

UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA
Campus ROLIM DE MOURA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL
THIAGO LUIZ MAURO

A SUB-BACIA DO RIO ROLIM DE MOURA: CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA
E DESMATAMENTO

ROLIM DE MOURA – RO

2017

THIAGO LUIZ MAURO

A SUB-BACIA DO RIO ROLIM DE MOURA: CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA
E DESMATAMENTO

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal de Rondônia, como requisito parcial para obtenção de do grau de Bacharel em Engenharia Florestal. Orientador Prof. Msc Jhony Vendruscolo, Coorientador Eng. Florestal Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro.

Rolim de Moura – RO

2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Fundação Universidade Federal de Rondônia
Gerada automaticamente mediante informações fornecidas pelo(a) autor(a)

M457s Mauro, Thiago Luiz.

A sub-bacia do rio Rolim de Moura: caracterização morfométrica e desmatamento / Thiago Luiz Mauro, Jhony Vendruscolo, Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro. -- Rolim de Moura, RO, 2017.

39 f. : il.

Orientador(a): Prof. Me. Jhony Vendruscolo

Coorientador(a): Prof. Me. Wanderson Cleiton Schmidt Cavalheiro.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Florestal) -
Fundação Universidade Federal de Rondônia

1.Sensoriamento remoto. 2.Vegetação . 3.Hidrologia. I. Vendruscolo,
Jhony. II. Cavalheiro, Wanderson Cleiton Schmidt. III. Vendruscolo, Jhony. IV.
Título.

CDU 630*116

Thiago Luiz Mauro

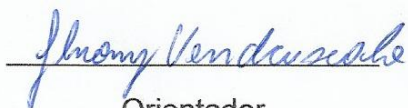
A Sub-Bacia do Rio Rolim De Moura: Caracterização Morfométrica e Desmatamento

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal de Rondônia, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Florestal.

Nota: oitenta e oito (88)

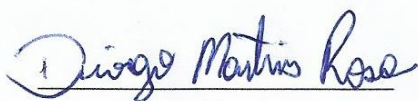
Data: 04 / 12 / 2017

A comissão Examinadora abaixo assinada aprova o Trabalho de Conclusão de Curso



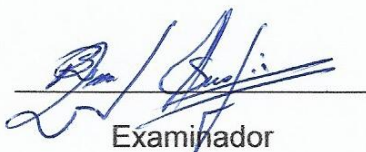
Orientador

Prof. Msc Jhony Vendruscolo
Universidade Federal de Rondônia



Examinador

Prof. Msc Diogo Martins Rosa
Universidade Federal de Rondônia



Examinador

Prof. Dr. Rosalvo Stachiw
Universidade Federal de Rondônia

Dedico a minha mãe, namorada, colegas e professores.

AGRADECIMENTO

Primeiramente a Deus, pois sem ele não somos nada.

A minha mãe Aparecida Mauro que me deu todo o apoio, me incentivou.

A minha namorada Bruna Analete Quintino, por me incentivar a dar continuidade aos meus sonhos.

A minha família que sempre esteve ao meu lado.

Aos meus amigos que foram como uma segunda família.

Ao meu Orientador, Jhony Vendruscolo e ao meu Coorientador Wanderson Cleiton Cavalheiro, pela prestatividade, orientação e paciência.

A Universidade Federal de Rondônia, todos os técnico e funcionários, em especial a todos os professores que tive o prazer em ter durante a graduação, seus ensinamentos certamente fizeram diferencial em minha vida.

Obrigado.

RESUMO

A conservação dos recursos hídricos é essencial para o desenvolvimento sustentável de propriedades rurais e urbanas. O trabalho tem por objetivo realizar a caracterização morfométrica e a quantificação do desmatamento na sub-bacia do Rio Rolim. A cobertura do solo foi analisada entre os anos de 1986 a 2016, utilizando-se imagens dos Satélites Landsat 5 e 8. As características morfométricas analisadas foram área, perímetro, altitude, coeficiente de compacidade, fator de forma, índice de circularidade e sinuosidade, padrão de drenagem, ordem dos cursos d'água, densidade hidrográfica e de drenagem e tempo de concentração. Para características morfométrica, utilizou-se imagem do projeto *Shuttle Radar Topography Mission*, desmatamento utilizou-se imagens LANDSAT, os dados foram processados no *Softwares* Sring 5.2.3, QGIS 2.18.7 e complemento TauDEM. Com área de 2.822,46 km² e perímetro de 422,24 km, apresentando desmatamento crescente de 1986 (996,10 km²) à 2016 (2274,89 km²). Para as características morfométricas, encontrou-se altitudes mínima, média e máxima de 158, 245 e 454, respectivamente, coeficiente de compacidade de 2,22, índice de circularidade e sinuosidade de 0,19 e 74,92%, respectivamente, fator forma de 0,46, padrão de drenagem dendrítico, 7^a ordem de drenagem, densidade hidrográfica de 1,49 rios km⁻², densidade de drenagem de 1,62 km km⁻² e tempo de concentração de 34,78 h. O desmatamento da sub-bacia foi de 35,29% em 1986, 61,80% em 1996, 75,90% em 2006 e 80,58% em 2016. Apresentando baixa suscetibilidade a enchentes, recomenda-se a adoção de práticas de manejo conservacionista para redução de riscos.

Palavra chave: Sensoriamento Remoto. Vegetação. Hidrologia.

ABSTRACT

The conservation of water resources is essential for the sustainable development of rural and urban properties. The objective of this work is to perform the morphometric characterization and quantification of deforestation in the Rio Rolim sub-basin. Soil cover was analyzed between 1986 and 2016, using images from Landsat Satellites 5 and 8. The morphometric characteristics analyzed were area, perimeter, altitude, compactness coefficient, shape factor, circularity and sinuosity index, drainage pattern, order of watercourses, hydrographic and drainage density and concentration time. For morphometric characteristics, the images of the Shuttle Radar Topography Mission project were used, the LANDSAT images were processed using the Sring 5.2.3, QGIS 2.18.7 and TauDEM complement. With an area of 2,822.46 km² and a perimeter of 422.24 km, it presents increasing deforestation from 1986 (996.10 km²) to 2016 (2274.89 km²). For the morphometric characteristics, it was found minimum, average and maximum altitudes of 158, 245 and 454, respectively, compactness coefficient of 2.22, circularity index and sinuosity of 0.19 and 74.92%, respectively, form factor of 0.46, dendritic drainage pattern, 7th drainage order, hydrographic density of 1.49 rivers.km², drainage density of 1.62 km.km² and concentration time of 34.78 h. The deforestation of the sub-basin was 35.29% in 1986, 61.80% in 1996, 75.90% in 2006 and 80.58% in 2016. With low susceptibility to floods, it is recommended to adopt conservation management for risk reduction.

Keywords: Remote sensing. Vegetation. Hydrology.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Localização geográfica da sub-bacia do Rio Rolim de Moura.	11
Figura 2. Direção de fluxo pelo método D8.	12
Figura 3. Tipos de padrões de drenagem.	15
Figura 4. Elevação da sub-bacia do rio Rolim de Moura	20
Figura 5. Hierarquia de drenagem.....	21
Figura 6. Desmatamento 1986	23
Figura 7. Desmatamento 1996.....	23
Figura 8. Desmatamento 2006.....	24
Figura 9. Desmatamento 2016.....	24

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Características dos satélites da série LANDSAT.....	7
Tabela 2. Valores de referência para classificação do fator de forma.....	13
Tabela 3. Valores de referência para classificação do coeficiente de compactidade.	14
Tabela 4. Valores de referência para classificação do índice de circularidade.	14
Tabela 5. Valores de referência para classificação da densidade hidrográfica.	16
Tabela 6. Valores de referência para classificação da densidade de drenagem.....	16
Tabela 7. Valores de referência para classificação do índice de sinuosidade.	17
Tabela 8. Características das imagens dos satélites Landsat 5 e Landsat 8.	17

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	4
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	5
2.1. Recursos hídricos	5
2.2. Bacias hidrográficas.....	5
2.3. Sensoriamento remoto.....	6
2.4. Imagem LANSAT	6
2.5. Imagem SRTM.....	8
2.6. Caracterização Morfométrica da bacia hidrográfica	8
2.6.1. Área	8
2.6.2. Perímetro	8
2.6.3. Fator de forma.....	8
2.6.4. Coeficiente de compacidade	9
2.6.5. Índice de circularidade	9
2.6.6. Densidade hidrográfica	9
2.6.7. Densidade de drenagem.....	9
2.6.8. Índice de sinuosidade	9
2.6.9. Comprimento do rio principal e comprimento total dos cursos d'água	9
2.7.0. Hierarquização dos cursos d'água (nº ordem)	10
2.7.1. Tempo de concentração	10
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	11
3.1. Área de estudo.....	11
3.2. Parâmetros analisados	12
3.3. Aquisição de dados e metodologia da caracterização morfométrica	12
3.3.2. Altitude mínima, média e máxima.....	13
3.3.3. Fator de forma	13
3.3.4. Coeficiente de compacidade	14
3.3.5. Índice de circularidade.....	14
3.3.6. Padrão de Drenagem	14
3.3.7. Densidade hidrográfica.....	15
3.3.8. Densidade de drenagem	16
3.3.9. Índice de sinuosidade	16
3.3.10. Tempo de concentração (Tc)	17
3.4. Desmatamento – 1986 a 2016.....	17

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
4.1 Características morfométricas.....	19
4.2. Desmatamento (1986-2016)	22
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	26
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27

1. INTRODUÇÃO

O estado de Rondônia apresentou grande fluxo migratório a partir da década de 70, sendo caracterizado por agricultores provenientes de vários estados brasileiros, em busca de terra (TEIXEIRA & FONSECA, 1998). Esta crescente explosão populacional provocou elevados níveis de desmatamento na região, para a implantação agropecuária. Em trabalho realizado por Cavalheiro et al. (2015), na região da Zona da Mata Rondoniense, verificou-se que a área antropizada passou de 2.438,50 km² no ano de 1985, para 7.804,36 km² no ano de 2011, destacando-se o município de Rolim de Moura, com 81,6% de desmatamento.

O avanço da agropecuária na região possibilitou o “desenvolvimento” do Estado, contudo, também ocasionou sérios danos aos recursos hídricos, por afetar diretamente as áreas de preservação permanente, comprometendo a sustentabilidade de propriedades rurais. Neste contexto, verifica-se a necessidade de informações para o planejamento adequado dos recursos hídricos, que podem ser obtidos ao levar em consideração a bacia hidrográfica como unidade de estudos (BRASIL, 1997).

O sistema de informação geográfica, associado com o sensoriamento remoto e técnicas de geoprocessamento, permitem a formação de um banco de dados contendo várias informações, em tempo hábil e com baixo custo financeiro (FLORENZANO, 2002; GARDIMAN JUNIOR et al., 2012) Dentre as informações necessárias para o planejamento, tem-se as relacionadas com as características morfométricas da bacia, por controlar a dinâmica do ecossistema (SILVA, 2004).

A sub-bacia do rio Rolim de Moura pertence a bacia do rio Machado (SEDAM, 2002), apresenta grande importância para o estado de Rondônia, por abranger 8 municípios e 3331 propriedades rurais. Apesar da importância constata-se poucas informações nesta região.

O presente trabalho tem por objetivo realizar a caracterização morfométrica e a quantificação do desmatamento na sub-bacia do Rio Rolim, Amazônia Ocidental.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Recursos hídricos

O Brasil é o país que possui a maior quantidade de reservas de água doce do mundo, destacando-se a região amazônica como principal armazenadora deste recurso (MMA, 2009). O suprimento de água doce de boa qualidade é essencial para o desenvolvimento econômico, para a qualidade de vida das populações humanas e para a sustentabilidade dos ciclos no planeta (TUNDISI, 2003).

2.2. Bacias hidrográficas

A bacia hidrográfica é composta por um conjunto de superfícies vertentes e de uma rede de drenagem, cujos cursos de água confluem até resultar em um leito único, conhecido como exutório (TUCCI, 1997). A bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e sua gestão tem como objetivo principal assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos (BRASIL, 1997).

O estado de Rondônia é formado por 7 bacias hidrográficas (Abunã, Guaporé, Jamari, Machado, Madeira, Mamoré e Roosevelt), que estão subdivididas em 42 sub-bacias (SEDAM, 2002). A bacia do rio Machado abrange 39 municípios (Alta Floresta D'Oeste, Alvorada D'Oeste, Ariquemes, Cacaulândia, Cacoal, Candeias do Jamari, Castanheiras, Chupinguaia, Colorado do Oeste, Corumbiara, Cujubim, Espigão D'Oeste, Governador Jorge Teixeira, Itapuã D'Oeste, Jaru, Ji-Paraná, Machadinho D' Oeste, Ministro Andreazza, Mirante da Serra, Nova Brasilândia D'Oeste, Nova União, Novo Horizonte do Oeste, Ouro Preto do Oeste, Parecis, Pimenta Bueno, Porto Velho, Presidente Médici, Primavera de Rondônia, Pio Crespo, Rolim de Moura, Santa Luzia D'Oeste, São Felipe D'Oeste, São Miguel do Guaporé, Teixeiraópolis, Theobroma, Urupá, Vale do Anari, Vale do Paraíso e Vilhena), e destaca-se em relação as demais bacias, por apresentar maiores valores de área (75.838 km²) e extensão do rio principal (900 km) (STACHIW, 2017).

A bacia do Rio Machado é formada por 13 sub-bacias, que apresentam a seguinte ordem de grandeza: Rio Preto (11.037,10 km²), Alto Rio Machado

(10.696,80 km²), Médio Rio Machado (7.063,76 km²), Rio Comemoração (6.953,64 km²), Baixo Pimenta Bueno (6.544,48 km²), Rio Muqui (5.669,22 km²), Rio Machadinho (5.514,36 km²), Baixo Rio Machado (5.495,31 km²), Rio Urupá (4.184,56 km²), Alto Rio Jaru (3.921,86 km²), Alto Rio Pimenta Bueno (3.598,54 km²), Baixo Rio Jaru (3.339,71 km²) e Rio Rolim de Moura (2.818,90 km²) (SEDAM, 2002).

2.3. Sensoriamento remoto

O Sensoriamento remoto é uma tecnologia que permite obter informações ambientais, através da captação e do registro da energia refletida ou emitida pela superfície (FLORENZANO, 2002), ou seja, sem haver contato direto com o ambiente. Essa tecnologia permite obter grande número de informações em pouco tempo e com baixo custo financeiro (FLORENZANO, 2002; GARDIMAN JUNIOR et al., 2012), por isso é utilizada com frequências em instituições como SEDAM, SEMA, INPE, SIPAM e Universidades Federais e Privadas.

2.4. Imagem LANSAT

A série LANDSAT (Land Remote Sensing Satellite) teve início na segunda metade da década de 60, a partir de um projeto desenvolvido pela Agência Espacial Americana e dedicado exclusivamente à observação dos recursos naturais terrestres. Essa missão foi denominada Earth Resources Technology Satellite (ERTS) e em 1975 passou a se denominar LANDSAT (EMBRAPA, 2017).

Os sensores do satélite LANDSAT permitem a obtenção de informações a respeito dos recursos naturais via sensoriamento remoto. Atualmente a série LANDSAT encontra-se no oitavo lançamento, conhecido como LANDSAT 8, cujas características diferenciam-se dos demais (Tabela 1).

Tabela 1. Características dos satélites da série LANDSAT.

Instituição responsável	National Aeronautics and Space Administration (NASA)							
Satélite	Landsat 1	Landsat 2	Landsat 3	Landsat 4	Landsat 5	Landsat 6	Landsat 7	Landsat 8
Lançamento	27/7/1972	22/1/1975	5/3/1978	16/7/1982	1/3/1984	5/10/1993	15/4/1999	11/2/2013
Órbita	P, C e H	P, C e H	P, C e H	P, C e H	P, C e H	P, C e H	P, C e H	C e H
Altitude	917 km	917 km	917 km	705 km	705 km	s.d.	705 km	705 km
Inclinação	99,00°	99,00°	99,00°	98,20°	98,20°	s.d.	98,30°	98,2°
Tempo de duração da órbita	103,27 min.	103,27 min.	103,27 min.	98,20 min.	98,20 min.	s.d.	98,9 min.	99,0 min.
Horário de passagem	9:15 A.M.	9:15 A.M.	9:15 A.M.	9:45 A.M.	9:45 A.M.	s.d.	10:00 A.M.	10:00 A.M.
Período de revisita	18 dias	18 dias	18 dias	16 dias	16 dias	s.d.	16 dias	16 dias
Instrumentos Sensores	RBV e MSS	RBV e MSS	RBV e MSS	MSS e TM	MSS e TM	ETM	ETM+	OLI e TIRS

P = polar; C = circular; H = heliossíncrona; s.d. = sem dados/informações.

Fonte: UFRGS, 2017.

2.5. Imagem SRTM

Em 11 de fevereiro de 2000 foi lançado ao espaço o ônibus espacial Endeavour, com a carga do Shuttle Radar Topography Mission (SRTM), iniciando o primeiro levantamento topográfico da superfície terrestre (NASA, 2017). Essa missão durou 10 dias e mapeou 80% do globo terrestre, disponibilizando imagens altimétricas com resolução espacial de 90 m (SOUZA FILHO, 2003). Segundo Rabus et al. (2003), Sun et al. (2003) e Foni & Seal (2004), os Modelos Digitais de Elevação (MDEs) gerados pela SRTM têm uma boa acurácia, com cerca de 90% de confiança. Há a possibilidade de se adquirir dados com resolução de 30 x 30 metros dependendo de acordos analisados individualmente pela National Aeronautics and Space Administration (NASA) como a realizada pelo United States Geological Survey (USGS) para fins de trabalhos científicos.

Os dados altimétricos podem ser utilizados para delimitação de bacias hidrográficas e obtenção de dados de drenagem. Essas informações são essenciais para o planejamento e gestão dos recursos hídricos.

2.6. Caracterização Morfométrica da bacia hidrográfica

2.6.1. Área

Toda área drenada pelo sistema pluvial inclusa entre seus divisores topográficos, projetada em plano horizontal, sendo elemento básico para o cálculo de diversos índices morfométricos (TONELLO, 2005).

2.6.2. Perímetro

Comprimento da linha imaginária ao longo do divisor de águas (TONELLO, 2005).

2.6.3. Fator de forma

Relaciona a forma da bacia com a de um retângulo, podendo ser influenciada por algumas características, principalmente pela geologia. Podem atuar também sobre alguns processos hidrológicos ou sobre o comportamento hidrológico da bacia. (VILLELA & MATTOS, 1975).

2.6.4. Coeficiente de compacidade

Relaciona a forma da bacia com um círculo. (CARDOSO et al., 2006). Esse coeficiente é um número adimensional que varia com a forma da bacia, independentemente de seu tamanho. Quanto mais irregular for a bacia, maior será o coeficiente de compacidade. Um coeficiente mínimo igual a uma unidade corresponderia a uma bacia circular e, para uma bacia alongada, seu valor é significativamente superior a um, podendo ser calculado na seguinte equação (VILLELA & MATTOS 1975).

2.6.5. Índice de circularidade

Simultaneamente ao coeficiente de compacidade, o índice de circularidade tende para unidade 1 à medida que a bacia aproxima-se a forma circular e diminui a medida que a forma torna alongada (CARDOSO et al., 2006).

2.6.6. Densidade hidrográfica

É a relação existente entre o número de rios ou cursos d'água e a área da bacia hidrográfica. Possui a finalidade de comparar a frequência de cursos d'água existentes em uma área de tamanho padrão (HORTON, 1945).

2.6.7. Densidade de drenagem

Segundo Crhistofolletti (1969), correlaciona o comprimento total dos canais ou rios com a área da bacia hidrográfica. O cálculo da densidade é importante para o estudo das bacias hidrográficas por que apresenta relação inversa com o comprimento dos rios. À medida que aumenta o valor numérico da densidade há diminuição quase proporcional do tamanho dos componentes fluviais das bacias de drenagem.

2.6.8. Índice de sinuosidade

É a relação entre o comprimento do canal principal e a distância vetorial entre os extremos do canal (ALVES & CASTRO, 2003).

2.6.9. Comprimento do rio principal e comprimento total dos cursos d'água

Esses fatores estão diretamente relacionados com o tamanho da bacia e a eficiência do sistema de drenagem respectivamente.

2.7.0. Hierarquização dos cursos d'água (nº ordem)

Reflete o grau de ramificação ou bifurcação da rede de drenagem da bacia, indicando a maior ou menor velocidade com que a água deixa a bacia hidrográfica, sendo fator indicativo de sua propensão à ocorrência de cheias.

2.7.1. Tempo de concentração

O tempo de concentração de uma bacia hidrográfica é igual ao tempo em horas, que a chuva, que cai no ponto mais distante do exutório, leva para atingi-lo, de modo que, quando isso ocorrer toda a área da bacia, submetida a um regime de chuvas intensas, estará contribuindo simultaneamente para o escoamento superficial (VILLELA & MATTOS, 1975).

O tempo de concentração, assim como as demais variáveis morfométricas são essenciais na aplicação de estudos sobre a vulnerabilidade ambiental em bacias hidrográficas (COLLARES, 2000).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Área de estudo

A área estudada compreende na sub-bacia do rio Rolim de Moura localizada dentro limites dos municípios de Rolim de Moura (29,72%), Santa Luzia D'Oeste (24,05%), São Felipe D'Oeste (18,34%), Pimenta Bueno (8,31%), Primavera de Rondônia (8,14%), Cacoal (5,89%), Castanheiras (5,22%) e Parecis (0,28%) (Figura 1). A região apresenta clima do tipo Monção (Am), altitude média de 230 m, com temperatura média anual de 25,6 °C e precipitação média anual de 2.304 mm (ALVARES et al., 2014).

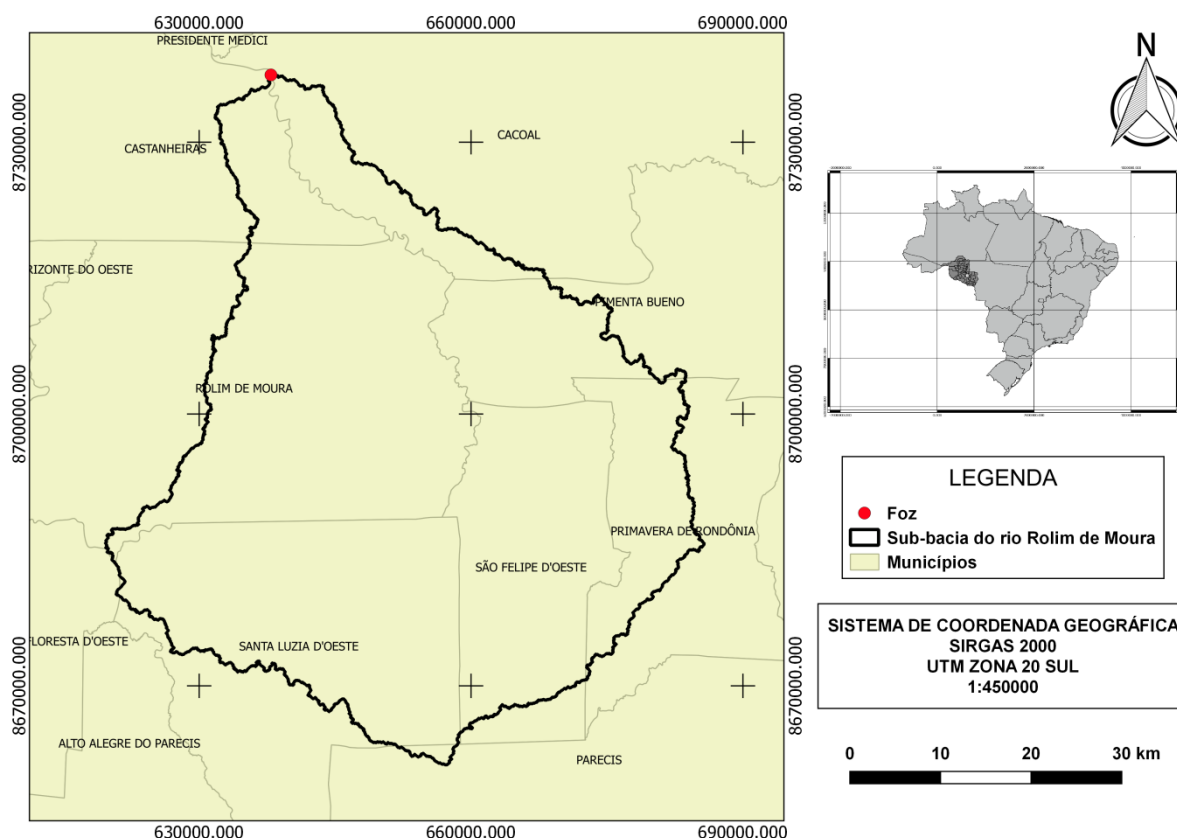


Figura 1 - Localização geográfica da sub-bacia do Rio Rolim de Moura, Rondônia.

A vegetação da área é caracterizada como Floresta Ombrófila Aberta Submontana, sendo uma tipologia de transição entre a Floresta Amazônica e Cerrado que ocorre entre 100-600 m de altitude, associada a quatro faciações florísticas (palmeiras, cipós, bambus e sororoca) (VELOSO et al., 1991).

3.2. Parâmetros analisados

Os parâmetros analisados foram: área, perímetro, altitude mínima, média e máxima, fator de forma, coeficiente de compacidade, índice de circularidade, padrão de drenagem, densidade hidrográfica, densidade de drenagem, índice de sinuosidade, tempo de concentração e índice de desmatamento.

3.3. Aquisição de dados e metodologia da caracterização morfométrica

Foram utilizados dados altimétricos (SRTM) com resolução espacial de 30 m, disponíveis no site do USGS (USGS, 2017), o software QGIS 2.18. 7 (versão Las Palmas) (QGIS Development Team, 2015) e o complemento Terrain Analysis Using Digital Elevation Models (TauDEM).

3.3.1. Área, perímetro e ordem de drenagem

O complemento TauDEM contém algoritmos específicos para análises de elevação e hidrológicas, e foi utilizado da seguinte forma (SANTOS, 2017):

1° Pit Remove: tem a função de remover todos os poços ou buracos presente no MDE, na cena (formato raster), esses poços são as células mais baixas cercadas por um relevo mais elevado.

2° D8 Flow Directions: tem a função de gerar o raster de direção de fluxo hídrico, com base no método D8 (Figura 2).

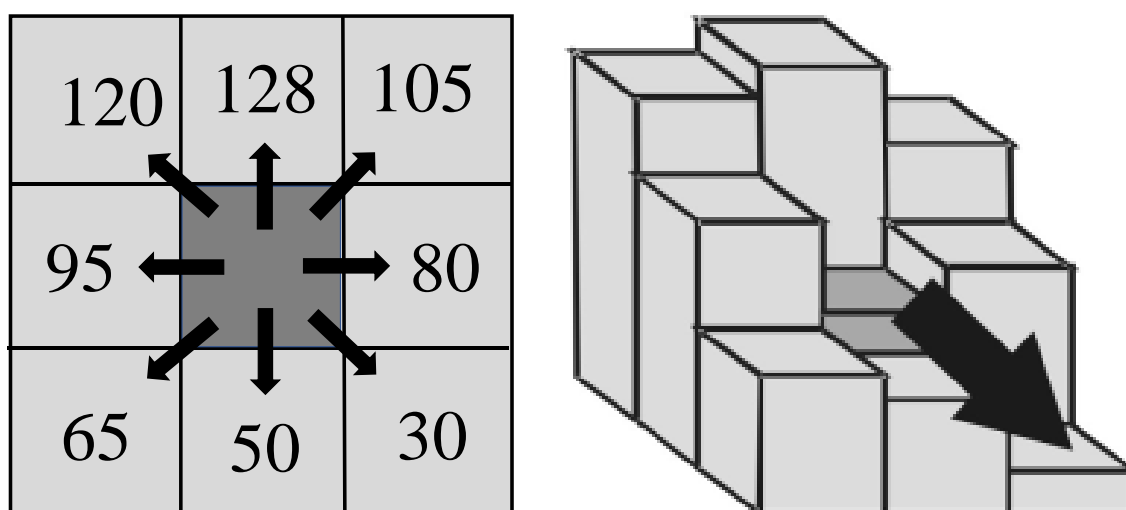


Figura 2. Direção de fluxo pelo método D8.

3° D8 Contributing Area (Primeira versão): tem a função de delimitar os limites das bacias na cena, com base na direção de fluxo hídrico.

4° Stream Definition by Threshold (Primeira versão): tem a função de gerar um raster contendo a rede de drenagem na cena.

5° Criação do ponto Shapefile: tem a função de representar a foz da sub-bacia em estudo.

6° D8 Contributing Area (Segunda versão): tem a função de delimitar a sub-bacia, levando em consideração a direção de fluxo hídrico e a foz.

7° Stream Definition by Threshold (Segunda versão): tem a função de gerar a um raster com a rede de drenagem da sub-bacia.

8° Stream Reach and Watershed: tem a função de converter o arquivo raster da rede de drenagem para o formato shapefile, com as respectivas ordens.

3.3.2. Altitude mínima, média e máxima

As altitudes, mínima e máxima, foram obtidos com base na imagem altimétrica SRTM, com resolução de 30 m, utilizando o software QGIS 2.18.7. A altitude média foi mensurada com a complemento “estatística por zona”.

3.3.3. Fator de forma

É a relação entre a largura média e o comprimento axial da sub-bacia, e foi calculado conforme a equação 1 (VILLELA & MATTOS, 1975).

$$F = A/L^2 \quad (1)$$

Onde: F = fator de forma; A = área da drenagem; L = comprimento do eixo da bacia.

O fator de forma foi classificado de acordo com a tabela 2.

Tabela 2. Valores de referência para classificação do fator de forma.

Fator de forma	Classe
< 0,50	Não sujeito a enchente
0,50 - 0,75	Tendência mediana a enchentes
0,75 - 1,00	Bacia sujeita a enchentes

Fonte: Lima Júnior et al. (2012).

3.3.4. Coeficiente de compacidade

Constitui a relação entre o perímetro da bacia e a circunferência de um círculo de área igual ao da bacia, e foi calculado conforme a equação 2 (VILLELA & MATTOS, 1975).

$$Kc = 0,28 \times (P/\sqrt{A}) \quad (2)$$

Onde: Kc = Coeficiente do compacidade; P = perímetro; A = área de drenagem.

O coeficiente de compacidade foi classificado de acordo com a tabela 3.

Tabela 3. Valores de referência para classificação do coeficiente de compacidade.

Coeficiente de compacidade	Classe
1,00 – 1,25	Alta propensão a enchentes
1,25 – 1,50	Tendência mediana a enchentes
> 1,50	Não sujeito a enchentes

Fonte: Lima Júnior et al. (2012).

3.3.5. Índice de circularidade

O índice de circularidade tende para unidade 1 à medida que a bacia aproxima-se da forma circular, e diminui a medida que a forma torna alongada, segundo a equação (CARDOSO et al., 2006), e foi calculado conforme a equação 3 (SCHUMM, 1956).

$$IC = (12,57 \times A)/P^2 \quad (3)$$

Onde: IC = Índice de circularidade; P = perímetro; A = área de drenagem.

O índice de circularidade foi classificado de acordo com a tabela 4.

Tabela 4. Valores de referência para classificação do índice de circularidade.

Índice de circularidade	Classe
0,36 – 0,50	Forma alongada
0,51 – 0,75	Forma intermediária
0,76 – 1,00	Forma circular

Fonte: Antoneli & Thomaz (2007), adaptado por Silva (2012).

3.3.6. Padrão de Drenagem

A distribuição geoespacial dos rios e seus afluentes é utilizada para determinação do padrão de drenagem da bacia hidrográfica (CHRISTOLETTI,

1980). O padrão de drenagem foi obtido comparando a forma da distribuição da drenagem (PARVIS, 1950) (Figura 3).

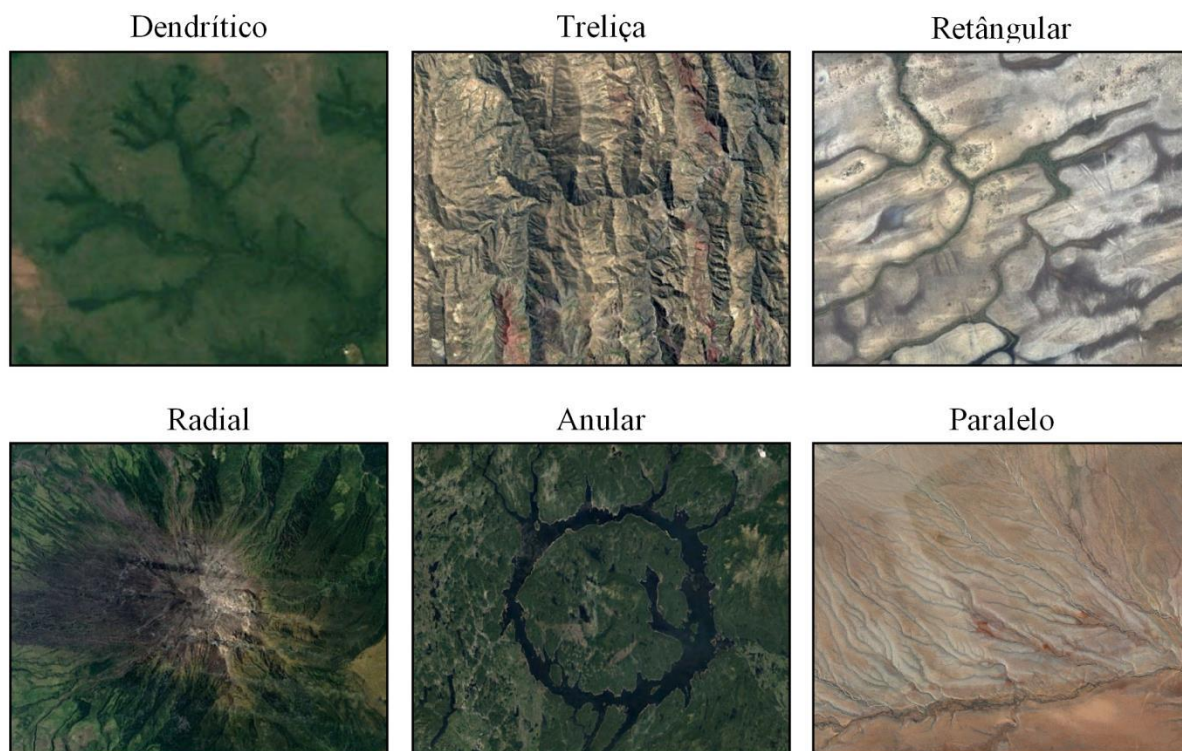


Figura 3. Tipos de padrões de drenagem. Adaptado por Santos (2017), com imagens do Google Earth.

3.3.7. Densidade hidrográfica

É a relação existente entre o número de cursos d'água e a área da bacia hidrográfica expressa pela fórmula, e foi calculado conforme a equação 4.

$$Dh = N/A \quad (4)$$

Onde: Dh = Densidade hidrográfica; N = Número de cursos d'água; A = área de drenagem.

Christofoletti (1969) sugere a utilização de N como o número de canais de primeira ordem, conforme classificação de Strahler (1952), com o argumento de que isso conduz a resultados mais realistas sobre o comportamento hidrológico da bacia.

A densidade hidrográfica foi classificada de acordo com a tabela 5.

Tabela 5. Valores de referência para classificação da densidade hidrográfica.

Densidade hidrográfica (N/km ²)	Classe
< 3	Baixa
3 – 7	Média
7 – 15	Alta
>15	Muito alta

Fonte: Lollo (1995).

3.3.8. Densidade de drenagem

A densidade de drenagem correlaciona o comprimento total dos canais ou rios com a área da bacia hidrográfica (CRHISTOFOLETTI, 1969), sendo considerado tanto os rios perenes como os temporários (HORTON, 1945). Esse parâmetro foi calculado com a equação 5 (VILLELA & MATTOS, 1975).

$$Dd = L/A \quad (5)$$

Onde: Dd = Densidade de drenagem; L = comprimento total da rede de drenagem; A = área de drenagem.

A densidade de drenagem foi classificada de acordo com a tabela 6.

Tabela 6. Valores de referência para classificação da densidade de drenagem.

Dd (km km ⁻²)	Classe
< 0,50	Baixa
0,50 - 2,00	Média
2,01 - 3,50	Alta
> 3,50	Muito Alta

Fonte: Beltrame (1994).

3.3.9. Índice de sinuosidade

É a relação entre o comprimento do canal principal e a distância vetorial entre os extremos do canal (ALVES & CASTRO, 2003). O cálculo do Índice de sinuosidade foi determinado conforme a equação 6 (VILLELA & MATTOS, 1975).

$$IS = 100(L - Ev)/L \quad (6)$$

Onde: IS = Índice de sinuosidade; L = comprimento do canal principal; Ev = distância vetorial do canal principal.

O índice de sinuosidade foi classificado de acordo com a tabela 7.

Tabela 7. Valores de referência para classificação do índice de sinuosidade.

Classe	Descrição	Limite(%)
I	Muito Reto	< 20
II	Reto	20 a 29
III	Divagante	30 a 39,9
IV	Sinuoso	40 a 49,95
V	Muito Sinuoso	> 50

Fonte: adaptado por Romero et al. (2017).

3.3.10. Tempo de concentração (Tc)

É o tempo de percurso da água precipitada desde o ponto mais afastado da bacia hidrográfica até a secção de referência. Dado pela equação: (KIRPICH, 1940), e foi calculado conforme a equação (7).

$$Tc = [0,87x (L^3/H)]^{0,385} \quad (7)$$

Onde: L = comprimento do talvegue principal (km); H = desnível ente a parte mais elevada e a secção de controle (m).

3.4. Desmatamento – 1986 a 2016

Utilizou-se as ferramentas computacionais de SIG, QGIS 2.18.7 (QGIS Development Team, 2015) e SPRING 5.2.3 (CÂMARA, 1996), imagens do satélite LANDSAT 5 e 8, registradas entre os anos de 1986 à 2016, disponível no banco de dados do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) (Tabela 8).

Tabela 8. Características das imagens dos satélites Landsat 5 e Landsat 8.

Satélite	Sensor	Resolução espacial (m)	Resolução radiométrica (bits)	Bandas R-G-B	Órbita	Ponto	Ano
Landsat 5	TM	30	8	7-4-1	230-231	68	1986
Landsat 5	TM	30	8	7-4-1	230-231	68	1996
Landsat 5	TM	30	8	7-4-1	230-231	68	2006
Landsat 8	OLI	30	16	7-5-2	230-231	68	2016

TM: Thematic Mapper; OLI: Operacional Terra Imager.

A combinação das bandas utilizadas corresponde a mesma faixa de frequência em ambos os sensores (TM e OLI). O uso destas bandas está relacionado com o ótimo contraste entre a vegetação e o solo (SILVA, 2013).

A cobertura do solo foi realizada em três etapas. Na primeira etapa efetuou-se a reprojeção (WGS 84 para SIRGAS 2000), georeferenciamento e recorte da sub-bacia (software QGIS). Na segunda etapa aplicou-se o contraste linear para melhor

realce da imagem, seguido pela segmentação do tipo pixel a pixel e classificação supervisionada das imagens, através do emprego do algoritmo da máxima verosimilhança (software SPRING), levando-se em consideração as amostras obtidas durante o treinamento definiu-se as seguintes classes: floresta, área desmatada e água. Na terceira etapa gerou-se o layout dos mapas (software QGIS).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Características morfométricas

A sub-bacia apresenta área de 2.822,46 km² e perímetro de 422,24 km. Essas informações diferem dos dados disponibilizados pelo Atlas Geoambiental de Rondônia (SEDAM, 2002), área de 2.818,90 km² e perímetro de 234,73 km, em função dos diferentes tipos de base de dados utilizados nos levantamentos. A SEDAM utilizou dados altimétricos SRTM com resolução espacial de 90 m, enquanto que no atual trabalho foram utilizados dados altimétricos com resolução espacial de 30 m.

A altitude da sub-bacia varia de 158 a 454 m, com valor médio de 245 m (Figura 4). Esses resultados demonstram que a sub-bacia tende a apresentar relevos com baixo nível de declividade, como constatado por Johem et al. (2017) e Siqueira et al. (2017), em regiões próximas a do referente trabalho. Essas características de altitude também podem promover a formação de grande quantidade de canais de drenagem, por não haver a concentração da drenagem em locais específicos, como observado por (SANTOS, 2017).

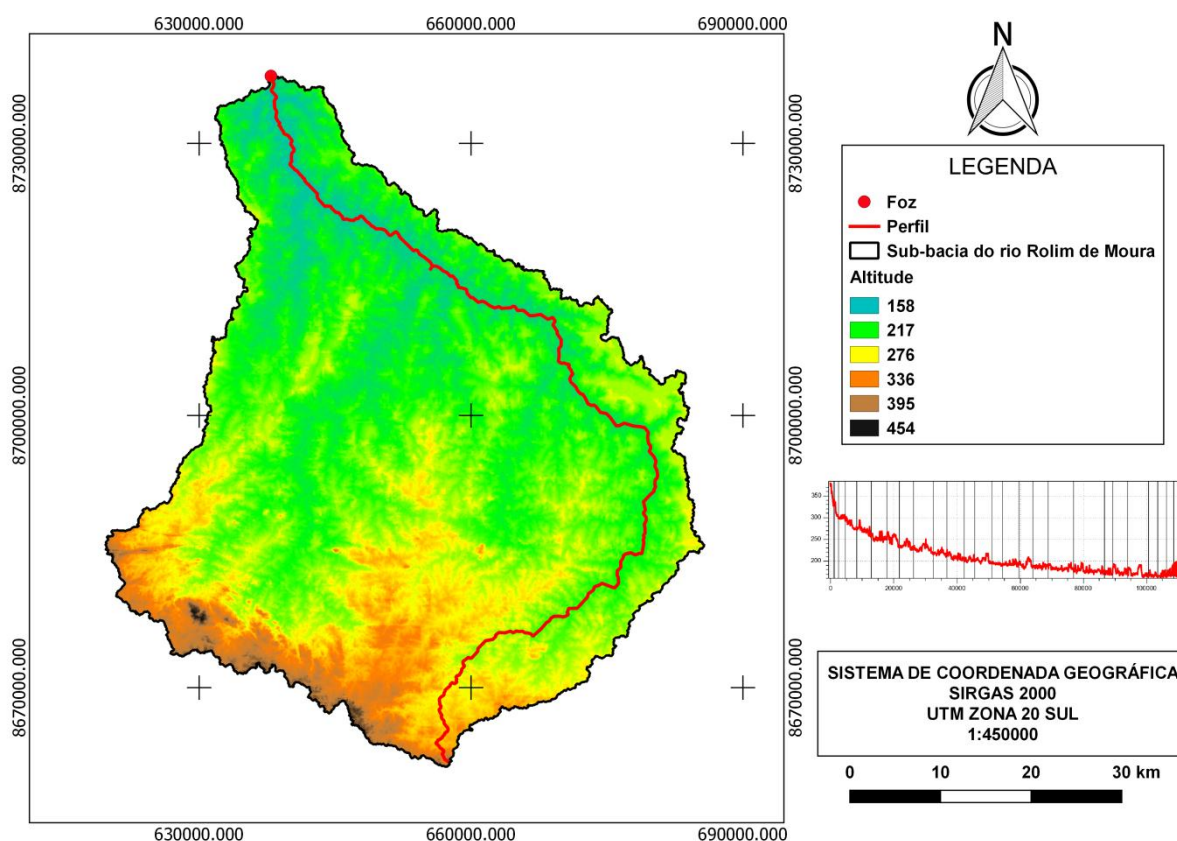


Figura 4. Elevação da sub-bacia do rio Rolim de Moura, Rondônia.

Os dados de altitude também podem ser utilizados para identificar os limites da distribuição potencial e preferência de habitat de um grupo de espécies madeireiras. Em trabalho realizado por Figueiredo et al. (2015), testando modelos com base em dados ambientais (ex. altitude), constatou-se que as espécies *Aspidosperma macrocarpon* e *Amburana acreana* mostraram uma maior adequabilidade ambiental em área de várzea não inundável e altitude variando entre 108 a 255 m.

Os parâmetros fator de forma (Ff), coeficiente de compacidade (Kc) e índice de circularidade (IC) apresentaram valores de 0,46, 2,22 e 0,19, respectivamente. Esses dados demonstram que a sub-bacia do rio Rolim de Moura apresenta baixa suscetibilidade a enchentes. Resultados semelhantes foram observados por Siqueira et al. (2017) na microbacia do rio Conceição (F 0,31, Kc 2,60 e IC 0,01) e Johem et al. (2017) na microbacia do rio Bananeira (F 0,41, Kc 2,45 e IC 0,16), demonstrando que essa característica é comum na região.

A região de estudo apresenta drenagem dendrítica de 7ª ordem (Figura 5).

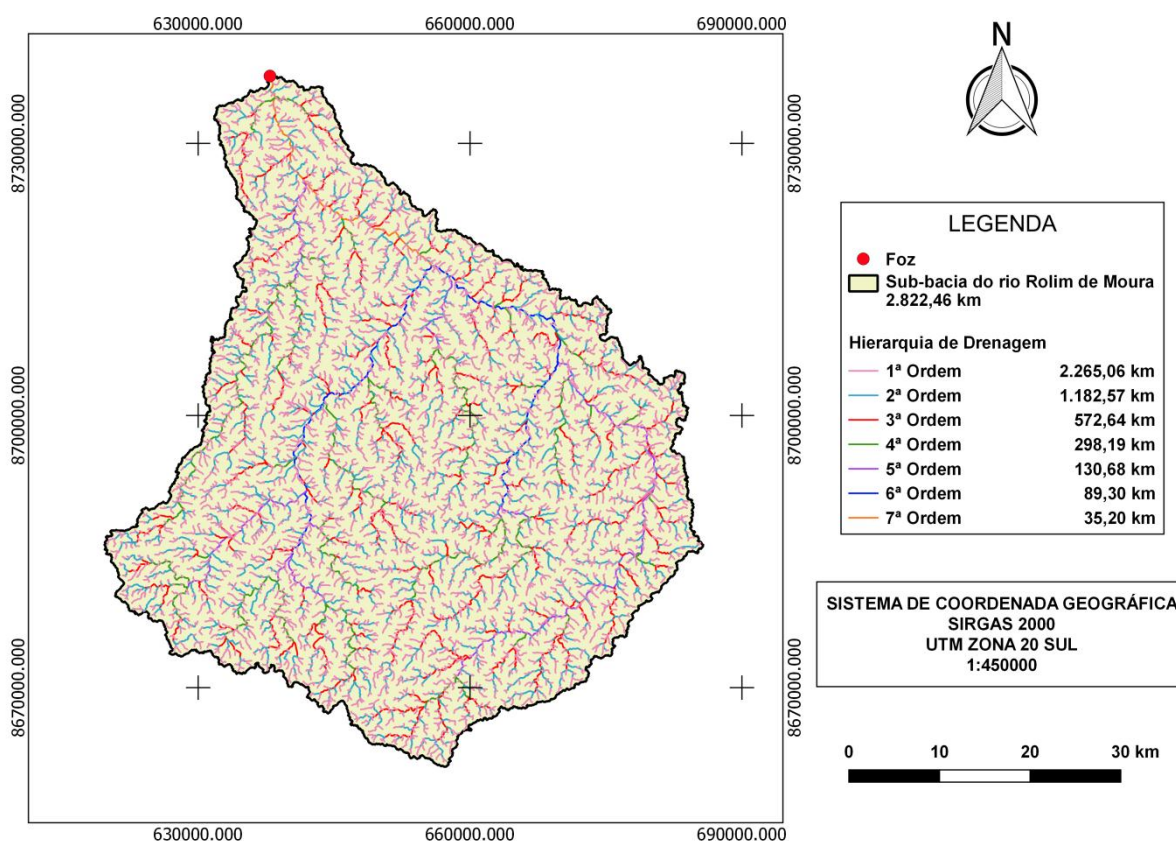


Figura 5. Hierarquia de drenagem na sub-bacia do rio Rolim de Moura, Rondônia.

As densidades hidrográfica e de drenagem, foram de $1,49$ rios km^{-2} e $1,62$ km km^{-2} , respectivamente, indicando que a sub-bacia apresenta baixa densidade hidrográfica (Tabela 5) e média densidade de drenagem (Tabela 6). Esses resultados sugerem que a sub-bacia pode apresentar restrições para o fornecimento de recursos hídricos superficiais para o desenvolvimento de irrigação, tornando-se um problema principalmente para a implantação de sistemas de cultivo exigentes, como café clonal.

A sub-bacia do rio Rolim de Moura apresentou índice de sinuosidade de $74,92\%$, sendo considerada muito sinuosa (Tabela 7), e um tempo de concentração de $34,78$ horas. O elevado nível de sinuosidade tende a retardar o tempo de concentração, reduzindo o risco de enchentes. Entretanto, constata-se inundações frequentes, principalmente na área urbana do município de Rolim de Moura, que está relacionado com a combinação de precipitações intensas, ocupação das áreas de mata ciliar e manejo inadequado do solo na zona rural (compactação do solo).

4.2. Desmatamento (1986-2016)

Com base nas figuras 6 (1986), 7 (1996), 8 (2006) e 9 (2016), constata-se que houve redução das áreas de floresta nativa (63,69% para 18,56%) e espelho d'água (1,02% para 0,56%), em função do desmatamento (35,29% para 80,58%). Esses resultados corroboram com os obtidos por Cavalheiro et al. (2015) e INPE (2017), e estão relacionados com o crescimento agropecuário no estado a partir do ano de 1985, destacando-se a pecuária de corte (Tabela 9).

Tabela 9. Censo agropecuário de 1985 a 2016.

Município	Data de emancipação ¹	Nº cabeças (bovino)			
		1985 ²	1996 ³	2006 ⁴	2016
Santa Luzia D'Oeste	1986	-	79136	133922	167818
Rolim de Moura	1983	41161	114314	182298	235599
Castanheiras	1992	-	49498	71513	112474
São Felipe D'Oeste	1994	-	-	88404	102749
Cacoal	1977	86291	237 747	341522	452130
Primavera de Rondônia	1994	-	-	62396	76826
Pimenta Bueno	1977	66755	270 768	144074	287288
Rondônia	-	770531	3937291	8490822	13682200

¹SEDAM (2002); ²IBGE (1990); ³IBGE (1996); ⁴IBGE (2009); ⁵IBGE (2016).

É perceptível a estrutura de colonização conhecida como “espinha de peixe”, esta estrutura deu-se pela forma de distribuição implantada pelo INCRA no início da colonização do estado (FLORENZANO, 2002).

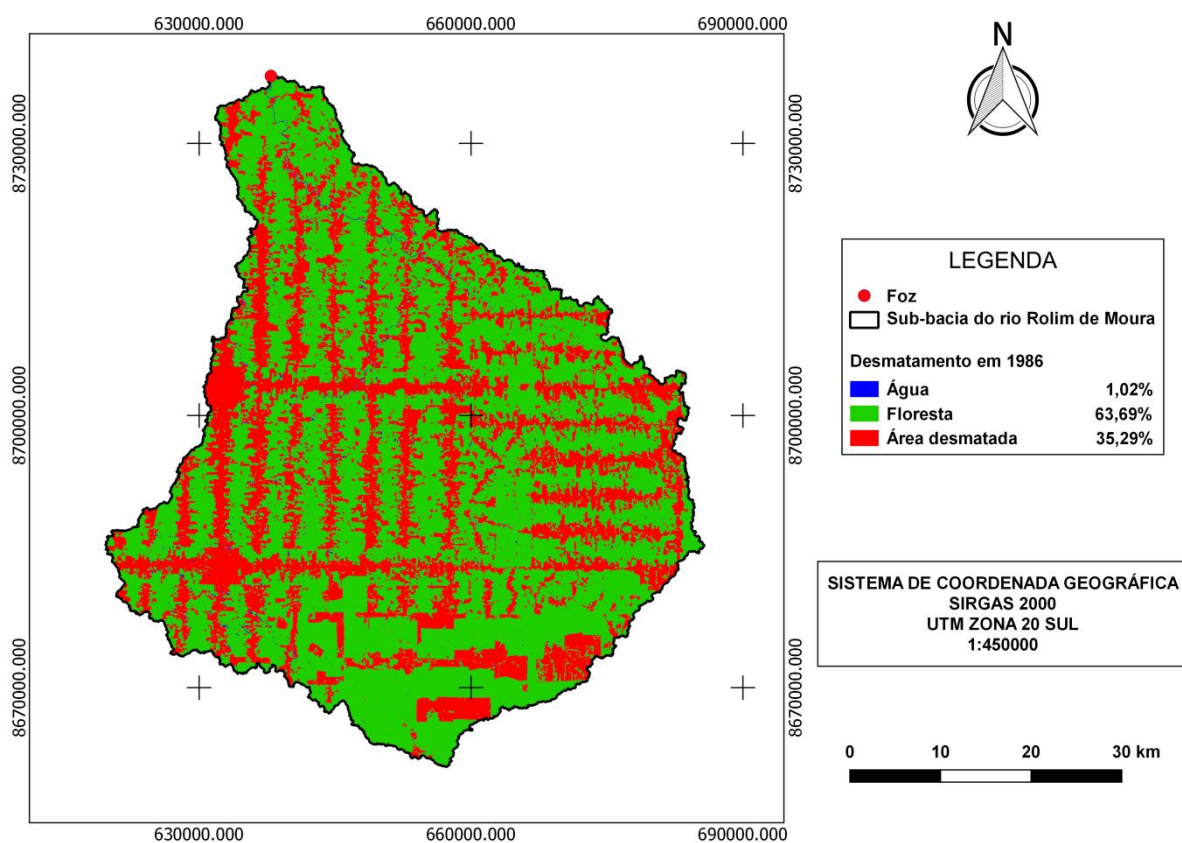


Figura 6. Desmatamento na sub-bacia do rio Rolim de Moura no ano de 1986, Rondônia.

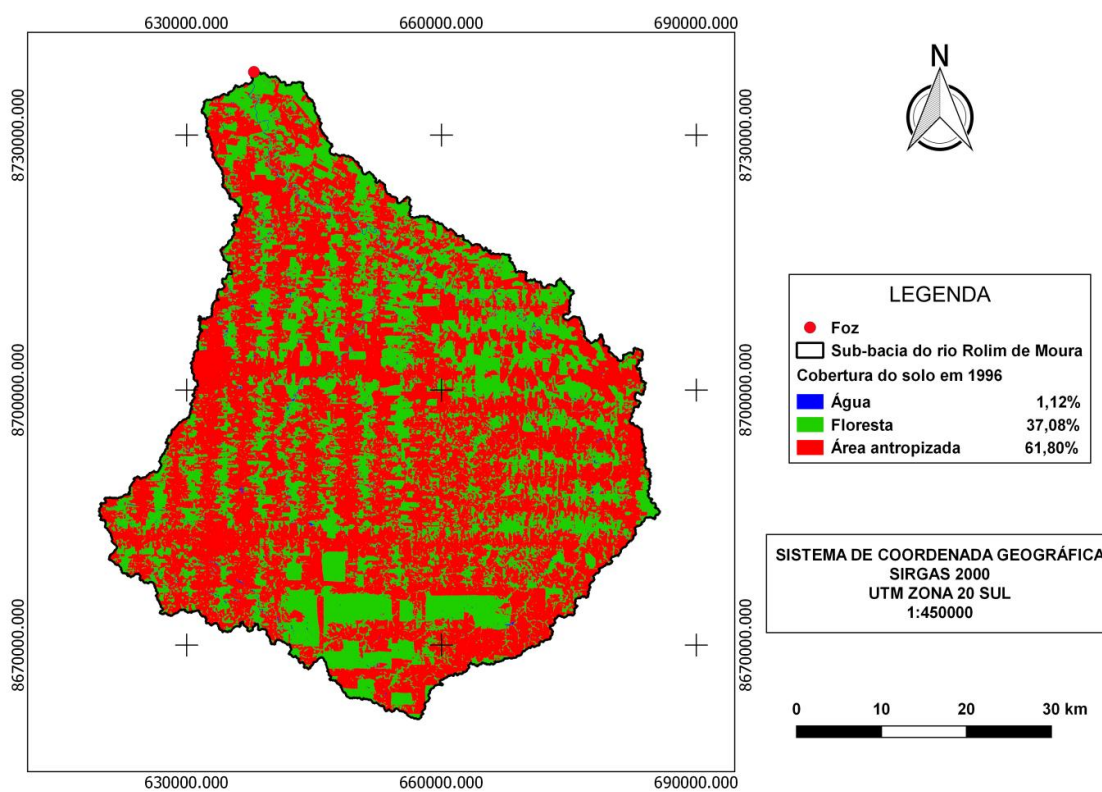


Figura 7. Desmatamento na sub-bacia do rio Rolim de Moura no ano de 1996, Rondônia.

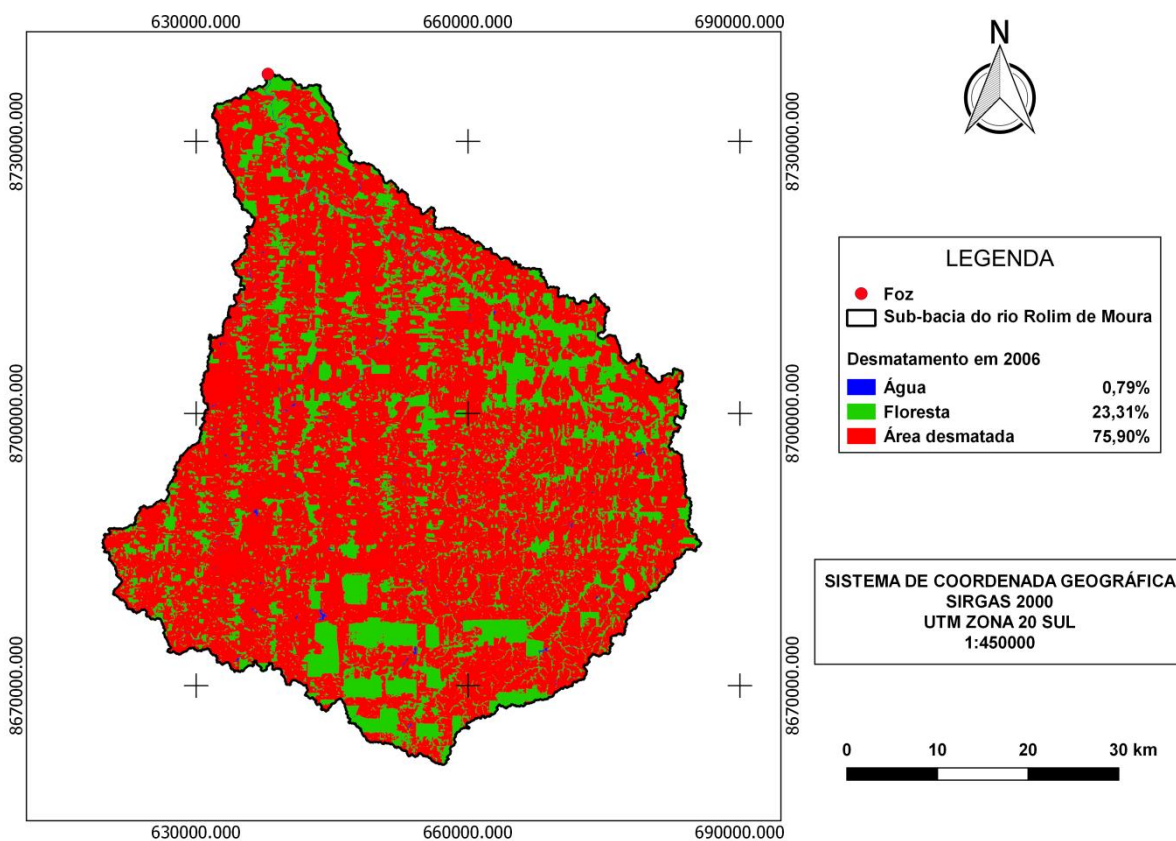


Figura 8. Desmatamento sub-bacia do rio Rolim de Moura no ano de 2006, Rondônia.

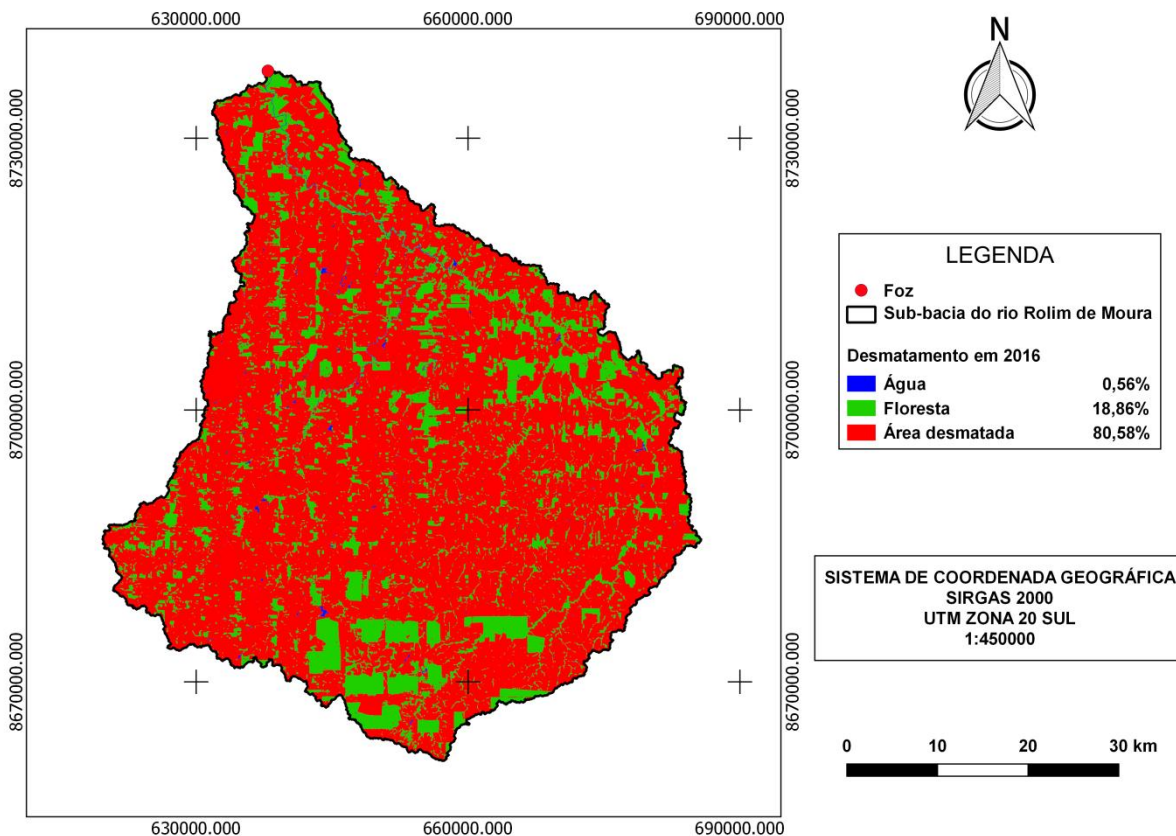


Figura 9. Desmatamento na sub-bacia do rio Rolim de Moura no ano de 2016, Rondônia.

A redução da área de espelho d'água, observada de 1986 a 2016, provavelmente está relacionada com a degradação do solo na região, que tende a reduzir a capacidade de infiltração e conseqüentemente, o armazenamento de água no perfil do solo, ou seja, a reserva de água (lençol freático) que posteriormente abastecerá o fluxo hídrico superficial ao longo do ano.

A perda de qualidade do solo ocorre em função da conversão de uso do solo, como de floresta nativa para sistemas agropecuários manejados inadequadamente, que promovem principalmente a compactação do solo e a perda dos teores de matéria orgânica no sistema, elevando o escoamento superficial e reduzindo a infiltração. Em sistemas pecuários (bovino), como é o caso da maior parte da área da sub-bacia, pode ocorrer a compactação por meio do pisoteio animal, visto que a pressão exercida pela pata destes sobre o solo é 106,5 % maior que a pressão exercida por um trator (SOUSA et al., 1998). A matéria orgânica além de reduzir a densidade do solo, favorecendo a infiltração e água no sistema (BRANDÃO et al., 2009), também é responsável por armazenar grande quantidade de água, aproximadamente 20 vezes sua massa (STEVENSON, 1982).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A sub-bacia do rio Rolim de Moura apresenta área de 2.822,4629 km², perímetro de 422,2421 km, altitude mínima de 158 m, média de 245 m e máxima de 454 m, fator de forma de 0,4641, coeficiente de compacidade de 2,2254, índice de circularidade de 0,1990, padrão de drenagem dendrítica, 7^a ordem de drenagem, densidade hidrográfica de 1,4905 rios km⁻², densidade de drenagem de 1,6205 km km⁻², índice de sinuosidade de 74,92% e tempo de concentração de 34,78 horas.

O desmatamento da sub-bacia do rio Rolim de Moura foi de 35,29, 61,80, 75,90 e 80,58%, nos anos de 1986, 1996, 2006 e 2016, respectivamente.

A área da sub-bacia apresenta baixa suscetibilidade a enchentes, contudo, recomenda-se a adoção de práticas de manejo conservacionista (edáficas, mecânicas e vegetativas) para redução de riscos, principalmente na região que afeta a área urbana do município de Rolim de Moura.

As características morfométricas citadas no estudo podem auxiliar na formação de políticas públicas, com intuito de gerenciamento dos recursos hídricos presentes na sub-bacia, sendo estes responsáveis pelo abastecimento dos setores agropecuários e florestais da região.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M. & SPAROVEK, G. **Köppen's climate classification map for Brazil**. Gerbrüder Borntraeger, 22(6): 711-728, 2014.
- ALVES, J.M.P; CASTRO, P.T.A. **Influência De Feições Geológicas Na Morfologia Da Bacia Do Rio Do Tanque (MG) Baseada No Estudo De Parâmetros Morfométricos E Análises De Padrões De Lineamentos**. Rev. Brasileira de Geociências, p. 117-1245, jun. 2003.
- ANTONELI, V.; THOMAZ, E. L. **Caracterização do meio físico da bacia do arroio Boa Vista – Guamiranga-PR**. Caminhos de Geografia. Uberlândia, v. 8, n. 21 p. 46 – 58, jun. 2007.
- BELTRAME, A. V. **Diagnóstico do meio ambiente físico de bacias hidrográficas: modelo de aplicação**. Florianópolis: UFSC, 1994. 112 p.
- BRANDÃO, V. S.; PRUSKI, F. P.; SILVA, D. D. **Infiltração da água no solo**. 3.ed. Viçosa: UFV, 2009. 120p.
- BRASIL. **Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Disponível em: <www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.htm>. Acesso em julho de 2017.
- CÂMARA, G.; SOUZA R. C. M.; FREITAS U. M.; & J. GARRIDO. 1996. **SPRING: Integrating remote sensing and GIS by object oriented data modelling**. Computers & Graphics. 20: (3) 395-403.
- 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**. Árvore, Viçosa, v.30, n.2, p.241-248, 2006.
- CAVALHEIRO, W. C. S.; VENDRUSCOLO, J.; SANTOS, L. M. H. & SANTOS, A. M. **Impacto Da Colonização Na Zona Da Mata Rondoniense, Amazônia Ocidental-Brasil**. Revista Geográfica Venezolana, 56(1): 41-57, 2015.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgard Blücher, 1980.
- CHRISTOFOLETTI, A. **A Morfologia De Bacias De Drenagem**. Notícias Geomorfológicas, Campinas, v.18, n.36, p.130-2, 1978.
- CHRISTOFOLETTI, A. Análise morfométrica de bacias hidrográficas. **Notícia Geomorfológica**, v. 18, n. 9, p. 35-64, 1969.
- COLLARES, E.G. **Avaliação de alterações em redes de drenagem de sub-bacias como subsídio ao zoneamento geoambiental de bacias hidrográficas: aplicação na bacia hidrográfica do Rio Capivari-SP**. São Carlos: Universidade de São Paulo, 2000. 211p. (Tese Doutorado em Geotecnia)

ELESBON, A. A. A.; GUEDES, H. A. S.; SILVA, D. D.; OLIVEIRA, I. C. **Uso De Dados SRTM E Plataforma SIG Na Caracterização Morfométrica Da Bacia Hidrográfica Do Braço Norte Do Rio São Mateus – Brasil**. REM: R. Esc. Minas, Ouro Preto, 64(3), 281-288, jul. set. 2011.

EMBRAPA MONITORAMENTO POR SATÉLITE. **Sistema Orbital De Monitoramento E Gestão Territorial**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2017. Disponível em: <http://www.sat.cnpm.embrapa.br/>. Acesso em 13 de novembro de 2017.

FIGUEIREDO, S. M. de M.; VENTICINQUE, E. M.; FIGUEIREDO, E. O.; FERREIRA, E. J. L. **Predição da distribuição de espécies florestais usando variáveis topográficas e de índice de vegetação no leste do Acre, Brasil**. Acta Amazonica, Manaus, v. 45, n. 2, p. 167-174, 2015.

FLORENZANO, T. G.; **Imagens De Satélite Para Estudos Ambientais**. São Paulo. Oficina de textos, 2002.

FONI, A.; SEAL, D. Shuttle Radar Topography Mission: an innovative approach to shuttle orbital control. **Acta Astronautica**, Elmsford, v. 54, p. 565-570, 2004.

GARDIMAN JUNIOR, B. S.; COUTO, D. R.; SOUZA, F. B. C.; JUNIOR, G. N. S.; GARCIA, G. O.; SANTOS, A. R. **Estimativa Da Perda De Solo Em Área De Preservação Permanente Na Bacia Hidrográfica Do Córrego Horizonte, Geotecnologias aplicadas aos recursos florestais [recurso eletrônico] / Alexandre Rosa dos Santos ... [et al.], organizadores. - Alegre, ES: CAUFES, 2012. 249 p. : il**

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.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário de 2016**, 2017. Disponível em: <https://ww2.ibge.gov.br/estadosat/temas.php?sigla=ro&tema=pecuaria2016>. Acesso em: 16 de dezembro de 2017.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário de 2006**. Rio de Janeiro, 2009. 777 p.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censos Econômicos de 1985 1985: **Censo Agropecuário**. Número 2 – Rondônia. Rio de Janeiro, 1990. 236 p.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Efetivos de bovinos, suínos e aves em 31.07.1996**, segundo Mesorregiões, Microrregiões e Municípios – Rondônia. 1996. Disponível em: https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/1995_1996/11/d11_t08.shtm. Acesso em: 29 de novembro de 2017.

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Taxas anuais de desmatamento na Amazônia Legal Brasileira (AMZ)**, Gerado por INPE/OBT/DPI/TerraBrasilis em 27/11/2017, sob licença CC BY-SA 4.0, disponível em:<

<http://www.obt.inpe.br/prodes/dashboard/prodes-rates.html>>. Acesso em 27 de novembro de 2017.

JOHEM, J.; BOONE, N. R. V.; SILVA, R. F. A. da; LIMA, A. C. R.; VENDRUSCOLO J.; ROSA D. M., **Caracterização morfométrica da microbacia do rio Bananeira, Amazônia Ocidental**, I Encontro Regional de Geotecnologias na Zona da Mata Rondoniense, Universidade Federal de Rondônia-UNIR, Rolim de Moura, 2017.

KIRPICH, Z.P. **Time Of Concentration In Small Agricultural Watersheds**, Civil Engineering, 10(6), 362p. 1940.

LIMA JÚNIOR, J. C de; VIEIRA, W. de L.; MACÊDO, K. G. de; SOUZA, S. A. de; NASCIMENTO, F. A. L. do. **Determinação das características morfométricas da sub-bacia do Riacho Madeira Cortada**, Quixelô, CE. Palmas, Tocantins. VII CONNEPI. 2012.

LOLLO, J. A. **O uso da técnica de avaliação do terreno no processo de elaboração do mapeamento geotécnico: sistematização e aplicação na quadricula de Campinas**. 1995. Tese (Doutorado em Geotecnia) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1995.

MMA, **Água**, disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/sedr_proecotur/_publicacao/140_publicacao09062009025910.pdf, 2009>. Acesso em novembro de 2017.

NASA – National Aeronautics and Space Administration. **Shuttle Radar Topography Mission: The Mission to Map the World**. Disponível em: <<http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/mission.htm>>. Acesso em: 17 de novembro de 2017.

PARVIS, M. **Drainage pattern significance in airphoto identification of soils and bedrocks**. Photogrammetric Engineering, v. 16, p. 387-408, 1950.

QGIS Development Team. QGIS **Geographi Information System. Open Source Geospatial Foundation Project**. 2015. Disponível em: <<http://qgis.osgeo.org>>.

RABUS, B.; EINEDER, M.; ROTH, A.; BAMLER, R. The shuttle radar topography mission - a new class of digital elevation models acquired by spaceborne radar. **Journal of Photogrammetry & Remote Sensing (ISPRS)**, Amsterdam, v. 57, p. 241-262, 2003.

ROMERO, V.; FORMIGA, K. T. M.; MARCUZZO, F. F. N.; **Estudo Hidromorfológico da Bacia Hidrográfica Urbana em Goiânia/GO**, Ciência e Natura, Santa Maria, v.39, n.2, p. 320-340, Mai-Ago 2017

SANTOS, L. P.; **Índice De Desmatamento E Caracterização Morfométrica Da Microbacia Do Rio Tingui, Amazonia, Brasil**. Rolim de moura. 2017

SANTOS, J.; **QGIS 2.8 Delimitação de Bacias Hidrográficas com TauDEM**, Processamento Digital Geotecnologias e Software Livre, Brasília-DF, disponível em:<<http://www.processamentodigital.com.br/2017/11/06/qgis28-delimitacao-de-bacias-hidrograficas-com-taudem/>> Acesso em 11 de novembro de 2017.

SCHUMM, S.A. **The evolution of drainage systems and slopes in bad lands at Perth, Amboi**, New Jersey. Geol. Soc. Ame. Bull., v. 67, n. 5, p, 597-646, 1956.

SEDAM, **Atlas Geoambiental de Rondônia**, Porto Velho, 2002, p. v2

SILVA, A. M.; XAVIER, A. P. C.; MEDEIROS, I. C. de; MARANHÃO, K. U. de A.; SILVA, R. M. da; **análise multitemporal e atualização do mapa de uso e ocupação do solo do município de Monteiro-PB**, XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 13 a 18 de abril de 2013,

SILVA, A.M. **Rainfall erosivity map for Brasil**. *Catena*, v. 57, p. 251-259, 2004.

SILVA, Q. D. da. Mapeamento geomorfológico da Ilha do Maranhão. Presidente Prudente: Universidade Estadual Paulista, 2012. 249p. Tese (Doutorado em Geografia)

SIQUEIRA A. da S.; LA TORRE J. J.S. de; PARREIRA C. F.; VENDRUSCOLO, J.; ROSA D. M.; CAVALHEIRO, W. C. S. **Caracterização morfométrica na microbacia do rio Conceição, Rondônia**, I Encontro Regional de Geotecnologias na Zona da Mata Rondoniense, Universidade Federal de Rondônia-UNIR, Rolim de Moura, 2017.

SOUSA, A. R., SILVA, A. B., RESENDE, M. Influência da pressão exercida por pisoteio de animais na compactação do solo do vale do Pajeú, em Pernambuco. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO DA ÁGUA, 12, 1988, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBCS, p.256-257, 1998.

SOUZA FILHO, C. R. **O relevo das Américas como nunca antes visto**. *Infogeo*, Curitiba, n. 30, p. 54-58, 2003.

STACHIW, R. **Cartilha das Águas de Rondônia**. Rolim de Moura: edição do Autor, 2017. 48 p.

STEVENSON, E. J. **Humus chemistry: genesis, composition, reactions**. New York, NY: John Wiley & Sons., 1982. 443p.

STRAHLER, A. N. Hypsometric (area-altitude) analysis of erosional topography. **Geological Society of America Bulletin**, v. 63, n. 11, p. 1117-1142, 1952. [http://dx.doi.org/10.1130/0016-7606\(1952\)63\[1117:HAAOET\]2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1130/0016-7606(1952)63[1117:HAAOET]2.0.CO;2)

SUN, G.; Ranson, K. J.; Kharuk, V. I.; Kovacs, K. Validation of surface height from shuttle radar topography mission using shuttle laser altimeter. **Remote Sensing of Environment**, Amsterdam, v. 88, p. 401-411, 2003.

TEIXEIRA, M. A. D.; FONSECA, D. R. **História Regional (Rondônia)**. 3ª Edição. Porto Velho, Rondônia. 29 de setembro de 1998.

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.

TUNDISI, J. G. **Recursos Hídricos, O Futuro Dos Recursos**, # 1, MultiCiência, 2003

TUCCI, C. E. M. 1997. **Hidrologia: Ciência E Aplicação**. 2.Ed. Porto Alegre: ABRH/Editora da UFRGS, 1997.

UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Sensores e Plataformas Orbitais**, 2017, Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/engcart/PDASR/sensores.html>>. Acesso em: 18 de novembro de 2017.

USGS - United States Geological Survey. **Science for a changing world**, 2017, Disponível em: <<http://www.earthexplorer.usgs.gov>>. Acesso em: 18 de novembro de 2017.

VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 1991. 124 p.

VILLELA, S.M.; MATTOS, A. **Hidrologia Aplicada**. São Paulo: McGRAWHill do Brasil, 1975. 245p.