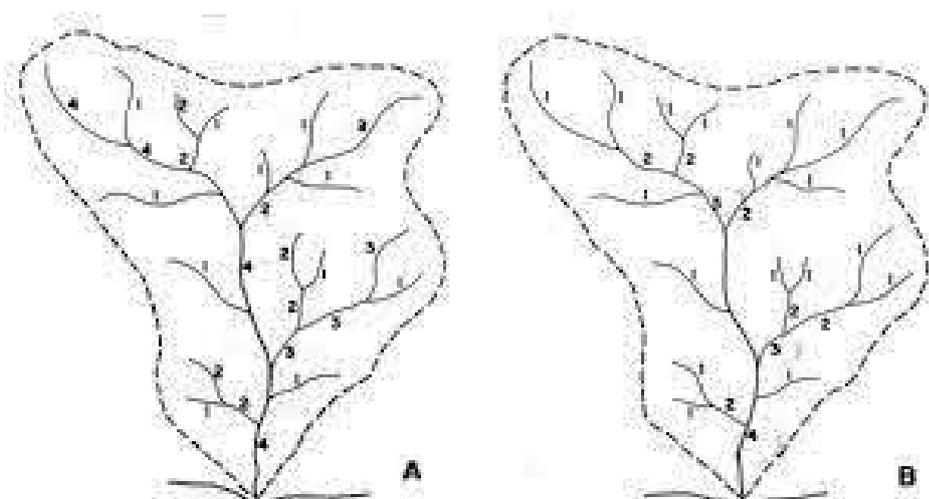
Dessa forma, com base nas palavras de Lima, Cunha e Santos (2010), pode-se dizer que a análise morfométrica relaciona as características fisiográficas de uma bacia hidrográfica com o comportamento da dinâmica hidrográfica e ambiental da mesma, tornando esses estudos essenciais na compreensão da dinâmica do meio.

Para Christofolletti (1980), os estudos de análise morfométrica de bacias devem ser realizados a partir de quatro parâmetros, a saber: Hierarquia Fluvial, Análise Areal, Análise Linear e Análise Hipsométrica.

A Hierarquia Fluvial consiste na ordenação dos cursos d'água que compõe uma bacia hidrográfica. Para essa ordenação existem metodologias de classificação diferentes. As mais conhecidas são as de Horton e Strahler. Considerando a metodologia de Horton, os canais de primeira ordem são aqueles que não recebem tributários; os de segunda ordem somente receberam tributários de primeira ordem; os canais de terceira ordem podem receber tributários de segunda ordem como de ordem inferior e assim sucessivamente. Ainda de acordo com o método de Horton, o canal principal tem sua ordem determinada desde sua nascente até a sua confluência (Christofolletti, 1980).

Já a metodologia proposta por Strahler diz que os canais de primeira ordem são aqueles que não possuem tributários; ao confluirem com outro canal de primeira ordem, formam os canais de segunda ordem, que só recebem tributários de primeira ordem. Os canais de terceira ordem surgem da confluência de dois canais de segunda ordem podendo receber tributários de ordem inferior e assim por diante, diferente da proposta de Horton, Strahler desconsidera a ideia de que o rio principal tem sua ordem definida desde sua nascente (CHRISTOFOLETTI, 1980). A Figura 01, demonstra como seria a hierarquização de uma bacia conforme Horton (A) e de acordo com Strahler (B).

### Figura 01 – Modelos de hierarquização de Bacias



Org.: SANTOS, M.T.P. 2018.

A Análise Linear tem como função quantificar os índices e as relações da rede hidrográfica, cujas medições são realizadas ao longo das linhas de escoamento. Os índices analisados dentro dessa perspectiva são: relação de bifurcação, relação entre o comprimento médio dos canais de cada ordem, relação entre o índice do comprimento médio dos canais e índice de bifurcação, comprimento do rio principal, extensão do percurso superficial, relação do equivalente vectorial e gradiente dos canais (CHRISTOFOLETTI, 1980).

Já a Análise Areal consiste em medir as formas planimétricas, além dos atributos lineares e, para isso, mensura-se a área da bacia, o comprimento da bacia, a relação entre o comprimento do rio principal e a área da bacia, a forma da bacia, a densidade dos rios, a densidade da drenagem, a densidade de segmentos da bacia, a relação entre as áreas das bacias e o coeficiente de manutenção (CHRISTOFOLETTI, 1980).

Por fim, a Análise Hipsométrica busca relacionar as áreas horizontais da bacia com a altitude. Dessa forma, utiliza como parâmetros a curva hipsométrica, o coeficiente de massividade e o coeficiente orográfico, a amplitude altimétrica máxima e mínima da bacia, a relação do relevo e o índice de rugosidade (CHRISTOFOLETTI, 1980).

Esses parâmetros, utilizados pela análise morfométrica, devem ser usados a partir da necessidade de cada pesquisa, uma vez que cada um possui uma função e fornece uma informação diferente.

O estudo do uso e ocupação da terra consiste em diagnosticar como ocorre a ocupação de uma dada unidade espacial, no intuito compreender os processos no espaço e de garantir o uso mais consciente dos recursos. O entendimento de sua dinâmica é imprescindível para estudos

ambientais, tendo em vista que um mau planejamento do uso e ocupação do solo pode gerar danos ambientais em escalas irreversíveis (SILVEIRA, 2009).

Vale ressaltar aqui a importância do desenvolvimento das geotecnologias, que auxilia e facilita a obtenção dos dados morfométricos de uso e de ocupação da terra em uma determinada bacia. Conforme Rosa (2005), “As geotecnologias são um conjunto de tecnologias para a coleta, o processamento, a análise e a oferta de informações com referência geográfica” (ROSA, 2005, p. 81).

Dentre as técnicas realizadas a partir do uso das chamadas geotecnologias para a obtenção e tratamento de dados de uma dada unidade espacial, destacam-se o Sensoriamento Remoto e o Sistema de Informação Geográfica- SIG. Para Meneses e Almeida (2012), o Sensoriamento Remoto trata-se de “(...) uma ciência que visa o desenvolvimento da obtenção de imagens da superfície terrestre por meio da detecção e medição quantitativa das respostas das interações da radiação eletromagnética com os materiais terrestres” (MENESES e ALMEIDA, 2012, p. 03).

O Sistema de Informação Geográfica consiste em uma ferramenta que pode ser utilizada em sistemas computacionais capazes de tratar dados geográficos e armazenar a sua geometria, bem como todos seus atributos que trazem consigo a sua localização terrestre representados numa projeção cartográfica, isto é, a sua georreferência (CÂMARA *et al.*, 2001).

Entende-se que o Sensoriamento Remoto e o SIG, trabalhados em conjunto, permitem realizar diversas análises espaciais, dentre elas, a dinâmica do uso e ocupação da terra, pois propicia maior entendimento da área estudada e, conseqüentemente, melhora as tomadas de decisões e de gerenciamentos.

De acordo com Vaeza *et al.*, (2010, p. 24), tais tecnologias “[...] tornaram-se ferramentas úteis e indispensáveis no monitoramento da dinâmica de uso e ocupação das terras, pelo fato de propiciar maior frequência na atualização de dados, agilidade no processamento e viabilidade econômica”.

Tendo em vista que no passado as análises morfométricas eram feitas a partir de análises em cartas topográficas, o advento das geotecnologias pode ser considerado como instrumento facilitador além de diminuir o tempo para a realização dessas pesquisas (LEITE *et al.*, 2012).

Nesse contexto, o presente trabalho pretende realizar uma análise morfométrica de uso e de ocupação da terra da Bacia Hidrográfica do Rio Caititu, localizada no Município de Francisco Sá, na Mesorregião Norte de Minas. A relevância dessa pesquisa justifica-se pela necessidade de se conhecerem as características ambientais da referida bacia hidrográfica, para melhor planejar e gerenciar sua área, uma vez que são escassos estudos dessa ordem, além de servir como base para futuros estudos.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

### **Caracterização da Área**

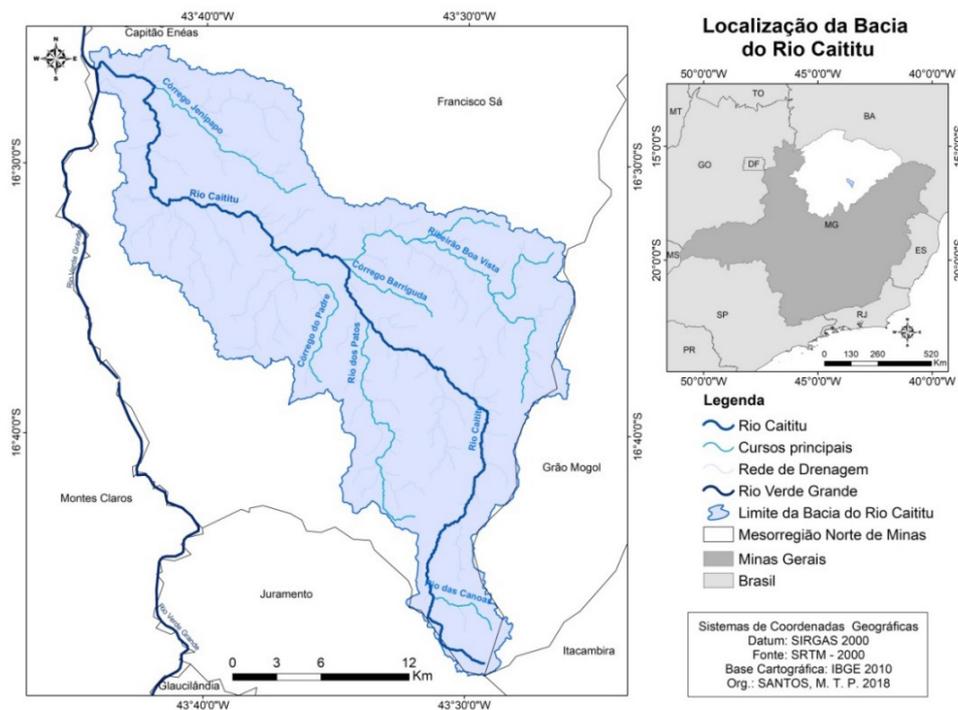
A Bacia do Rio Caititu localiza-se no Município de Francisco Sá, que está inserido na Mesorregião Norte de Minas Gerais. Nessa região, há o predomínio de municípios de pequeno porte, caracterizados por uma baixa taxa de urbanização, com o dinamismo da economia mais limitado, predominantemente sustentada na agropecuária de subsistência e no extrativismo (FREDERICO, 2009). Outra característica importante do Norte de Minas é o fato de estar inserido numa área de transição de clima tropical semiúmido para semiárido. Daí o predomínio

de um regime pluviométrico marcado por baixas precipitações ao ano, variando de 500 a 800 mm que ocorrem de forma concentrada em seis meses do ano e, nos outros seis meses, a população convive com a estiagem que impõe, em parte, limitações às atividades econômicas, além de problemas com escassez hídrica (SANTOS e LEITE, 2010, p. 1-2).

O Município de Francisco Sá está totalmente inserido dentro da Bacia Hidrográfica do Rio Verde Grande que, por sua vez, é afluente da margem direita do Rio São Francisco. O município é drenado por cinco sub-bacias do Verde Grande, a saber: Gorutuba, Quem-Quem, São Domingos, Caititu e Cana Brava, além do próprio Rio Verde Grande que limita Francisco Sá e Montes Claros. Mesmo apresentando uma quantidade razoável de bacias hidrográficas, o município enfrenta graves problemas de escassez hídrica, pois a maioria dos rios que o drenam são intermitentes, e os que são perenes, na época da estiagem, apresentam uma vazão reduzida, além de problemas de degradação que agravam ainda mais a situação.

A Bacia do Rio Caititu está localizada na porção sul do Município de Francisco Sá (Figura 02). Ocupa uma área de 589,57 Km<sup>2</sup>, apresentando como principais cursos o Rio Caititu, o Córrego Jenipapo, o Córrego Barriguda, o Córrego do Padre, o Ribeirão Boa Vista e o Rio dos Patos. Em termos físicos, a Bacia do Caititu está localizada em uma área de cerrado com regimes pluviométricos baixos, que varia de 500 a 800 milímetros por ano (SANTOS e LEITE, 2010, p. 1).

**Figura 02 – Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Caititu**



Org.: SANTOS, M.T.P. 2018.

Geologicamente a área da bacia é composta pela Formação Serra Santa Helena, Lagoa do Jacaré, Serra do Catuni e Cobertura Superficial Indiferenciada, onde a Formação de maior predomínio é a Serra de Santa Helena, a Serra de Catuni e a cobertura Superficial Indiferenciada que ocupam a borda leste e sudeste da bacia ( MACHADO, 2010).

Geomorfologicamente, de acordo com a base do IBGE, na Bacia do Caititu, existem três formações geomorfológicas: na porção leste e sudeste, localizam-se as Serras do Espinhaço

Central; no interior os Patamares do Espinhaço que por sua vez, ocupa a maior área da bacia; na porção oeste e noreste, encontra a Depressão do Médio Rio São Francisco (IBGE, 2018).

Referindo-se à pedologia da área da Bacia do Caititu, observa-se que existe uma variação quanto à ocorrência de solos como: Neossolo Litólico, Argissolo Vermelho Amarelo, Nitossolo Háptico, Latossolo Vermelho e Latossolo Vermelho Amarelo (GUIMARÃES; GROSSI-SAD; FONSECA, 1997), com predomínio do Neossolo Litólico; especificamente, a nascente encontra-se localizada em área de Latossolo Vermelho.

Conforme levantamento de campo, o Rio Caititu tem sua nascente na Serra de Catuni, em uma altitude de 1.168 metros por onde percorre cerca de 71,5 Km até desaguar no Rio Verde Grande em uma altitude de 537 metros.

A atividade econômica predominante na área é a pecuária, e essa atividade depende da disponibilidade hídrica da bacia para o seu desenvolvimento. Entre os problemas presentes na bacia, vale ressaltar a escassez hídrica que se deve, em parte, ao próprio regime natural, mas que se agrava devido às atividades antrópicas, como o desmatamento que acaba assoreando os leitos fluviais.

## Metodologia

Para a realização deste trabalho, utilizaram-se, como métodos para obtenção dos resultados, o levantamento bibliográfico, técnicas de geoprocessamento, além de cálculos propostos por Christofolletti (1980).

No primeiro momento, buscou-se fazer um levantamento bibliográfico de autores que abordam a temática do trabalho, a saber: Christofolletti (1980); Lima (1996); Lima, Cunha e Santos (2010); Morais e Almeida (2010); Rodrigues e Adami (2005); Rosa (2005); Meneses e Almeida (2012); Câmara et al. (2001); Leite, Almeida e Silva (2012).

Para o mapeamento cartográfico, adquiriu-se um Modelo Digital de Elevação - MDE na escala de 1:250.000, cuja resolução espacial é de 30 metros, oriundos da missão SRTM disponibilizadas gratuitamente no sítio EMBRAPA. As cartas utilizadas foram: SE-23-X-A, SE-23-X-B.

Para fazer o processamento e obter os dados de área da bacia, rede de drenagem, hipsometria e declividade utilizou-se a ferramenta Hydrology do software ArcGis na versão 10.2.1, licenciada pelo Laboratório de Geoprocessamento da Universidade Estadual de Montes Claros. Com esses dados coletados, iniciou-se a terceira etapa da pesquisa, na qual realizaram-se cálculos para a análise morfométrica da bacia, com base em fórmulas propostas por Christofolletti (1980), conforme ilustrado na Tabela 01.

Feito isso, obteve-se: imagens do sensor OLI do satélite Landsat 8 do ano de 2018, da área de alcance da Bacia Hidrográfica do Rio Caititu, disponibilizadas no catálogo de imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE; a realização da análise do uso e ocupação da terra da referida bacia.

A área da bacia localiza-se em apenas uma cena de órbita 218 e ponto 072. A cena escolhida foi do dia 06 do mês de julho de 2018 do satélite Landsat – 8 sensor OLI. Após a escolha das imagens e cenas a serem adquiridas, foram selecionadas as bandas das imagens de acordo com o objetivo almejado, em que as bandas escolhidas foram 4, 5 e 6. A escolha dessas bandas justifica-se pelo fato de que a banda 4 encontra-se na faixa do vermelho da resolução espectral (0,64 a 0,67  $\mu\text{m}$ ) permitindo, assim, a identificação das matas de galeria. A banda 5 está no infravermelho próximo da resolução espectral (0,85 – 0,88  $\mu\text{m}$ ), onde é possível diferenciar eucaliptos e áreas

**Tabela 01 – Parâmetros usados na Análise Morfométrica da Bacia do Rio Caititu**

Parâmetros usados na Análise Morfométrica da Bacia do Rio Caititu			
Parâmetro	Descrição	Equação	Variáveis
Análise Linear			
Relação de bifurcação (Rb)	Razão entre o número total de canais de certa ordem e o número total de canais de ordem superior.	$Rb = \frac{Nw}{Nw + 1}$	<u>Nw</u> é o número total de canais de determinada ordem; <u>Nw+1</u> corresponde ao número total de canais de ordem imediatamente superior.
Extensão do percurso superficial (Eps)	Média da distância percorrida pela enxurrada entre o interflúvio e o rio permanente.	$Eps = \frac{1}{2Dd}$	<u>Eps</u> é a extensão do percurso superficial; <u>Dd</u> é a densidade de drenagem.
Índice de sinuosidade do canal Principal (Is)	Relação entre o comprimento verdadeiro do canal principal com o comprimento em linha reta entre os pontos extremos do canal principal.	$Is = \frac{L}{Dv}$	<u>L</u> é o comprimento do canal principal (Km); <u>Dv</u> é a distância vetorial (Km) entre os pontos extremos do mesmo canal
Análise Areal			
Índice de circularidade (Ic)	Relação entre a área da bacia e área do círculo, o resultado é adimensional que varia entre 0 e 1	$Ic = \frac{12,57 * A}{P^2}$	<u>A</u> é a área da bacia (Km <sup>2</sup> ); <u>P</u> é o perímetro (Km) da bacia.
Densidade de rios (Dr) ou densidade hidrográfica (Dh)	Relação entre o número de rios e a área de uma dada bacia.	$Dr = \frac{N}{A}$	<u>N</u> representa o número total de rios ou cursos d'água; <u>A</u> área da bacia hidrográfica (Km <sup>2</sup> ).
Densidade de drenagem ( Dd)	Correlação entre o comprimento total dos canais com a área da bacia hidrográfica (Km <sup>2</sup> ).	$Dd = \frac{Lt}{A}$	<u>Lt</u> é o comprimento total dos canais (Km); <u>A</u> é a área total da bacia (Km <sup>2</sup> )
Coefficiente de manutenção (Cm)	Corresponde à área necessária para a formação de um canal com fluxo perene, além de ser considerado pelo referido autor como um dos parâmetros mais importantes para a realização de análises morfométricas	$Cm = \frac{1}{Dd}$	<u>Cm</u> é o coeficiente de manutenção; <u>Dd</u> é a densidade de drenagem

Coeficiente de Compacidade (Kc)	Relação entre o perímetro (P) e a circunferência de círculo de área igual a da bacia hidrográfica	$Kc = \frac{0,28 * P}{\sqrt{A}}$	<u>A</u> área da bacia hidrográfica, em Km <sup>2</sup> ; <u>P</u> perímetro da bacia hidrográfica, em Km.
Fator forma (Kf)	É a relação entre a largura média e o comprimento axial da bacia hidrográfica.		<u>A</u> área da bacia. <u>L</u> comprimento do eixo da bacia (da foz ao ponto extremo mais longínquo no espigão).

### Análise Hipsométrica

Amplitude altimétrica (Hm)	Diferença altimétrica entre a foz e a maior altitude situada num determinado ponto da área da bacia.	$Hm = H_{max} - H_{min}$	<u>Hmax</u> é a altitude máxima; <u>Hmin</u> é a altitude mínima.
Relação de Relevo (Rr)	Relação entre a amplitude altimétrica máxima da bacia e sua extensão,	$Rr = \frac{Hm}{Lh}$	<u>Hm</u> é a amplitude altimétrica; <u>Lh</u> comprimento do eixo da bacia.
Índice de Rugosidade	Razão entre amplitude altimétrica e densidade de drenagem	$Ir = H * Dd$	<u>H</u> representa a amplitude altimétrica; <u>Dd</u> é a densidade de drenagem.

Fonte: CHRISTOFOLETTI, 1980. Org.: SANTOS, 2018.

agrícolas; e a banda 6 possui resolução espectral na faixa do infravermelho médio (1,57 e 1,65 um) apresentando sensibilidade ao teor de umidade das plantas (INPE, 2018).

Após a obtenção das bandas, utilizou-se o ArcGis 10.2.1 para fazer a composição multispectral das imagens, ficando a seguinte composição: R6, G4 e B5. Feito isso, sobrepôs o limite da bacia às imagens e recortou-se a imagem para poder realizar o procedimento de classificação de uso e ocupação da terra da área da bacia.

Assim, iniciou-se o processo de pré-classificação da imagem. Primeiro, vetorizaram-se máscaras de classes de ocupação da terra, identificada como eucalipto e área de preparo. Em seguida, utilizou-se a técnica de classificação supervisionada baseada no princípio de proximidade de pixels semelhantes, que consiste em pegar amostras das classes semelhantes na área estudada. Para obter as classes de uso da terra utilizou-se o classificador MAXVER, ferramenta do ArcGis 10.2.1. A chave de interpretação para a classificação da imagem ficou da seguinte forma, conforme visualiza no Quadro 1.

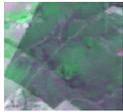
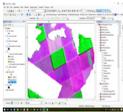
Feita a pré-classificação, realizou-se o trabalho de campo na área da bacia para confirmação dos dados.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos métodos utilizados para a caracterização morfométrica da Bacia Hidrográfica do Rio Caititu, embasado em Christofolletti (1980), foram encontrados os seguintes resultados.

No que diz respeito ao padrão de drenagem da Bacia do Rio Caititu, ela se configura como dentrítica, tipo de drenagem que lembra a configuração de uma árvore, devido suas ramificações, ou seja, seus afluentes

## Quadro 01 – Chave de Interpretação utilizada para a classificação da imagem

Classes de uso e ocupação	Representação na imagem Landsat8 (composição R6, G4, B5).	Classes de uso e ocupação	Representação na imagem Landsat8 (composição R6, G4, B5).
Cerrado		Área de preparo	
Mata Seca		Eucalipto	
Solo Exposto e Pastagem			

Org. SANTOS, M. T. P. 2018.

sempre se unirem ao curso principal. Quanto ao padrão de escoamento da bacia, ela se caracteriza como exorréica, pois seu escoamento se dá de forma contínua até o mar (CHRISTOFOLETTI, 1980).

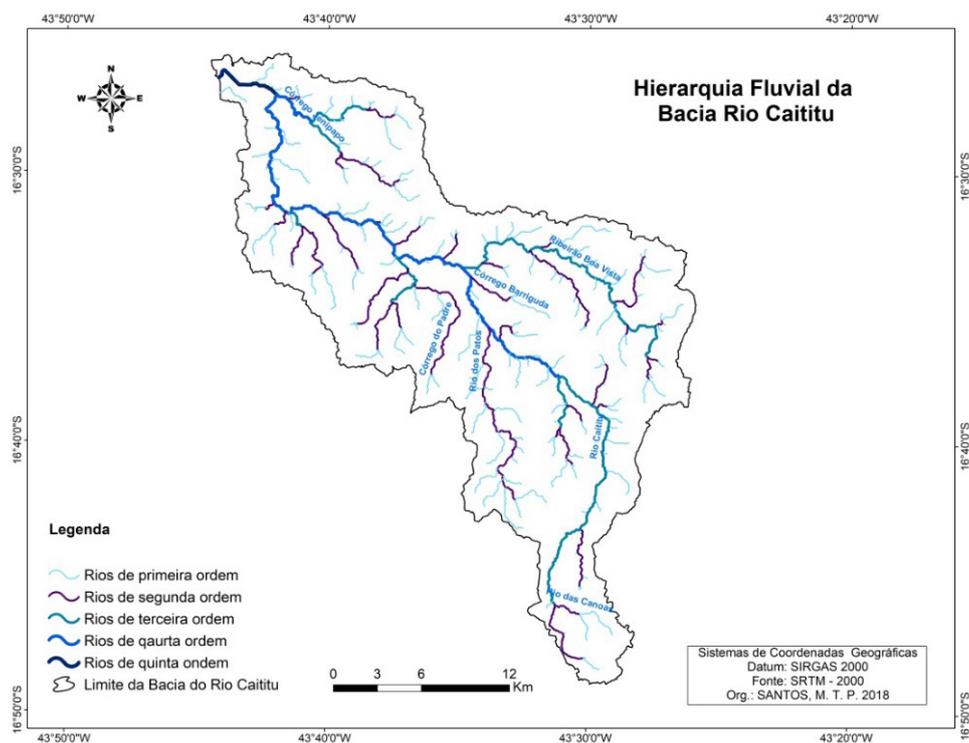
A Bacia do Rio Caititu (figura 03 e quadro 02) apresenta uma hierarquização de quinta ordem, conforme método aplicado por Strahler (1952), citado por Christofolletti (1980). A bacia apresenta 175 canais de primeira ordem, totalizando 209,3 km de extensão; 81 segmentos de segunda ordem que, somados, resultam em 117,4 km, com 62,5 km de extensão; 46 canais de terceira ordem, seguidos por 40 canais de quarta ordem que apresentam juntos 42,1 km de extensão, e 1 canal de quinta ordem com 5 km de extensão. Dessa forma, consta-se que a bacia possui 343 seguimentos de drenagem, que, juntos, totalizam 436,3 km de extensão.

A Tabela 03 apresenta os resultados da análise linear da Bacia do Rio Caititu, que consistiu em Relação de Bifurcação dos canais, Extensão do percurso superficial e Índice de sinuosidade do canal principal.

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 03, pode-se dizer que, no que tange à relação de bifurcação dos canais da bacia, percebe-se que sua relação de bifurcação média é de 3,27 metros, influenciada pela menor quantidade de canais de hierarquia maior. Esse resultado implica o grau de dissecação da bacia, em que, quanto maior for o índice, maior será o grau de dissecação (CASTRO e CARVALHO, 2009). Portanto, levando em consideração a bifurcação média da bacia do Caititu, pode-se dizer que seu relevo é pouco dissecado. Outra consideração cabível em relação à bifurcação diz respeito à permeabilidade dos solos, na qual, quanto maior o resultado menor permeabilização do solo e quanto menor o resultado, maior a permeabilidade (SOUZA, 2005). Nesse sentido, os tipos de solos presentes na bacia podem ser classificados como solos de boa permeabilidade.

Quanto ao índice de sinuosidade, Lana *et al.*, (2001) pontuam que valores próximos a 1,0 é referente a canais retilíneos; valores entre 1,0 e 2,0 indicam canais com formas transicionais, regulares e irregulares e os valores acima de 2,0 indicam que os canais são tortuosos. O resultado encontrado no canal principal do Rio Caititu foi de 1,48, o que mostra que o canal apresenta formas transicionais. Na Tabela 04, tem-se os resultados da análise areal encontrados na Bacia do Rio Caititu.

**Figura 03 – Hierarquia Fluvial da Bacia do Rio Caititu**



Org.: SANTOS, M.T.P. 2018.

**Tabela 02 – Características da hierarquia fluvial da Bacia do Caititu**

Hierarquia Fluvial			
Ordens	Quantidade de Canais	Comprimento dos Canais (Km)	Comprimento Médio dos Canais (Km)
1º	175	209,3	1,20
2º	81	117,4	1,45
3º	46	62,5	1,36
4º	40	42,1	1,05
5º	1	5	5,00
<b>Total</b>	<b>343</b>	<b>436,3</b>	<b>6,06</b>

Org.: SANTOS, M.T.P. 2018.

**Tabela 03 – Resultados da Análise Linear da Bacia do Caititu.**

Análise Linear		
Parâmetro	Resultado	
Relação de Bifurcação (Rb)	1º - 2º	2,16
	2º - 3º	1,76
	3º - 4º	1,15
	4º - 5º	40,0
	<b>Média</b>	<b>11,26</b>
Extensão do percurso superficial (Eps)	0,68	
Índice de sinuosidade do canal Principal (Is)	1,48	

Org.: SANTOS, M.T.P. 2018.

**Tabela 04 – Resultados da Análise Areal da Bacia do Caititu**

Análise Areal	
Parâmetro	Resultado
Índice de circularidade (Ic)	0,25
Densidade de rios (Dr) ou densidade hidrográfica (Dh)	0,59
Densidade de drenagem ( Dd)	0,74
Coefficiente de manutenção (Cm)	1.351,35
Coefficiente de Compacidade (Kc)	1,9
Fator forma ( $\frac{A}{L^2}$ )	0,38

Org.: SANTOS, M.T.P. 2018.

O Índice de circularidade indica o formato da bacia em relação a um círculo, onde valores até 0,51 indicam uma bacia mais alongada, o que facilita o processo de escoamento, sendo assim, considerada menos propensa a enchentes. Valores acima de 0,51 apontam bacias com formato mais circular, ou seja, possuem maior propensão a enchentes rápidas devido ao seu lento escoamento (LANA *et al.*, 2001). Logo, o resultado encontrado na Bacia do Rio Caititu é de 0,25, indicativo de que a bacia é mais alongada e possui escoamento mais rápido dificultando, assim, suas cheias.

A densidade de rios ou densidade hidrográfica diz respeito à capacidade de a rede hidrográfica da bacia gerar novos cursos d'água, em função das características pedológicas, geológicas e climáticas da área. Considerando que o índice de densidade de rios ou hidrográfica da Bacia do Rio Caititu é de 0,59, pode-se dizer que a bacia possui baixa capacidade de gerar novos cursos d'água.

A densidade de drenagem está relacionada com a capacidade de infiltração e de geração de novos canais superficiais, sendo influenciada diretamente pelas características climáticas, pedológicas e litológicas da área de estudo. Dessa forma, Borsato e Martoni (2004) e Lana *et al.*, (2001), pontuam que, em uma bacia com densidade de drenagem alta, o relevo está altamente dissecado e seus solos são vulneráveis à erosão e, conseqüentemente, impermeáveis. Com a declividade salta-se cobertura vegetal rala, o que facilita o escoamento superficial, possibilitando a formação de canais, o que dá mais volume à densidade de drenagem. Já as baixas densidades de drenagem são encontradas em bacias onde os solos são mais dificilmente erodidos, muito permeáveis e apresentam relevo suave, causando, assim, o baixo desenvolvimento da rede de drenagem.

Beltrame (1994) classifica a densidade de drenagem em faixas onde o valor é menor que 0,50 como de baixa densidade; de 0,50 a 2,00 uma densidade mediana; de 2,01 – 3,50 densidade alta e valores maiores que 3,50 como densidade de drenagem muito alta. O valor obtido para a Bacia do Rio Caititu é de 0,74, o que configura a rede de drenagem da bacia com capacidade média de infiltração e de gerar novos cursos d'água.

O coeficiente de manutenção é um parâmetro proposto por Schumm (1956) e diz respeito à área mínima necessária para sustentar um canal perene, ou seja, com fluxo constante (CHRISTOFOLETTI, 1980). Dessa maneira, na Bacia do Rio Caititu, a cada metro de curso fluvial é necessário 1,35 metros quadrados de área de contribuição para que o curso seja perene.

Para Villela e Mattos (1975), o coeficiente de compacidade faz relação entre o perímetro da bacia e a circunferência de um círculo de área igual à da bacia. Em que o resultado quanto mais próximo de 1,0, mais circular será a bacia e, assim, mais propensa a enchentes; e

quanto mais distante de 1,0, mais irregular será o formato da bacia, o que vai dificultar a ocorrência de enchentes. O resultado obtido na Bacia do Rio Caititu foi 1,9. Nesse sentido, pode-se dizer que a bacia apresenta uma forma irregular e não está propensa a enchentes.

O Fator forma é mais um parâmetro cuja função é dizer se a bacia é propensa à enchente ou não. Considerando que o mesmo leva em conta a relação entre a largura média e o comprimento axial da bacia, quanto menor for o resultado obtido, menor a propensão a enchentes da bacia e quanto maior o resultado, mais sujeita a enchentes a bacia estará (VILLELA E MATTOS, 1975). Então, na Bacia do Caititu o valor encontrado foi de 0,38, indicativo que essa bacia não está sujeita a enchentes.

A análise hipsométrica de uma bacia hidrográfica, leva em consideração a variação das altitudes das formas de relevo presentes na área e, assim, facilita a análise dos processos relacionados ao tipo de uso e ocupação do solo da bacia (MENDONÇA, 1999). A Tabela 05 apresenta resultados obtidos na análise hipsométrica realizada na Bacia do Caititu.

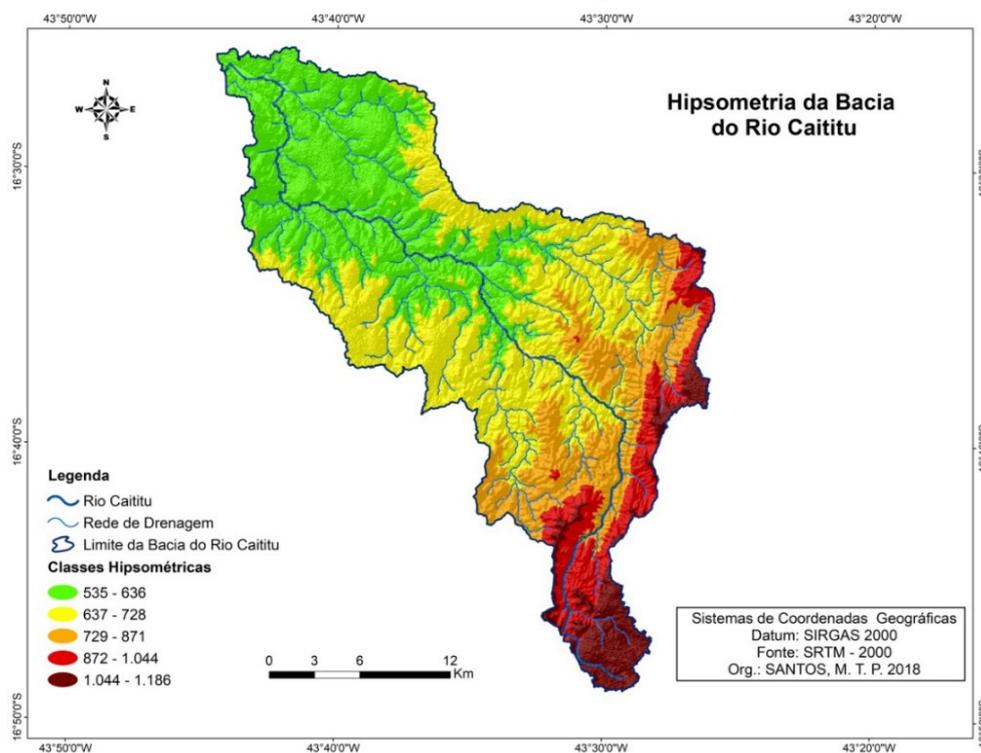
A Bacia Hidrográfica do Rio Caititu apresenta uma amplitude altimétrica de 651 metros, sendo a menor cota de 535 metros, situada na confluência com o Rio Verde Grande e a maior cota é de 1.186 metros, localizada na nascente do rio, conforme visualiza-se na Figura 04.

**Tabela 05 – Resultados da Análise Hipsométrica da Bacia do Caititu.**

<b>Análise Hipsométrica</b>	
<b>Parâmetro</b>	<b>Resultado</b>
Amplitude altimétrica (Hm)	651
Relação de Relevo (Rr)	13,22
Índice de Rugosidade (Ir)	481,74

Org.: SANTOS, M.T.P. 2018.

**Figura 04 – Hipsometria da Bacia Hidrográfica do Rio Caititu**



Org.: SANTOS, M.T.P. 2018.

As classes hipsométricas apresentadas na Tabela 06 foram divididas no software ArcGis, sendo definidas a partir de arredondamentos matemáticos, o que permite inferir que as classes altimétricas em maior predominância na bacia variam entre 535 a 728 metros e estão localizadas no baixo e médio curso, ocupando juntas uma área de 68,5 % do território da bacia. As classes de 1.045 a 1.186 metros ocupam a menor área da bacia que fica no montante da área da bacia.

**Tabela 06 – Classes Hipsométricas da Bacia do Rio Caititu**

Classe	Área (Km <sup>2</sup> )	Porcentagem (%)
535 - 636	206,8	35,1
637 - 728	196,8	33,4
729 - 871	96,9	16,4
872 - 1.044	50,2	8,5
1.045 - 1.186	38,9	6,6

Org.: SANTOS, M.T.P. 2018.

Levando em consideração a pontuação de Castro e Lopes (2001), ao dizerem que a amplitude altimétrica influencia na quantidade de energia solar recebida pela bacia e também ao afirmar que quanto maior forem as cotas altimétricas da bacia, menor será a quantidade de energia solar recebida pela mesma, pode-se dizer que a Bacia do Caititu é uma área que recebe uma maior quantidade de energia solar.

Através das representações da distribuição das inclinações das superfícies do relevo, é possível fazer a análise da declividade das vertentes, o que, conseqüentemente, possibilita um melhor entendimento do uso e ocupação do solo, o escoamento superficial e seus respectivos processos erosivos e o carregamento de materiais para os corpos hídricos da bacia (MENDONÇA, 1999).

Nessa perspectiva, ao utilizar o parâmetro de Relação de Relevo, obteve-se o valor 13,22. Segundo Schumm (1956), quanto maior o valor, maior será o desnível entre a cabeceira e o exutório, conseqüentemente, maior será a declividade média da bacia. Assim, considera-se que a Bacia do Caititu apresenta um desnível considerável das suas cotas altimétrica alta para as mais baixas, conforme se observa na Figura 05.

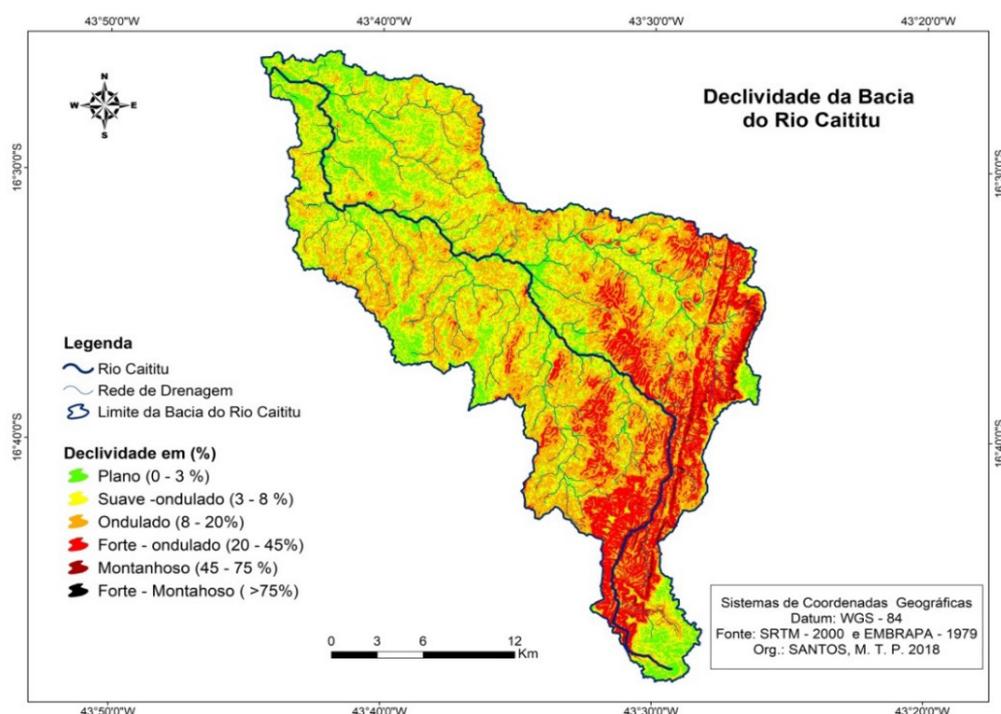
Na Tabela 07, é possível observar que a Bacia Hidrográfica do Caititu apresenta como classes predominantes de declives entre 3 – 8% e 8 – 20%, juntos correspondem a 384,8 km<sup>2</sup> equivalente a 65,6% da área total da bacia e possui uma área de 183,1 Km<sup>2</sup> de relevo ondulado.

Considerando os dados apresentados na Tabela 07 e ao analisar a Figura 05, o relevo da Bacia Hidrográfica do Rio Caititu pode ser caracterizado como suavemente ondulado a ondulado, em quase toda sua extensão, com apenas algumas áreas de relevo forte ondulado.

O Índice de rugosidade vai representar o aspecto da declividade e o comprimento da vertente através da razão entre amplitude altimétrica e densidade de drenagem, onde, os valores elevados do índice de rugosidade apontam que as vertentes são longas e íngremes. Isso permite dizer que bacias hidrográficas com índice de rugosidade elevado estão sujeitas a sofrerem cheias, partindo do pressuposto que são bacias de alta energia que convertem o fluxo de vertente em fluxo fluvial em menor tempo (LEITE *et al.*, 2012). Assim sendo, obteve-se como resultado de índice de rugosidade da Bacia do Caititu 481,74, considerado um índice elevado. Nesse sentido, possivelmente a bacia apresenta alta energia que converte o fluxo de vertente em fluxo fluvial em um tempo menor.

A classificação do uso da terra realizado na área da Bacia Caititu permitiu identificar cinco classes de uso, a saber: cerrado, mata seca, solo exposto e pastagem, eucalipto, área de corte de eucalipto, conforme apresentado na Figura 06.

**Figura 05 – Declividade da Bacia do Rio Caititu**



Org.: SANTOS, M.T.P. 2018.

**Tabela 07 – Declividade da Bacia do Caititu**

Declividade (%)	Relevo	Área (Km <sup>2</sup> )	Porcentagem (%)
0 -3%	Plano	109,2	18,5
3 – 8%	Suave ondulado	201,7	34,2
8 – 20%	Ondulado	183,1	31,1
20 – 45%	Forte ondulado	83,4	14,1
45 – 75%	Montanhoso	8,6	2,0
>75%	Forte montanhoso	0,5	0,1

Fonte: Embrapa, 1979. Org. SANTOS, M.T.P. 2018.

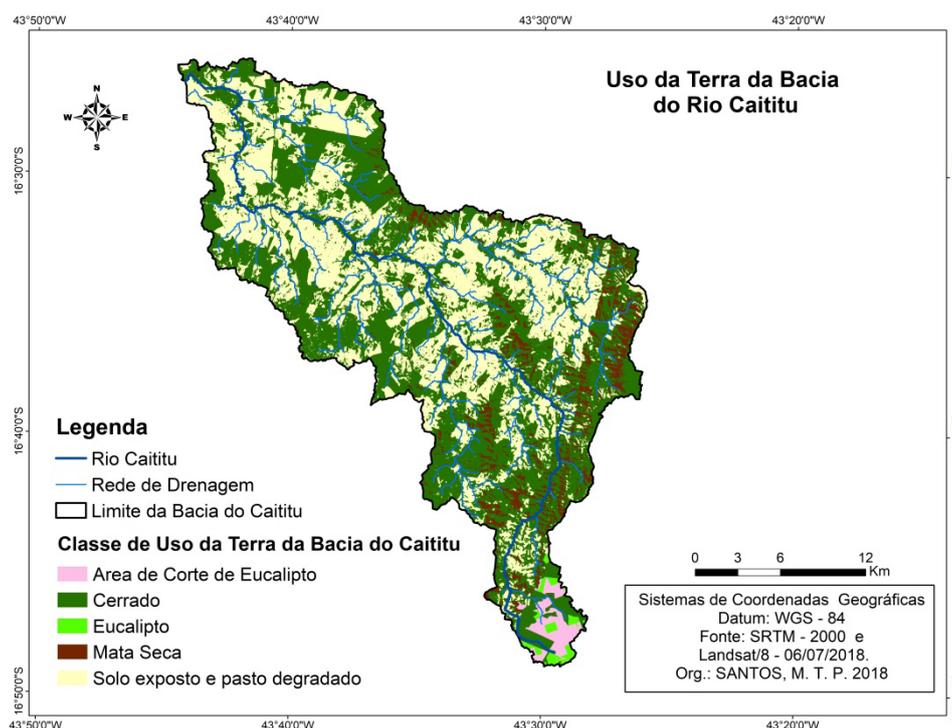
**Tabela 08 – Classes de uso da terra na Bacia do Rio Caititu**

Classe	Área (Km <sup>2</sup> )	Porcentagem (%)
Cerrado	301,4	51,1
Mata Seca	37,0	6,3
Solo exposto e pasto degradado	237,6	40,3
Eucalipto	4,4	0,7
Área de corte de Eucalipto	9,3	1,6
Total	589,6	100

Org.: SANTOS, M.T.P. 2018.

Para cada classe de uso da terra, identificou-se a área de ocupação dentro da bacia (Tabela 08). Assim, é possível dizer que o cerrado é a maior classe, com 301,4 km<sup>2</sup>, o que corresponde a 51,1 % da área total da bacia, seguido pela classe de solo exposto e pastagem que ocupam 40,3% da área, o que equivale a 237 Km<sup>2</sup>. Juntas essas duas classes apresentam um pouco mais que 91% de área total da bacia. Ainda, identificou-se a classe de mata seca com 6,3% da área, área de corte de eucalipto com 1,6% e eucalipto que ocupa a menor área da bacia ocupando apenas 0,7%.

**Figura 06 – Uso da Terra na Bacia do Rio Caititu**



Org.: SANTOS, M.T.P. 2018.

Através da realização do trabalho de campo na área de estudo, foi possível constatar que, na área da nascente do curso principal, localizado na Serra de Catuni, encontra-se a presença do cerrado, porém, na área de recarga da nascente, localiza-se a monocultura de eucalipto. A área destinada à plantação de eucalipto já foi cortada em dois terços.

Ao cruzar os dados de uso da terra com as classes de relevo da Bacia do Caititu, foi possível identificar o tipo de uso presente em cada fase do relevo, conforme apresentam os dados da Tabela 09.

**Tabela 09 – Classes de Usos da Terra em % por classes de relevo.**

Relevo	Cerrado	Mata Seca	Solo exposto e pastagem	Eucalipto	Área de preparo
Plano	18,1	7,2	19,1	53,1	47,1
Suave Ondulado	32,4	2,7	41,1	38,5	42,2
Ondulado	32,3	25,4	31,7	8,0	9,0
Forte Ondulado	16,4	41,5	7,7	0,4	1,7
Montanhoso	0,8	22,4	0,3	0,0	0,0
Forte Montanhoso	0,1	0,7	0,0	0,0	0,0

Fonte: Embrapa, 1979. Org. SANTOS, M.T.P. 2018.

A partir dos dados apresentados na Tabela 09, infere-se que o cerrado ocupa maior área nos relevos suave-ondulado e ondulado, o que representa 64,7 % da área total de cerrado presente na bacia, seguido de 18,1% em relevos planos e 16,4 em relevos montanhosos. A mata seca encontra-se localizada em evidência em relevos forte ondulado, ondulado e montanhosos, representando, respectivamente, 41,5%, 25,4% e 22,4% da sua área total presente na bacia. O solo exposto e pastagem ocupam com maior relevância as áreas de relevo plano (19,1%), suave ondulado (41,1%) e ondulado (31,7%). O eucalipto predomina nas áreas de relevo plano, onde

ocupa 53,1% e suave ondulado com uma área de 38,5%. Já a área de corte de eucalipto segue a mesma lógica de ocupação do eucalipto, considerando que são áreas onde antes existia a plantação da monocultura; assim, essa classe de uso está presente na sua maior parte em relevos planos com 47,1% e o relevo suave ondulado ocupa uma área de 42,2%.

Assim, é possível dizer que, quanto ao uso da terra na Bacia do Caititu, a vegetação nativa representada pelas classes de cerrado e mata seca estão localizadas em áreas onde o relevo dificulta, devido sua forma, a exploração para outros usos. O que diferentemente acontece com as classes de solo exposto, pastagem e eucalipto que estão em áreas mais fáceis de serem manejadas e isso requer maior atenção, pois é nessas áreas que mantem-se a monocultura de eucalipto que estão localizadas nas áreas de recargas dos cursos fluviais. Já nas áreas onde temos pastagens e solo exposto, o cuidado deve ser principalmente em respeitar a mata ciliar dos cursos que, geralmente, não são respeitadas, como se observa na Figura 06. O avanço dessas áreas cresce em direção aos cursos fluviais em função da facilidade de acesso principalmente dos rebanhos.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O presente trabalho foi desenvolvido na Bacia Hidrográfica do Rio Caititu, localizada no Município de Francisco Sá, Norte de Minas, com o objetivo de analisar a morfometria e o uso da terra na bacia hidrográfica, por meio das técnicas de Sensoriamento Remoto e SIG.

Nesse contexto, utilizando os cálculos matemáticos propostos por Christofolletti (1980) para análise morfométrica e as técnicas de Sensoriamento Remoto e SIG, foi possível apontar valores morfométricos e confeccionar mapas de localização, hierarquia fluvial, hipsometria, declividade, e uso e ocupação da terra da área de estudo, no intuito de alcançar o objetivo do presente trabalho.

Com os resultados obtidos a partir da metodologia escolhida, pode-se fazer as seguintes inferências sobre a área de estudo: a Bacia Hidrográfica do Caititu, com base nos resultados morfométricos, pode ser considerada como uma bacia de quinta ordem, onde seus cursos apresentam, em sua maioria, com formas transicionais. Há o predomínio de solos apontados como bem permeáveis e relevo pouco dissecado. É uma bacia mais alongada o que facilita o processo de escoamento, sendo assim, menos propensa a enchentes. Apresenta uma rede de drenagem com capacidade média de infiltração e de gerar novos cursos d'água e possui um desnível de 651 m.

Quanto ao resultado obtido com a classificação das imagens, pode-se dizer que, na Bacia do Caititu, predomina a vegetação nativa. Esse fato se deve em função do relevo predominante da bacia dificultador do manejo das áreas. Porém, há de se considerar que a área de pasto e solo exposto é bem expressiva implicando planejamentos para esse tipo de uso, devido a sua localização. Assim, considera-se como principal preocupação, quando se pensa o uso da terra na bacia hidrográfica, a perda de vegetação natural, principalmente para a inserção de novas áreas de pastagens e eucaliptos que podem comprometer o uso de alguns espaços no futuro.

Entendendo que este trabalho alcançou seu objetivo, é possível dizer que o mesmo pode servir como base para novas pesquisas na área, bem como para a criação de políticas públicas e ações de gerenciamento, com o intuito de preservar e conservar os recursos naturais garantindo o seu uso no futuro.

## **REFERÊNCIAS**

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

BORSATO, F.H e MARTONI, A. M. Estudo da fisiografia das bacias hidrográficas urbanas no Município de Maringá, Esta do Paraná. **Acta Scientiarum. Humanand Social Sciences**. Maringá, v. 26, n. 2, p. 273-285, 2004.

CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. M.; FUCKS, S. D; CARVALHO, M. S. Análise espacial e Geoprocessamento. In: CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M. V. **Introdução à ciência da geoinformação**. São José dos Campos. INPE. 2001. Disponível em: <http://mtc-12.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/sergio/2004/04.22.07.43/doc/publicacao.pdf>. Acesso em: 25/07/2018.

CASTRO S.B. e CARVALHO T.M. Análise morfométrica e geomorfologia da bacia hidrográfica do rio Turvo - GO, através de técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento. **Scientia Plena**, vol. 5, n. 2, 2009.

CASTRO, P.; LOPES, J.D.S. **Recuperação e conservação de nascentes**. Viçosa, MG: CPT, 2001. 84p.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgard Blücher, 1980, 186p.

EMBRAPA. **Súmula da 10. Reunião Técnica de Levantamento de Solos**. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Rio de Janeiro, 1979. 83p. (EMBRAPA-SNLCS. Micelânea, 1).

FREDERICO, S. Formação Territorial de Minas Gerais. In: **II Encontro Nacional de História do Pensamento Geográfico**, 2, São Paulo. Anais... São Paulo: USP, 2009.

GUIMARÃES, M. L. V.; GROSSI-SAD, J. H. & FONSECA, E. da. Geologia da Folha Francisco Sá. In: GROSSI-SAD, J. H.; LOBATO, L. M.; PEDROSA-SOARES, A. C. & SOARES FILHO, B. S. (coordenadores e editores). **PROJETO ESPINHAÇO EM CD-ROM** (textos, mapas e anexos). Belo Horizonte, 1997. COMIG - Companhia Mineradora de Minas Gerais. p. 223-313.

IBGE. Base Geomorfológica do Brasil. 2018. Disponível em << <https://www.ibge.gov.br/geociencias-novoportal/informacoes-ambientais/geomorfologia/10870-geomorfologia.html?=&t=downloads>>>

INPE. **Divisão de Geração de imagens**. Disponível em: <[http://www.dgi.inpe.br/siteDgi/index\\_pt.php](http://www.dgi.inpe.br/siteDgi/index_pt.php)>. Acesso em 12 de julho 2018.

LANA, C. E.; ALVES, J. M. P. e CASTRO, P. T. A. Análise morfométrica da bacia do Rio do Tanque, MG – Brasil. **Revista Escola de Minas**, v.54, nº 2, Ouro Preto, abr/jun 2001.

LEITE, M. E.; ALMEIDA, J.W.L.; SILVA, R.F.da. Geotecnologias aplicadas à extração automática de dados morfométricos da bacia do Rio Pacuí/MG. **Revista Brasileira de Cartografia**, nº64/5, p. 677-691, 2012.

LIMA, W. P. **Introdução ao manejo de bacias hidrográficas**. São Paulo: IPEF, 1996. 143p.

LIMA, K. C.; CUNHA, C. M. L. da SANTOS, J. M. dos. Análise geomorfológica da bacia hidrográfica do rio Bom Sucesso (semiárido da Bahia) através da aplicação de parâmetros morfométricos da rede de drenagem. **Revista de Geografia**. Recife: UFPE – DCG/NAPA, v. especial VIII SINAGEO, n. 2, Set. 2010.

MACHADO, M. F. **Geodiversidade do estado de Minas Gerais** — Belo Horizonte: CPRM, 2010.

MENDONÇA, F. Diagnóstico e análise ambiental de microbacia hidrográfica: proposição metodológica na perspectiva do zoneamento, planejamento e gestão ambiental. **RAGEGA - O espaço geográfico em análise**. Editora: UFPR. Curitiba, v. 3, 1999.

MENESES, P. R. e ALMENIDA, T. **Introdução ao processamento de imagens de sensoriamento remoto**. 2012. Brasília. Disponível em <http://www.cnpq.br/documents/10157/56b578c4-0fd5-4b9f-b82a-e9693e4f69d8>. Acesso em 29/06/2018.

MORAIS, F.; ALMEIDA, L. M. de. Geomorfologia Fluvial da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Jaú, Palmas, estado do Tocantins. **Brazilian Geographical Journal: Geosciences and Humanities research médium**. Uberlandia, v. 1, n. 2, p. 331-351, jul./dec. 2010.

ROSA, R. Geotecnologias na Geografia aplicada. **Revista do Departamento de Geografia**, v.16 p. 81-90, 2005. Disponível em: [http://www.geografia.fflch.usp.br/publicacoes/RDG/RDG\\_16/Roberto\\_Rosa.pdf](http://www.geografia.fflch.usp.br/publicacoes/RDG/RDG_16/Roberto_Rosa.pdf). Acesso em 20/06/2018.

RODRIGUES, C.; ADAMI, S. Técnicas Fundamentais para o Estudo de Bacias Hidrográficas. In: VENTURI, L. A. B. (orgs). **Praticando Geografia: Técnicas de Campo e Laboratório em Geografia e Análise Ambiental**. São Paulo: Oficina de Textos, 2005, p. 147-166.

SANTOS, H. C.; LEITE, R. de F. C. Norte de Minas múltiplos olhares sobre a ocupação do Cerrado. In: **XVI ENCONTRO NACIONAL DE GEOGRAFOS**, Porto Alegre: AGB, 25-31 Julho 2010. 10 p.

SCHUMM, S. A.; Evolution of drainage systems and slopes in badlands of Perth Amboy. **Geol. Soc. American**, Bulletin, vol.67, p. 1015-1021, 1956.

SILVEIRA, A. B. S. **Análise da bacia hidrográfica do Púnau- Rio Grande do Norte Utilizando ferramentas de geoprocessamento**. 110 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Sanitária) Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal. UFRN, 2009. Disponível em <<[https://repositorio.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/15970/1/AnaBSS\\_DISSERT.pdf](https://repositorio.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/15970/1/AnaBSS_DISSERT.pdf)>> Acesso em 02/07/2018.

SOUZA, C. R. de G. Suscetibilidade morfométrica de bacias de drenagem ao desenvolvimento de inundações em áreas costeiras. **Revista Brasileira de Geomorfologia**. São Paulo. Ano 6, n. 1, 2005. p. 45-61.

VAEZA, R. F.; OLIVEIRA FILHO, P.C.de.; MAIA, A.G.; DISPERATI, A.A. Uso e Ocupação do Solo em Bacia Hidrográfica Urbana a Partir de Imagens Orbitais de Alta Resolução. **Floresta e Ambiente**. v.17, p.23-29, 2010. Disponível em: <http://www.floram.org/files/v17n1/v17n1a3.pdf>. Acesso em 28/06/2018.

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