



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM GEOPROCESSAMENTO AMBIENTAL

**AVALIAÇÃO DO EFEITO DAS AÇÕES ANTRÓPICAS NO
PROCESSO DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL NO MUNICÍPIO
DE NOVA XAVANTINA - MT**

Danielli Gomes Lima

MONOGRAFIA

BRASÍLIA
2017



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM GEOPROCESSAMENTO AMBIENTAL

Danielli Gomes Lima

**AVALIAÇÃO DO EFEITO DAS AÇÕES ANTRÓPICAS NO
PROCESSO DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL NO MUNICÍPIO
DE NOVA XAVANTINA - MT**

**Monografia de especialização em
Geoprocessamento Ambiental
apresentada a banca examinadora
do Instituto de Geociências como
exigência para a obtenção do título
de especialista em
Geoprocessamento**

Aprovada em ___/___/___

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Henrique Llacer Roig (orientador)

Prof. Ms. Rejane Cicerelli

Prof^ª. Dr^ª. Tati Almeida

RESUMO

O município de Nova Xavantina localizado no nordeste do Mato Grosso é abastecido pelo Rio das Mortes, um dos afluentes da bacia hidrográfica Tocantins/Araguaia. O rio drena áreas cobertas por vegetação tipo Cerrado, no entanto, áreas destinadas à pecuária e agricultura, principalmente o plantio de soja. Devido a principal atividade econômica do município e o crescimento populacional acelerado acarreta em vários impactos ambientais, sendo um deles o assoreamento. O assoreamento das margens de rios e córregos é causado pela retirada da mata ciliar, com a supressão de tal vegetação, as chuvas vão desbarrancando o relevo próximo ao rio, tornando-o raso, o que faz com que as águas avancem fora do leito normal e perca sua força e característica, provocando a diminuição do volume e conseqüentemente, num processo não muito lento, a sua secagem completa. A escassez da água vem sendo tema de destaque mundial. As principais motivações para o avanço desse processo é a degradação nos recursos hídricos, especialmente provocadas pelas ações antrópicas. O estudo e a compreensão das mudanças no uso e ocupação do solo juntamente com a dinâmica do escoamento superficial é de fundamental importância para qualquer programa de planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos de uma bacia hidrográfica. Dessa forma, torna-se adequada a utilizando como ferramenta os Sistemas de Informações Geográficas (SIG), pois assim é possível analisar as mudanças nos padrões de uso e ocupação do solo. Para tal avaliação será utilizado o modelo hidrológico chuva-vazão. A modelagem hídrica auxilia na compreensão dos processos físicos e a avaliação dos impactos nos recursos hídricos e no meio ambiente, no entanto para a modelagem é preciso obter resultados coerentes com a realidade. Considerando essa problemática, o objetivo geral deste trabalho é avaliar a influência da ação antrópica nos processos de escoamento superficial e identificar as possíveis regiões de maior contribuição para a sedimentação do rio. Para tanto, foi realizada uma análise do uso e ocupação do solo entre o ano de 2000 e 2016, por meio de mapas gerados com imagem de satélite. Também foi avaliado a evolução do escoamento superficial para um evento de precipitação simulado (50 mm) por meio do método curva número. Todos os resultados apontam para Nova Xavantina-MT, onde a principal unidade hidrológica passa no meio do município.

Palavras chave: Grupo Hidrológico do solo, Curva Número, Escoamento Superficial.

ABSTRACT

The municipality of Nova Xavantina located in the northeast of Mato Grosso is supplied by the Rio das Mortes, one of the tributaries of the Tocantins / Araguaia basin. The river drains areas covered by vegetation type Cerrado, however, areas for livestock and agriculture, mainly soybean planting. Due to the main economic activity of the municipality and the accelerated population growth entails several environmental impacts, one of them being silting. The silting of river banks and streams is caused by the removal of ciliary vegetation, with the suppression of such vegetation, the rains will unravel the relief near the river, making it shallow, which causes the water to move out of the normal bed And loses its strength and characteristic, causing the volume to decrease and consequently, in a not very slow process, its complete drying. The scarcity of water has been a worldwide highlight. The main motivations for the advancement of this process are the degradation in the water resources, especially caused by the anthropic actions. The study and understanding of changes in land use and occupation together with the dynamics of runoff is of fundamental importance for any water resources planning and management program in a river basin. In this way, it becomes appropriate to use Geographic Information Systems (GIS) as a tool, since it is possible to analyze changes in patterns of land use and occupation. For this evaluation will be used the rainfall-flow hydrologic model. Water modeling assists in the understanding of physical processes and the assessment of impacts on water resources and the environment, but for modeling, results must be consistent with reality. Considering this problem, the general objective of this work is to evaluate the influence of the anthropic action on the surface runoff processes and to identify the possible regions of greatest contribution to the sedimentation of the river. For that, an analysis of land use and occupation was carried out between 2000 and 2016, using maps generated with satellite imagery. The evolution of the runoff for a simulated precipitation event (50 mm) was also evaluated using the number curve method. All results point to Nova Xavantina-MT, where the main hydrological unit passes in the middle of the municipality.

Key words: Soil Hydrological Group, Number Curve, Surface Flow.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1 Objetivos	2
1.2 Localização da Área.....	3
2. DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	3
2.1 Caracterização do Meio físico.....	4
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
4. ETAPAS E MÉTODOS	12
4.1 Mapa de uso e ocupação do solo	14
4.2 Mapa dos Grupos Hidrológicos do solo	16
4.3 Complexo Hidrológico	16
4.4 Dados de Precipitação.....	17
4.5 Cálculo de Escoamento Superficial	18
5. RESULTADOS e DISCUSSÃO	18
5.1 Mapa de Uso e Ocupação	18
5.2 Mapa de Grupo Hidrológicos dos Solos.....	20
5.3 Escoamento Superficial	23
5.4 Variação da Porcentagem do Escoamento Superficial.....	25
6. CONCLUSÕES.....	28
7. BIBLIOGRAFIA	30

LISTA DE FIGURAS

Figura 01	Área de localização do estudo.....	3
Figura 02	Fluxograma das etapas de trabalho da análise variação de escoamento superficial em Nova Xavantina-MT.....	12
Figura 03	Recorte da Cena LC82240702016256 do sensor OLI (Landsat 8) na composição colorida falsa cor (RGB 764)	13
Figura 04	Precipitação mensal referente a 2000. (Fonte: INMET)	16
Figura 05	Precipitação mensal referente a 2016. (Fonte: INMET)	16
Figura 06	Mapa de uso e ocupação do solo reclassificados para análise de Escoamento Superficial.....	18
Figura 07	Análise da variação percentual de área das classes de uso e ocupação do solo da área de estudo	19
Figura 08	Demonstração do percentual do grupo hidrológico dos solos	20
Figura 09	Mapa de Grupos Hidrológicos de Solos do município em estudo	21
Figura 10	Mapas da Porcentagem de Precipitação Excedente para o evento simulado de uma precipitação de 50 mm	23
Figura 11	Mudança percentual na geração de escoamento superficial nos anos de 2000 e 2016.....	25
Figura 12	Porcentagem da área das taxas de dES do município de Nova Xavantina para as datas de 2000 e 2016	26

LISTA DE TABELAS

Tabela 01	Classificação dos grupos hidrológicos	6
Tabela 02	Grupo hidrológico dos solos	7
Tabela 03	Grupamento de solos segundo suas qualidades, características e resistências à erosão	8
Tabela 04	Condições do solo	9
Tabela 05	Valores CN.....	9
Tabela 06	Caracterização dos diferentes usos e ocupação do solo	13
Tabela 07	Enquadramento das classes do solo de Nova Xavantina nos grupos hidrológicos	15
Figura 08	Demonstração do percentual do grupo hidrológico dos solos	20

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BDMEP	Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa
CN	Curva-número
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Agropecuária
FUNAI	Fundação Nacional do Índio
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
IPH	Instituto de Pesquisas Hidráulicas
mm	Milímetros
NEH	National Engineering Handbook
NRCS	Natural Resources Conservation Services
SCS	Soil Conservation Service
SIG	Sistema de Informações Geográficas
SEPLAN	Secretaria de Planejamento de Coordenação geral do MT
SSARR	Streamflow Synthesis and Reservoir Regulation Model
SMAP	Soil Moisture Accounting Procedure
SHE	Systeme Hydrologique Europeen
SWAT	Soil and Water Assessment Tool
USDA	US Department of Agriculture
USGS	US Geological Survey

1. INTRODUÇÃO

Com o crescimento populacional acelerado surge a necessidade de alterar o meio físico de um espaço territorial, acarretando diversas preocupações tanto sociais quanto ambientais (Grostein, 2001).

Ao longo das últimas décadas, têm ocorrido vários desafios para a manutenção do equilíbrio ambiental nas cidades, um dos desafios discutidos é a retirada total ou parcial da cobertura vegetal do solo. A retirada da cobertura vegetal é uma forte mudança no cenário espaço-territorial em prol do desenvolvimento econômico e social, a pressão exercida pelas atividades agrícola, pecuária, extração vegetal e mineral causam uma série de consequências.

Um das principais consequências do uso e ocupação da terra são as marcas deixadas sobre o ciclo hidrológico, as chuvas de elevada intensidade ocorridas em situações em que o solo não está protegido pela cobertura vegetal ou pela cobertura morta, promovem compressão pelo impacto das gotas de chuva, e a infiltração torna-se reduzida; porém em condições de adequada cobertura superficial, o efeito é amenizado (Bertoni & Lombardi Neto, 1990).

A cobertura vegetal ajuda a proteger o solo facilitando a infiltração de água, sem essa proteção o solo fica mais suscetível à compactação e ao selamento superficial, diminuindo a taxa de infiltração (Maeda, 2008, *apud* Menezes, 2010).

A concepção de prognósticos sobre o comportamento do escoamento superficial a partir de mudanças no uso do solo, tais como, substituição de florestas por pastagem, ampliação de área com culturas agrícolas, mudanças nas espécies agrícolas, entre outras, “antes mesmo destas trocas serem perpetradas na bacia real” (Barreto-Neto e Souza Filho, 2003).

O escoamento superficial é um processo natural do ciclo hidrológico, porém, devido a ações antrópicas no uso e ocupação da terra esse processo carrega para os corpos hídricos, nas formas dissolvidas, em suspensão, ou vinculadas aos sedimentos, diversas substâncias, além de resíduos industriais e agrícolas e microrganismos patogênicos. A intensificação do escoamento superficial e, conseqüentemente, dos processos erosivos ocasionam problemas na área agrícola advindos da remoção da camada superficial do solo e conseqüente redução de produtividade e da capacidade útil dos corpos hídricos (Ferrigo, 2014).

O conhecimento das formas de utilização e ocupação das terras, bem como seu histórico, tem sido um fator imprescindível para compreensão dos padrões de organização do espaço agrícola, cada vez mais alterado pela ação do homem e pelo desenvolvimento “tecnológico” (Rosa, 1990). Existe a importância de considerar a influência do uso e do tipo da terra sobre a geração do escoamento superficial para conservação de uma bacia hidrográfica, sub-bacia ou até de uma microbacia de um espaço territorial.

O município de Nova Xavantina encontra-se as margens do Rio das Mortes tendo sua origem na expedição Roncador - Xingu em 1943, organizada com a finalidade promover a ocupação e desenvolvimento da Amazônia, (FERREIRA, 1997).

Na década de setenta, os programas políticos econômicos governamentais promoveram um forte fluxo migratório de pequenos agricultores familiares sulistas que através de projetos de colonização públicos e particulares, vieram para a região para plantar culturas anuais como arroz, soja e milho (RESK, 1991).

Segundo Ferreira (2001), as principais atividades econômicas do município são: pecuária intensiva, com sistema de cria, recria e corte e a agricultura, que é mais desenvolvida nas propriedades de menor extensão territorial.

Dessa forma, se faz necessário a utilização de técnicas de sensoriamento remoto como objeto de facilitar e aprimorar o processo de geração de mapas de uso do solo (Meneses & Almeida, 2012), bem como de técnicas de geoprocessamento para integração e modelagem dos processos com o uso de sistema de informação geográfica (SIG), por exemplo, acessar a registros de imóveis a partir de sua localização geográfica.

Nesse aspecto, esse trabalho tem como objetivo avaliar o processo de escoamento superficial do município de Nova Xavantina/MT utilizando o modelo hidrológico conhecido como chuva-vazão do Serviço de Conservação do Solo (SCS) do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos da América (USDA), sendo um método de principal parâmetro para o número da curva de escoamento superficial (CN), (Sartori *et al.*, 2005).

1.1 Objetivos

O objetivo geral deste trabalho é avaliar a influência da ação antrópica nos processos de escoamento superficial no município de Nova Xavantina-MT e identificar as possíveis regiões de maior contribuição para a produção de sedimentos no Rio das Mortes para o intervalo de tempo entre 2000 e 2016.

Para atingir o objetivo proposto, foi necessário analisar as seguintes etapas que influenciam no processo de sedimentação. São elas:

- Análise da evolução do uso e ocupação do solo;
- Calcular o escoamento superficial;
- Avaliar as áreas mais afetadas pelo processo das atividades agropastoril no município de Nova Xavantina-MT.

1.2 Localização da Área

A área de estudo corresponde ao município de Nova Xavantina está localizada nas coordenadas 14° 40' 09" latitude Sul, 52° 20' 09" longitude Oeste (SEPLAN, 2005).

O município de Nova Xavantina situa-se na Mesorregião Nordeste Mato-grossense, Microrregião Canarana, possuindo uma área de 5.544,745 km², fazendo limite com os municípios de Água Boa, Nova Nazaré, Cocalinho, Araguaiana, Barra do Garças, Novo São Joaquim e Campinápolis, (Figura 01) (FERREIRA, 2001).

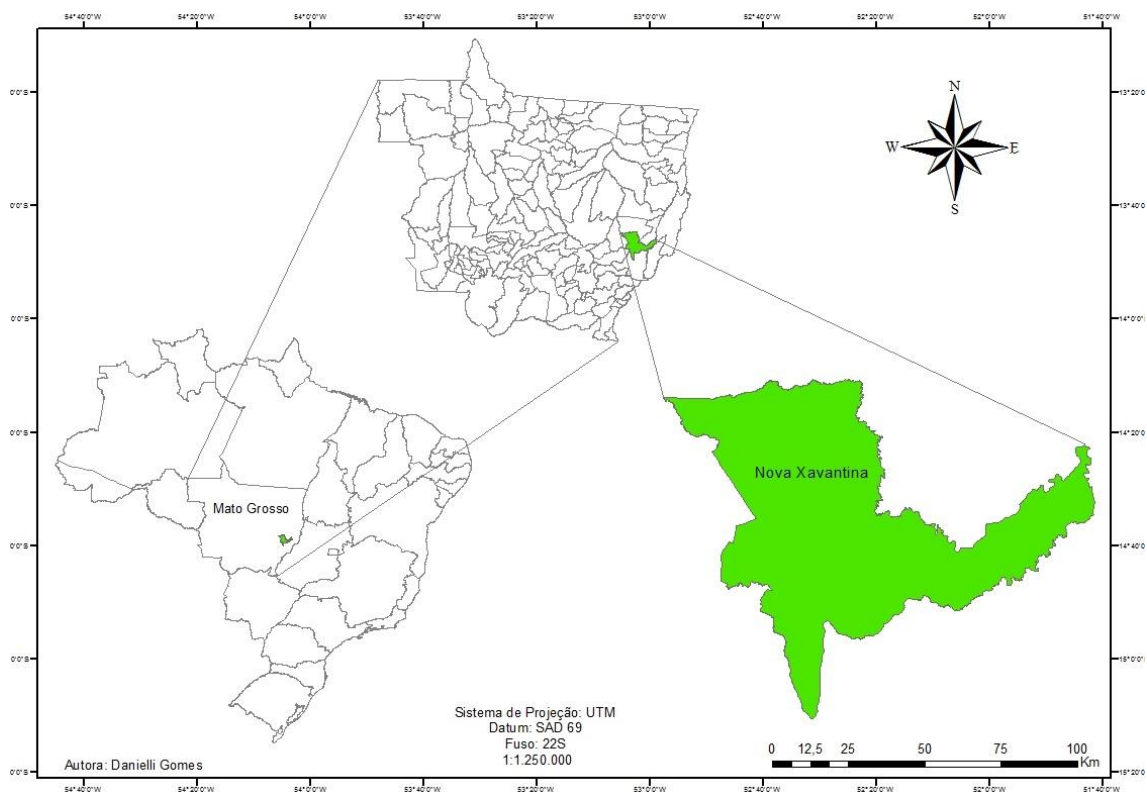


Figura 01: Área de localização do estudo

2. DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O município de Nova Xavantina teve sua origem na expedição Roncador - Xingu em 1943, organizada com a finalidade de promover a ocupação e desenvolvimento da Amazônia. Xavantina foi cogitada como um local apto a sediar o governo federal, caso a II Guerra Mundial exigisse mais segurança na organização política, visto que na época a capital do país era a cidade do Rio de Janeiro (FERREIRA, 1997).

Na década de setenta, os programas políticos econômicos governamentais promoveram um forte fluxo migratório de pequenos agricultores familiares sulistas que através de projetos de colonização públicos e particulares, vieram para a região para plantar culturas anuais como arroz, soja e milho (RESK, 1991).

Com população de 20.519 habitantes (IBGE, 2016), onde o maior núcleo urbano da região está estabelecido às margens do Rio das Mortes (SEPLAN, 2010).

A região tem importantes aspectos físicos e uma extensa rede de drenagem interligada ao Rio das Mortes, que constitui um dos mais importantes cursos de água do estado de Mato Grosso, sendo o afluente mais importante da margem esquerda do rio Araguaia.

A bacia do rio das mortes apresenta a maior parte com uso agropecuário em médias e grandes propriedades com predomínio de culturas anuais (SEPLAN, 2004).

Segundo Ferreira (2001), as principais atividades econômicas do município são: pecuária intensiva e extensiva, com sistema de cria, recria e corte e a agricultura, que é mais desenvolvida nas propriedades de menor extensão territorial.

2.1 Caracterização do Meio físico

O clima é do tipo Aw, segundo a classificação de Köppen (BRASIL, 1981) possui duas estações bem definidas um verão chuvoso de outubro a abril e um inverno seco de maio a setembro (NOVA XAVANTINA, 2002). A temperatura média anual é de 24,41°C e a precipitação pluviométrica de 1469.6mm a 1.600mm anual (ESTAÇÃO METEOROLÓGICA, 2004).

Os tipos de solos encontrados no município de Nova Xavantina são: Areias Quartzosas Distróficas; Cambissolo Álico; Glei pouco Húmico Distrófico; Latossolo vermelho-escuro Distrófico; latossolo vermelho-amarelo Distrófico. Plintossolo Álico; Plintossolo Distrófico; Solos Litólicos Álicos; Solos Litólicos Álicos Distróficos; Solos Litólicos Distróficos; Solos Concrecionários Câmbicos Álicos; Solos Concrecionários Latossólicos Distróficos. O solo predominante no município é o latossolo vermelho-amarelo Distrófico. (SEPLAN, 2001c).

Segundo Seplan (2001d), as vegetações encontradas no município são: Formações Savânicas: (Savanas Arborizada (Cerrado), Savanas Arborizada com Floresta de Galeria, Formação de Savana Arborizada associada a vertentes, com encaves de formações florestais em grotões de drenagem, Savana Florestada (Cerradão), Savana Gramíneo-Lenhosa (Campos Úmidos), Savana Parque (Campo Cerrado) e Savana Parque com Floresta de Galeria); Formações Ripárias: (Formações justafluviais (matas de galeria, mata ciliar, veredas, matas de brejo, florestas aluviais)); Contatos: (Contato Floresta Estacional/Savana); Formações Antropizadas: (Floresta Remanescente e Floresta Secundária). As Savanas Arborizadas com Floresta de Galeria são as mais representativas no município.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Segundo Pickbrenner (2005), as principais consequências decorrentes do processo de crescimento urbano e das atividades agropastoril acentuadas estão associadas ao aumento do pico de vazão de cheia, a antecipação e diminuição do tempo desta vazão máxima causado pelo escoamento superficial.

Diante disso os autores Miranda *et al* & Criscuolo *et al* (2004), diz que a análise do uso e cobertura da terra permite avaliar as mudanças ocorridas e a substituição da cobertura natural pelas atividades antrópicas.

A estimativa do escoamento superficial é essencial para a avaliação do potencial de produção de água de uma bacia hidrográfica e o planejamento de medidas de conservação do solo e da água (MUÑOZ-ROBLES *et al.*, 2011).

Um método simples e utilizado comumente para estimativa de escoamento superficial no Brasil é a técnica do Número de Curva (CN) foi desenvolvido pelo Serviço de Conservação do Solo - SCS; atualmente chamado de Serviço de Conservação de Recursos Naturais (NRCS) do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA) e sua primeira publicação data de 1954 (Gonçalves, 2007).

O método do número da curva de escoamento superficial ou simplesmente do CN permite estimar a precipitação excedente resultante de uma determinada área conhecida de drenagem (Sartori *et al.*, 2005).

De acordo com Menezes (2010), esse modelo permite estimar a partir de informações do tipo, uso e umidade excedente do solo, o número da curva de escoamento superficial (CN) e com este a parcela da precipitação que resultará em escoamento superficial ou chuva excedente.

Segundo TYAGI *et al.* (2008) o método do SCS baseia-se no conceito de que a lâmina de escoamento superficial produzida em um dado evento é uma função da altura total da lâmina precipitada e das abstrações iniciais, que representa as perdas que ocorrem, principalmente, devido à infiltração, à interceptação vegetal e à retenção em depressões do terreno.

Para definir o parâmetro CN de uma determinada área são necessários dados sobre o grupo hidrológico de solo e a cobertura e uso da terra. O primeiro pode ser considerado constante se for levada em conta a escala temporal das atividades humanas. O segundo, entretanto, pode sofrer grande variação em curtos períodos de tempo, dependendo da região (Kich, 2014).

Deste modo, para que possamos usar o CN faz-se necessário entender alguns pontos importantes como Hidrologia do Solo, Complexos hidrológicos e o Modelo Matemático do CN.

3.1 Classificação Hidrológica dos Solos e Complexo Hidrológico

Segundo Sartori *et al.*, 2005 uma classificação consiste em agrupar objetos segundo a similaridade de suas qualidades para um determinado objetivo ou finalidade.

As definições dos grupos hidrológicos do solo e a proposta para o enquadramento em primeiro nível categórico (Ordem) das classes solos com a nomenclatura antiga são apresentados na tabela 01.

Tabela 01: Classificação dos grupos hidrológicos.

Nomenclatura do Atual SBCS	Nomenclatura utilizada anteriormente pela Comissão de Solos
Grupo Hidrológico A	
LATOSSOLO VERMELHO AMARELO Distrófico A moderado textura argilosa	Latossolo Vermelho-Amarelo álico, A moderado textura argilosa
LATOSSOLO VERMELHO Distróférico típico A moderado textura muito argilosa	Latossolo Roxo Distrófico A moderado textura muito argilosa
Grupo Hidrológico B	
NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico A fraco	Areia Quartzosa Álica, profundo, A fraco
Grupo Hidrológico C	
ARGILOSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico A moderado textura média/argilosa	Podzólico Vermelho-Amarelo Distrófico, A moderado, textura média/argilosa

CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico latossólico	Cambissolo Álico A moderado textura média
CABISOLO HÁPILCO Tb Eutrófico típico A moderado textura média	Cambissolo Tb eutrófico
Grupo Hidrológico D	
GLEISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico, textura argilosa	Glei Pouco Húmico Tb álico, textura argilosa
NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico chernossólico	Litossol - fase substrato folhelho-argilito
PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário Distrófico A moderado textura arenosa/média muito cascalhenta	Plintossolo Pétrico Distrófico Tb A moderado textura arenosa/média

Fonte: Sartori *et al.*, 2005.

As classificações e definições dos grupos hidrológicos do solo na hidrologia está relacionada com os objetivos: suscetibilidade a erosão e a produção de escoamento, conforme a tabela 02 e 03:

Tabela 02: Grupo hidrológico dos solos.

Grupo A:	Compreende os solos com baixo potencial de escoamento e alta taxa de infiltração uniforme quando completamente molhados, consistindo principalmente de areias ou cascalhos, ambos profundos e excessivamente drenados. Taxa mínima de infiltração: > 7,62 mm/h
Grupo B	Compreende os solos contendo moderada taxa de infiltração quando completamente molhados, consistindo principalmente de solos moderadamente profundos a profundos, moderadamente a bem drenados, com textura moderadamente fina a moderadamente grossa. Taxa mínima de infiltração: 3,81-7,62 mm/h
Grupo C	Compreende os solos contendo baixa taxa de infiltração quando completamente molhados, principalmente com camadas que dificultam o movimento da água através das camadas superiores para as inferiores, ou com textura moderadamente fina e baixa taxa de infiltração. Taxa mínima de infiltração: 1,27-3,81 mm/h.
Grupo D	Compreende os solos que possuem alto potencial de escoamento, tendo uma taxa de infiltração muito baixa quando completamente molhados, principalmente solos argilosos com alto potencial de expansão. Pertencem a este grupo, solos com grande permanência de lençol freático elevado, solos com argila dura ou camadas de argila próxima da superfície e solos expansivos agindo como materiais impermeabilizantes próximos da superfície. Taxa mínima de infiltração: < 1,27 mm/h

Fonte: (TR-55, 1986).

Tabela 03 Grupamento de solos segundo suas qualidades, características e resistência à erosão.

Grupo	Grupo de Resistência à erosão	Principais Características					
		Profundidade	Permeabilidade	Textura	Razão Texturial	Grandes Grupos de Solos	Índice K
A	alto	muito profundo (>2m) ou profundo (1 a 2m)	rápida/rápida moderada/rápida	média/média argilosa/argilosa argilosa/muito argilosa	<1,2	LR, LE, LV, LVr, LVt, LH, Lea, e Lva	1,25
B	moderado	profundo (1 a 2m)	rápida/rápida moderada/rápida moderada/moderada	arenosa/arenosa arenosa/média arenosa/argilosa média/argilosa argilosa/muito argilosa	1,2 a 1,5	LJ, LVP, PV, PVL, PIn, TE, PVI, R, RPV, RLV, Lea, e LVa	1,1
C	baixo	profundo (1 a 2m) moderadamente profundo (0,5 a 10 m)	lenta/rápida lenta/moderada rápida/moderada	arenosa/média média/argilosa arenosa/argilosa arenosa/muito argilosa	>1,5	Pml, PVp, PVls, Pc e M	0,9
D	muito baixo	Moderadamente profundo (0,5 a 1,0m) ou raso (0,25 a 0,50m)	rápida, moderada ou lenta sobre lenta	muito variável	muito variável	Li-b, Li-ag, gr, Li- fi, Li-ac e PVp (rasos)	0,75



(Fonte: Lombardi Neto *et al.*, 1989, *apud* Sartori *et al.*, 2005).

De acordo com Tomaz (2011) o SCS reconheceu a importância da condição antecedente do solo, pois, o mesmo poderá estar em condições normais ou muito seco ou muito úmido, conforme tabela 04.

Tabela 04: Condições do solo

Condição do solo	Situação do solo
I	Solo seco.
II	Condições médias do solo. É a condição normal das tabelas do número CN.
III	Solo úmido. Ocorreram precipitações nos últimos cinco dias. O solo está saturado

(Fonte: McCuen, 1998, *apud* Tomaz, 2011).

O complexo hidrológico solo-cobertura da terra é a parte fundamental para a composição do CN médio da bacia e este a principal variável para estimar a chuva excedente aplicando a metodologia do SCS, apresentados na tabela 05.

Tabela 05: Valores de CN

Uso do Solo	Superfície do Solo	Grupo do Solo			
		A	B	C	D
Culturas Temporárias	Em curvas de nível	62	74	82	85
	Terraceados em nível	60	71	79	82
	Em fileiras retas	62	75	83	87
Pastagens	Pobres, em curvas de nível	47	67	81	88
	Normais, em curvas de nível	25	59	75	83
	Boas, em curvas de nível	6	35	70	79
Florestas	Muito esparsas, baixa transpiração	56	75	86	91
	Esparsas	46	68	78	84
	Densas, alta transpiração	26	52	62	69
	Normais	36	60	70	76
Zonas residenciais					
Lotes de (m ²)	% média impermeável				
<500	65	77	85	90	92

Fonte: (Tucci *et al*, 1993, *apud* Tomaz, 2011)

3.2 Modelo Matemático

É um método que permite estimar o valor da distribuição e o volume do escoamento superficial, seu modelo matemático possui dois módulos, onde primeiramente é realizada a separação do escoamento e posteriormente a propagação do mesmo (Menezes, 2010).

Nesse modelo é importante o cálculo das perdas iniciais (I_a), que se refere a altura de chuva precipitada, até o início da formação do escoamento superficial. Sendo constituídas por três variáveis: interceptação, retenção em depressões e infiltração. O SCS propôs a seguinte relação entre as variáveis S e I_a :

$$I_a = \lambda S \quad 3.1$$

Onde:

S é a capacidade de retenção máxima de água dos solos e;

λ é uma constante de proporcionalidade da abstração inicial em relação à capacidade máxima de água dos solos.

De acordo com Menezes (2010) o SCS considera o λ como uma constante de 0,2 expresso na equação 1.2, sendo que toda chuva é retirada por pelo menos uma das variações citadas acima citadas, isso quer dizer que a ocorrência de escoamento superficial está condicionada a:

$$I_a = 0.2S \quad 3.2$$

$$P < I_a \quad 3.3$$

Sendo P a precipitação ocorrida desde o início e I_a as perdas iniciais.

De acordo com Sartori *et al.*, (2005) para o cálculo do escoamento direto Q a partir de uma conhecida precipitação P , há necessidade de uma estimativa média para a variável desconhecida S .

Portanto, a separação do escoamento é obtida por meio das seguintes equações:

$$Q = \frac{(P-I_a)^2}{P-I_a+S} \quad 3.3$$

Para o cálculo de escoamento direto Q a

$$S = \frac{25400}{CN} - 254 \quad 3.4$$

Sendo o Q o volume do escoamento superficial ou chuva excedente (mm), P é a precipitação (mm) e S a capacidade máxima de retenção de água dos solos.

Deste modo, a variação do escoamento superficial é feita com base na comparação dos resultados simulados, de acordo com a seguinte equação:

$$dES = \frac{ESII.ESI}{ESI} \cdot 100 \quad 3.5$$

Onde, dES : Diferença percentual do escoamento superficial, $ESII$: Escoamento superficial para $\Delta T2$ (período mais recente) e ESI : Escoamento superficial para $\Delta T1$ (período antecedente)

4. ETAPAS E MÉTODOS

Para o desenvolvimento do presente trabalho, foram utilizadas técnicas de geoprocessamento, ou seja, processamento digital em imagens e integração de dados conforme fluxograma apresentado na figura 02.

Segue descritas as formas de coleta de dados:

- Aquisição da base de dados vetoriais, fornecidos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE; Secretaria de Estado de Planejamento e Coordenação Geral - SEPLAN/MT; Agência Nacional da Água - ANA.

- Aquisição dos dados de precipitação, fornecidos pela estação de código 83319, operada pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e seus dados são disponibilizados por meio do Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP).

- Aquisição das imagens, fornecidos pelo USGS por meio da plataforma Earth Explorer.

Nessa primeira etapa foi utilizado o *shapefile* (*shp*) de uso e ocupação do solo disponibilizado nos anos de 2000 e 2016 e o de Pedologia disponibilizado em 2007, ambos os *shps* na Escala 1:250.000.

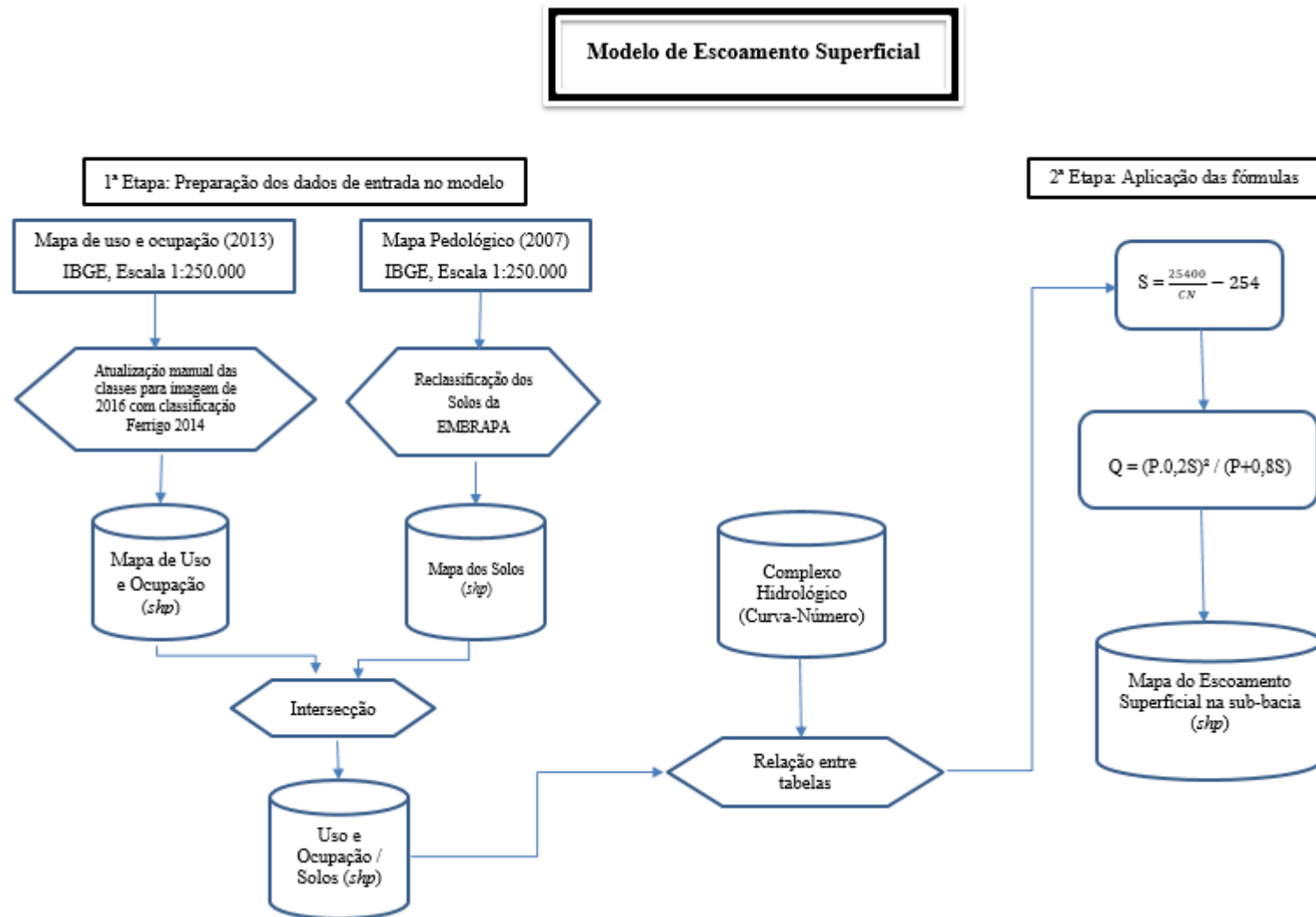


Figura 02: Fluxograma das etapas de trabalho da análise variação de escoamento superficial em Nova Xavantina-MT

4.1 Mapa de uso e ocupação do solo

Este foi editado manualmente na escala de 1:20.000 por meio da interpretação visual utilizando-se o software ArcGis (10.1). Para tanto foi utilizada a composição colorida falsa cor (RGB 764), sensor OLLI do satélite 8, de 11 de agosto de 2016, figura 03.

Todo processamento foi realizado no software ENVI Classic 5.1 e para a vetorização dos polígonos utilizou-se o ArcGis.

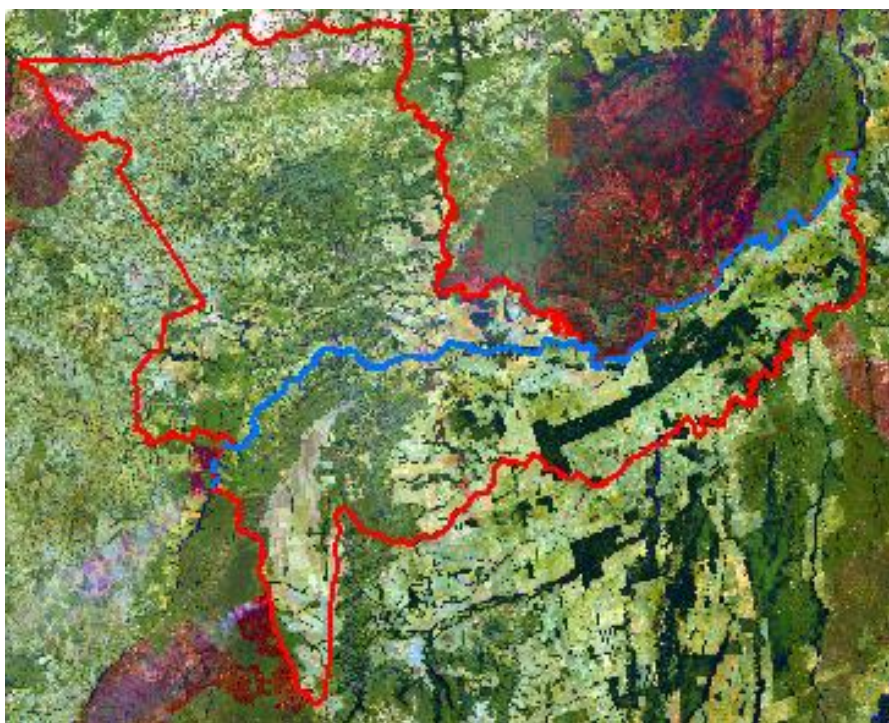


Figura 03: Recorte da Cena LC82240702016256 do sensor OLI (Landsat 8) na composição colorida falsa cor (RGB 764).

Entretanto, antes de iniciarmos a interpretação faz-se necessário a definição de uma legenda de classificação, a qual é apresentada na tabela 06:

Tabela 06 - Caracterização dos diferentes usos e ocupação do solo.








	<p>Áreas Urbanizadas Alta / Média Densidade</p>	<p>Áreas de urbanização que apresentam entre 50% e 70% de impermeabilização</p>
---	---	---

Tabela 06 - Continuação

	Culturas Anuais / Olericultura	Talhões de plantações de culturas temporárias e de ciclo anual.
	Mata de Galeria	Áreas de vegetação típica ao longo das linhas de drenagem, localizando-se geralmente nos fundos dos vales, não apresentando caducifolia durante a estação seca e que apresenta uma superposição das copas.
	Áreas Preservadas / Cerrado	Áreas predominadas por murundus (pequenas porções mais elevadas com espécies vegetais típicas do cerrado) e a porção rebaixada topograficamente, predominada por uma vegetação graminóide que sofre influência de inundações periódicas.
	Áreas Alagáveis / Campos de Murundus	Áreas predominadas por murundus (pequenas porções mais elevadas com espécies vegetais típicas do cerrado) e a porção rebaixada topograficamente, predominada por uma vegetação graminóide que sofre influência de inundações periódicas.
	Pastagem	Áreas com vegetação predominantemente herbácea e algumas árvores esparsas.
	Água / Pequenos Lagos / Açudes	Áreas que contém permanentemente uma quantidade variável de água.

Fonte: Ferrigo, 2014

4.2 Mapa dos Grupos Hidrológicos do solo

Este foi reclassificado com base na nova classificação dos solos brasileiros EMBRAPA (1989).

Após o mapa de uso e ocupação do solo e o mapa dos solos de Nova Xavantina definidos, para o andamento da construção do modelo SCS é necessário fazer a interseção dos mapas de solo com o de uso e ocupação.

Após a adequação da classificação dos solos foi adequado para o método do SCS nas condições dos solos do Brasil, correlacionando a classificação hidrológica correspondente para cada tipo de solo, sendo apresentado na tabela 07.

Tabela 07: Enquadramento das classes do solo de Nova Xavantina nos grupos hidrológicos

Grupo	Classes de Solos do Município
A	Latossolo Vermelho
B	Neossolo Quartziterênico
C	Argissolo Vermelho-Amarelo e Cambissolo
D	Gleissolo Háptico, Neossolo Litólico e Plintossolo Pétrico

4.3 Complexo Hidrológico

A metodologia empregada para determinar o *CN*, seguiu a proposta de Lombardi-Neto *et al.* (1989) e Sartori (2004), considerando que os solos do Mato Grosso possuem algumas características similares aos tipos de solo estudado pelos referidos autores, optou-se por adaptar a mencionada proposta da às condições da região em estudo em seguida foi definido o valor do *CN* por meio de um relacionamento do vetor do mapa da intersecção, sendo apresentada na tabela 08.

Tabela 08: Valores de *CN* para cada classificação de uso do solo.

Uso do Solo	Superfície do Solo	Grupo do Solo			
		A	B	C	D
Cerrado	Esparsas	36	60	70	76
Mata de Galeria	Densas, alta transpiração	26	52	62	69
Cerradão	Normais	46	68	78	84
Pastagens	Normais, em curvas de nível	25	59	75	83
Culturas Anuais	Em fileiras retas	62	75	83	87
Áreas Urbanas	Lotes de m ² <500 65% média impermeável	77	85	90	92

4.4 Dados de Precipitação

Para a análise do escoamento superficial foi feito uma média anual da precipitação em mm, para o ano 2000 média anual de 114 mm e para 2016 média anual de 98 mm, conforme gráfico da figura 04 e 05, a variação do escoamento superficial para essa simulação foi utilizado o valor de 50 mm de chuva para o ano de 2000 e 2016.

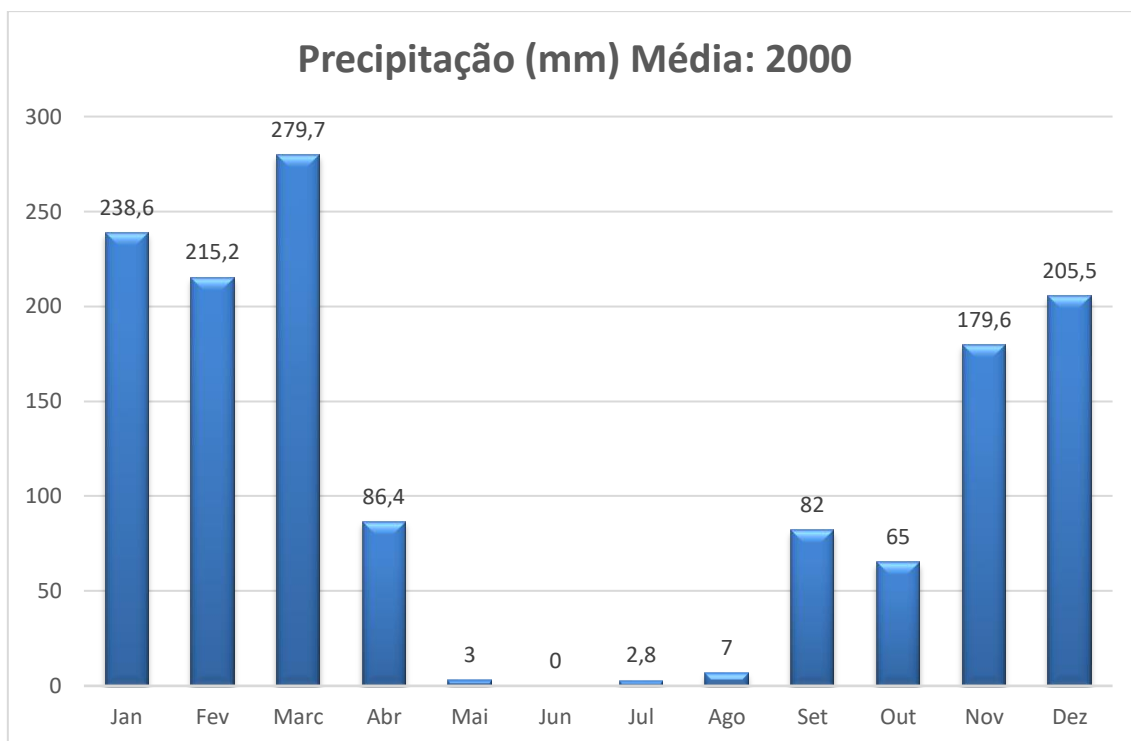


Figura 04: Precipitação mensal referente a 2000.

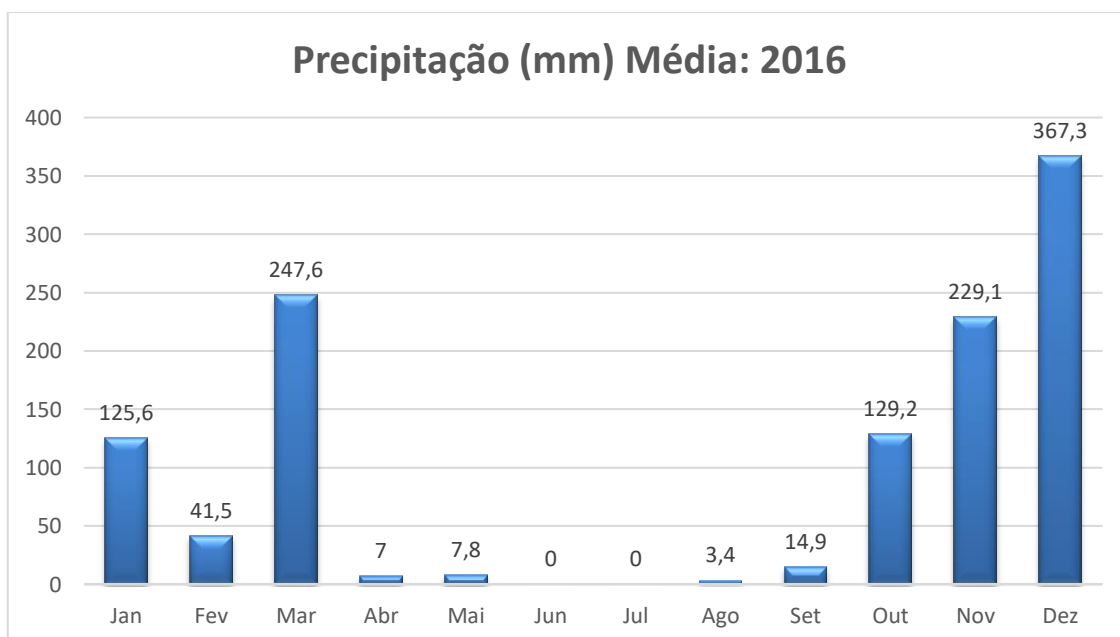


Figura 05: Precipitação mensal referente a 2016. (Fonte: INMET)

4.5 Cálculo de Escoamento Superficial

Com os valores de CN e precipitação definidos, foi calculado a separação do escoamento superficial obtida pela equação 1.4, em sequência a capacidade de retenção de água no solo **S** foi calculado de acordo com a equação 1.5.

Sendo a última variável necessária para o cálculo do escoamento superficial é possível avaliar a estimativa do valor escoado na área do estudo.

5. RESULTADOS e DISCUSSÃO

Os itens a seguir apresentam os resultados dos dados encontrados, os quais são: Uso e Ocupação, Mapa de solos e Mapa do escoamento superficial.

5.1 Mapa de Uso e Ocupação

No município estudado forma caracterizados 8 classes de uso e ocupação da Terra para os dois períodos analisados, 2000 e 2016, esses tipos de mapas demonstra a dinâmica temporal no solo que pode ser bastante significativa para obter um resultado esperado conforme apresentados pela figura 06.

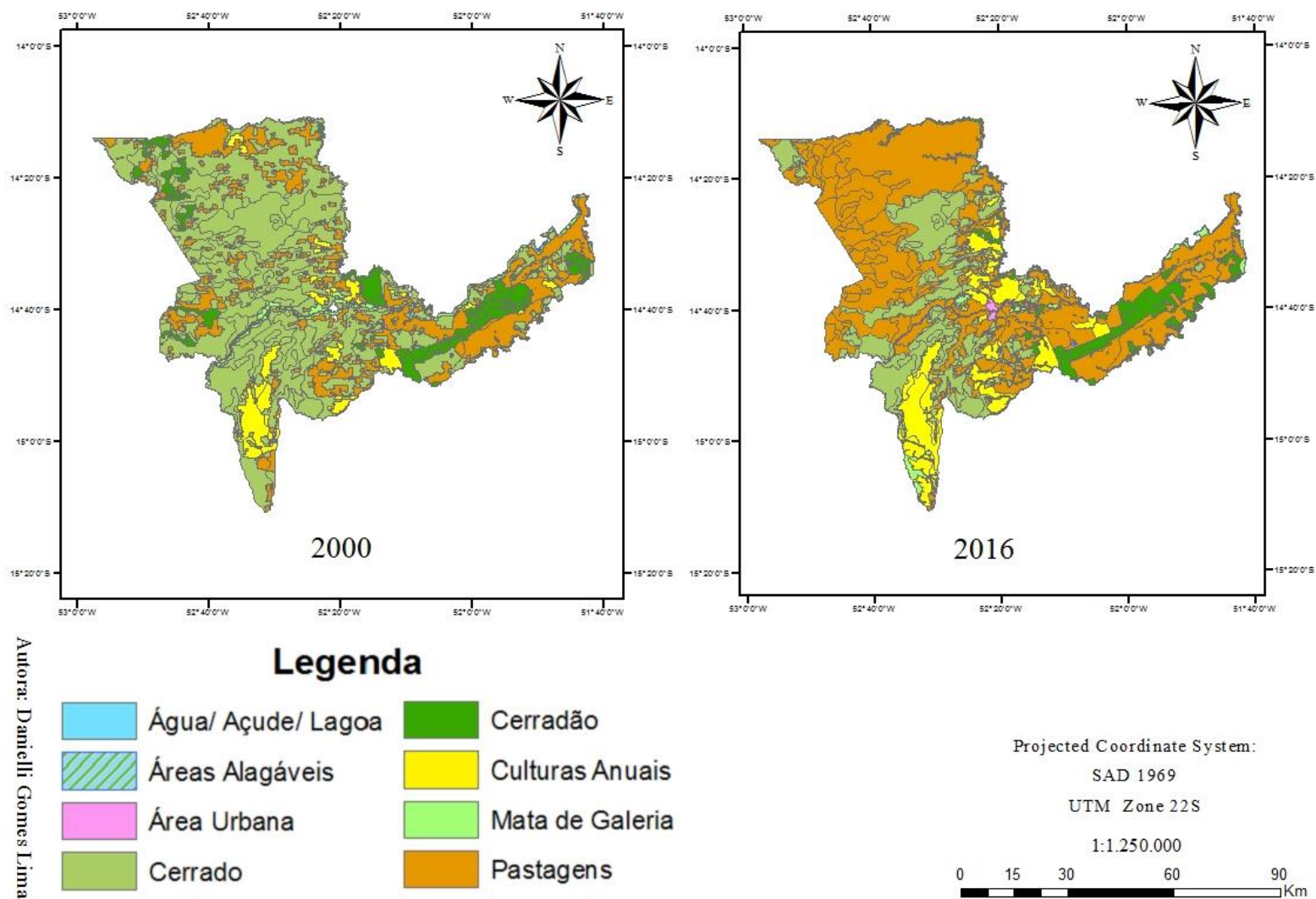


Figura 06 - Mapa de uso e ocupação do solo reclassificados para análise de Escoamento Superficial.

Com base no gráfico da figura 07, pode-se perceber a intensidade de crescimento da classe. Do ano de 2000 até 2016 nota-se que no município as áreas de preservação do cerrado e as áreas florestais tiveram uma expressiva substituição conforme a intensa atividade agropastoril.

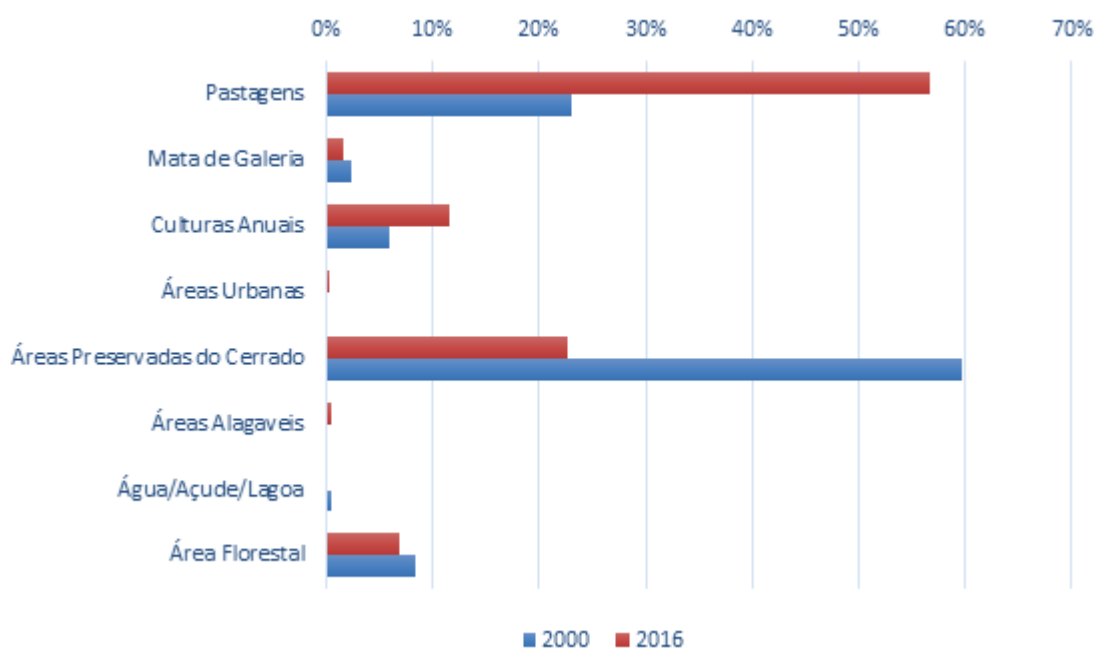


Figura 07 Análise da variação percentual de área das classes de uso e ocupação do solo da área de estudo

Como especifiquei na caracterização da área, o município possui atividade econômica principal a pecuária intensiva e extensiva de corte e “recria” e como atividade secundária cultivo de culturas anuais.

Esse fato mostra que o município passou por um intenso processo de desenvolvimento rural, o que pode ter contribuído muito para o aporte de sedimentos nos cursos d’água. Isto porque essas atividades deixam o solo exposto, principalmente quando a área não possui manejo, adequado, rotatividade dos pastos e adubação.

5.2 Mapa de Grupo Hidrológicos dos Solos

Na região predominam os solos com capacidade de infiltração média a baixa, grupo C, do gráfico, figura 08. Solos com alta infiltração, grupo A, produzem pequenos escoamentos, caracterizados por altos teores de areia, pequenos teores de argila e profundos, ocupando cerca de 26%. Já os solos menos permeáveis, grupo B, são arenosos, porém, menos profundos, tendo uma ocupação menos expressiva com 9%. Os solos que geram escoamento superficial, grupo C, superior ao solo B, tem a capacidade de infiltração média a baixa, muito argiloso e pouco profundos, com porcentual expressivo

de 42%. Os solos pouco profundo, com baixa capacidade de infiltração e presença de argila, grupo D, com maior capacidade para geração de escoamento, ocupando 23% da bacia.

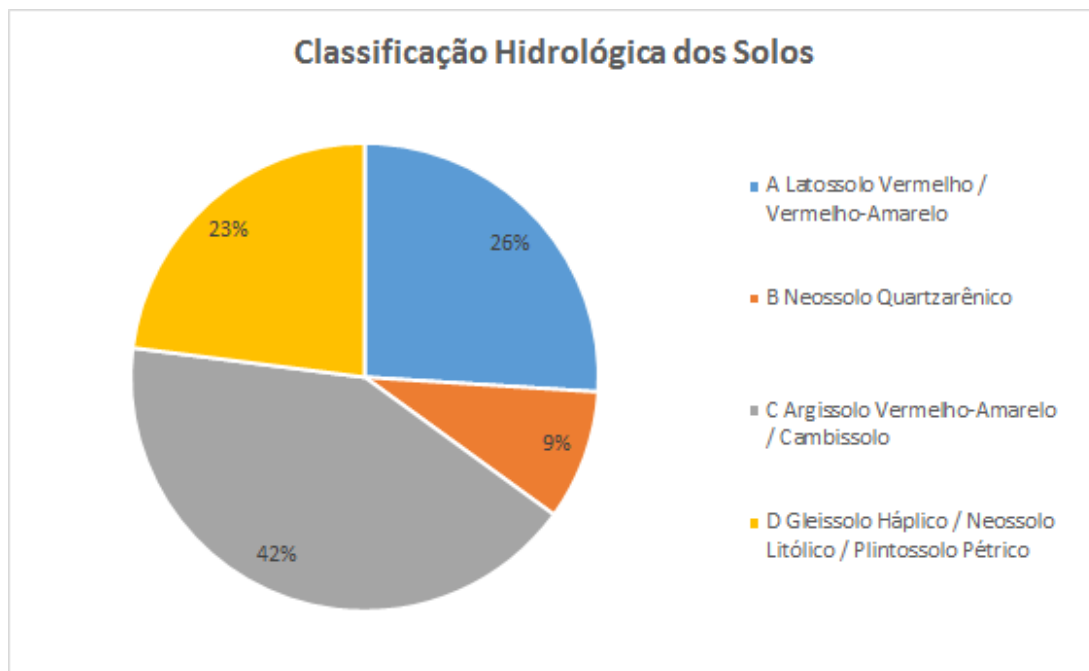


Figura 08: Demonstração do percentual do grupo hidrológico dos solos.

Apesar de não ocuparem a maior parte do município, analisando o mapa da figura 09, pode-se observar uma forte proximidade dos solos do grupo D com as redes de drenagem, ou seja, em áreas de declividade mais acentuada. Portanto, os valores de escoamento superficial próximo as redes de drenagem, têm uma forte tendência de serem altos, dependendo do padrão de uso e ocupação desse solo. Isso pode contribuir para o aporte de sedimentos no rio.

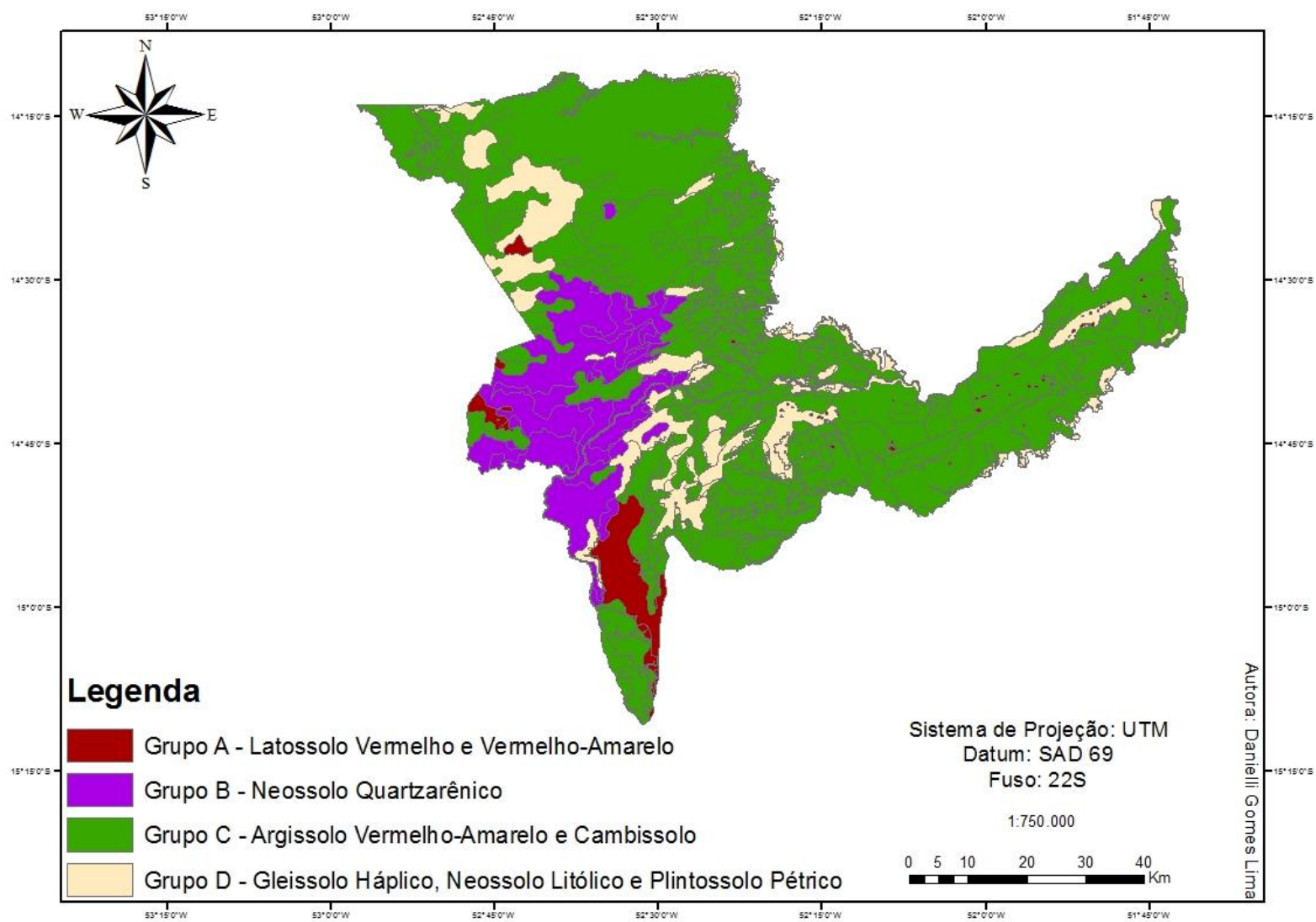


Figura 09 - Mapa de Grupos Hidrológicos de Solos do município em estudo

5.3 Escoamento Superficial

A análise do escoamento superficial apresenta a variação dos valores de CN para cada classificação de uso e ocupação do solo.

A figura 10 mostra os mapas de escoamento superficial calculados para os anos de 2000 e 2016, discriminados por complexos hidrológicos. Estão simbolizados nos mapas os valores da porcentagem da precipitação excedente para um evento simulado de precipitação igual a 50 mm.

No ano de 2000, as regiões que ocorrem escoamento superficial estão relacionadas aos solos de baixa taxa de infiltração, grupo D. Essas regiões ocorrem em sua maioria em áreas com atividades agropastoril com valores de precipitação excedente entre 25 e 50%.

No ano de 2016 nota-se um aumento nas taxas de precipitação excedente fruto da substituição do Cerrado e Cerradão pelo desenvolvimento rural, onde as classes de 50 e 75% começam a surgir, em virtude das áreas agropastoris.

Com base na análise é possível observar que ao longo da série histórica, houve um aumento das regiões onde ocorrem 100% de infiltração da água no solo.

O desenvolvimento rural nessa bacia é um fator que contribuiu muito para os aumentos nas taxas de escoamento superficial, e, também, para o aporte de sedimentos nas redes de drenagem dessa região que abastece o rio.

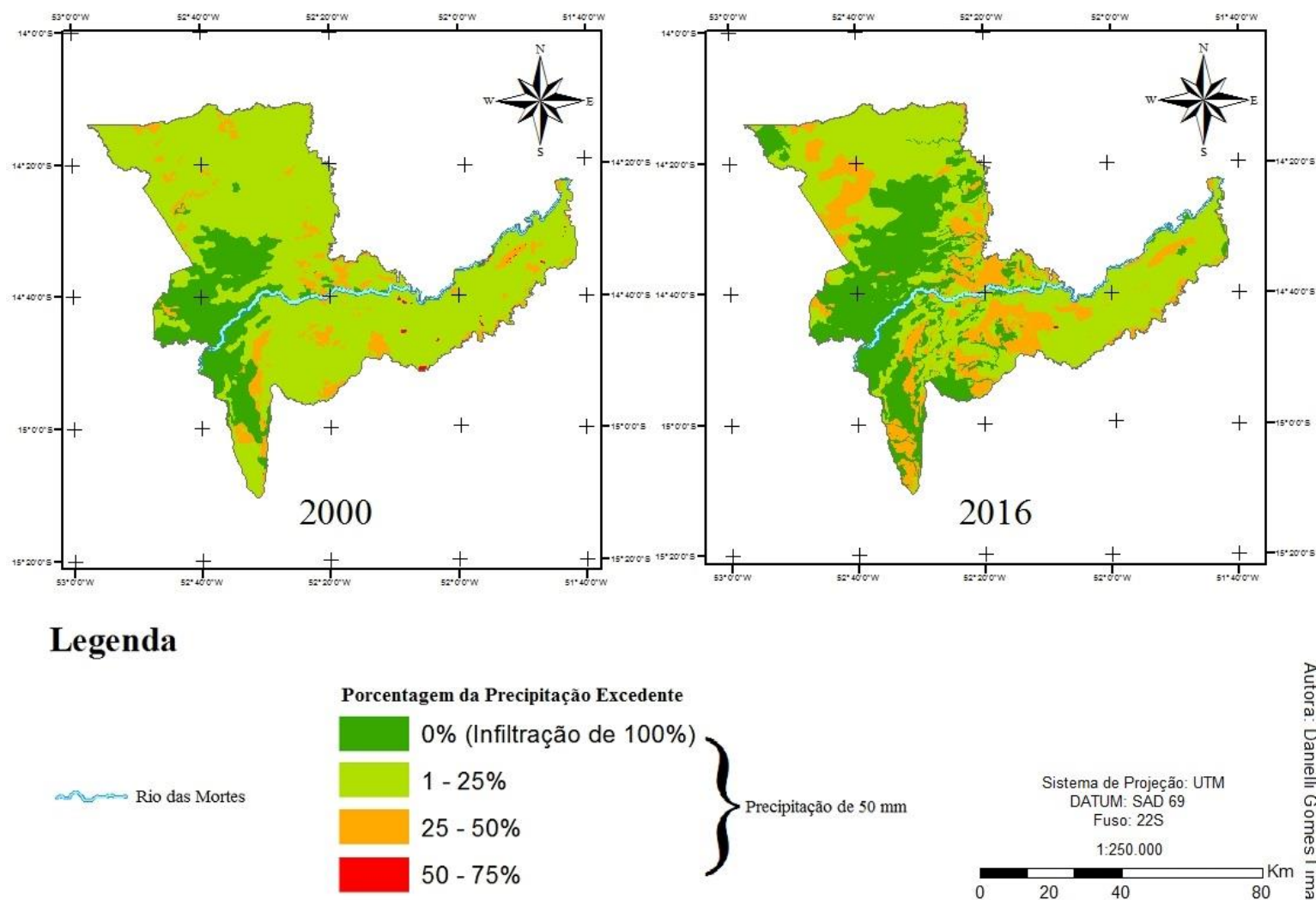


Figura 10 - Mapas da Porcentagem de Precipitação Excedente para o evento simulado de uma precipitação de 50 mm.

5.4 Variação da Porcentagem do Escoamento Superficial

A figura 11 apresenta a análise de variação do escoamento superficial, com base na equação 3.6 e o gráfico da figura 12 mostra a quantificação em porcentagem da área dessas alterações no município de Nova Xavantina.

É importante ressaltar que a base de comparação dos resultados é sempre o período mais recente, tornando-se como base uma precipitação de 50 mm. Portanto, um resultado com valor de 50%, significa que o valor de escoamento dobrou de uma região para a outra. Da mesma forma, um valor de 100% indica que o volume de escoamento superficial passou a ocorrer em uma região, onde anteriormente, não era observado nenhum escoamento superficial (Maeda, 2008, *apud* Menezes, 2010)

Portanto, as classes utilizadas para o mapeamento dessa análise foram definidas com o objetivo de analisar as regiões, onde o aumento de escoamento superficial foi relevante, e identificar onde esse aumento foi mais acentuado. Para isso, as classes foram assim definidas:

- Regiões sem escoamento superficial (100% de infiltração).
Regiões onde o escoamento é igual a zero, em ambas as datas em análise.
- Regiões com diminuição de escoamento superficial.
- Regiões onde o escoamento superficial se manteve constante. São as regiões onde não se teve alteração do escoamento superficial, independente do valor escoado.
- Regiões com aumento de até 25% do valor de escoamento superficial.
- Regiões com aumento de até 25 e 50% do valor de escoamento superficial.
- Regiões com aumento >75% do valor de escoamento superficial.
- Regiões sem escoamento superficial prévio (perda de 100% de infiltração). Essas são as regiões onde o aumento de escoamento superficial tem como resultado no modelo o valor igual a 100%.

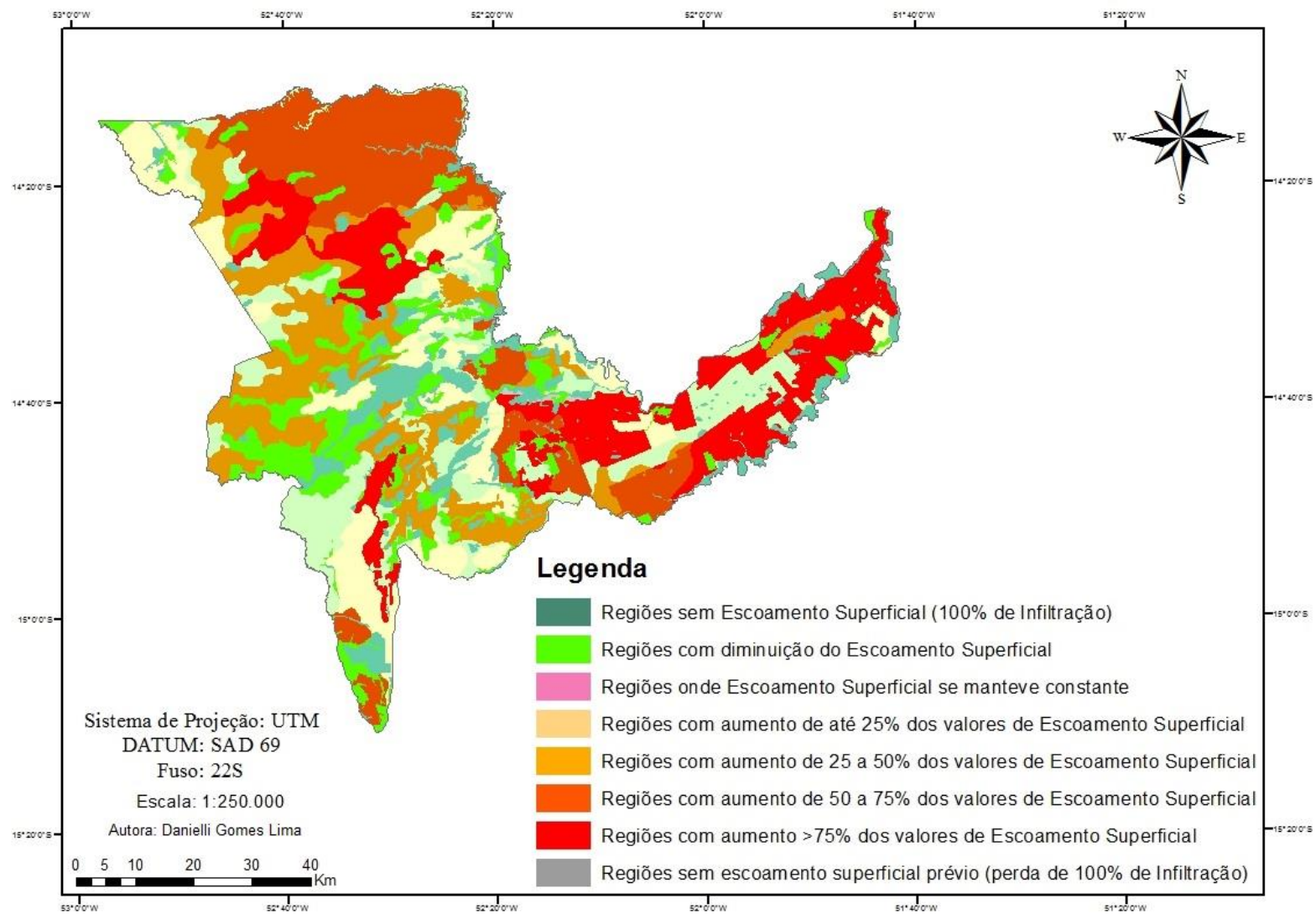


Figura 11 – Mudança percentual na geração de escoamento superficial nos anos de 2000 e 2016

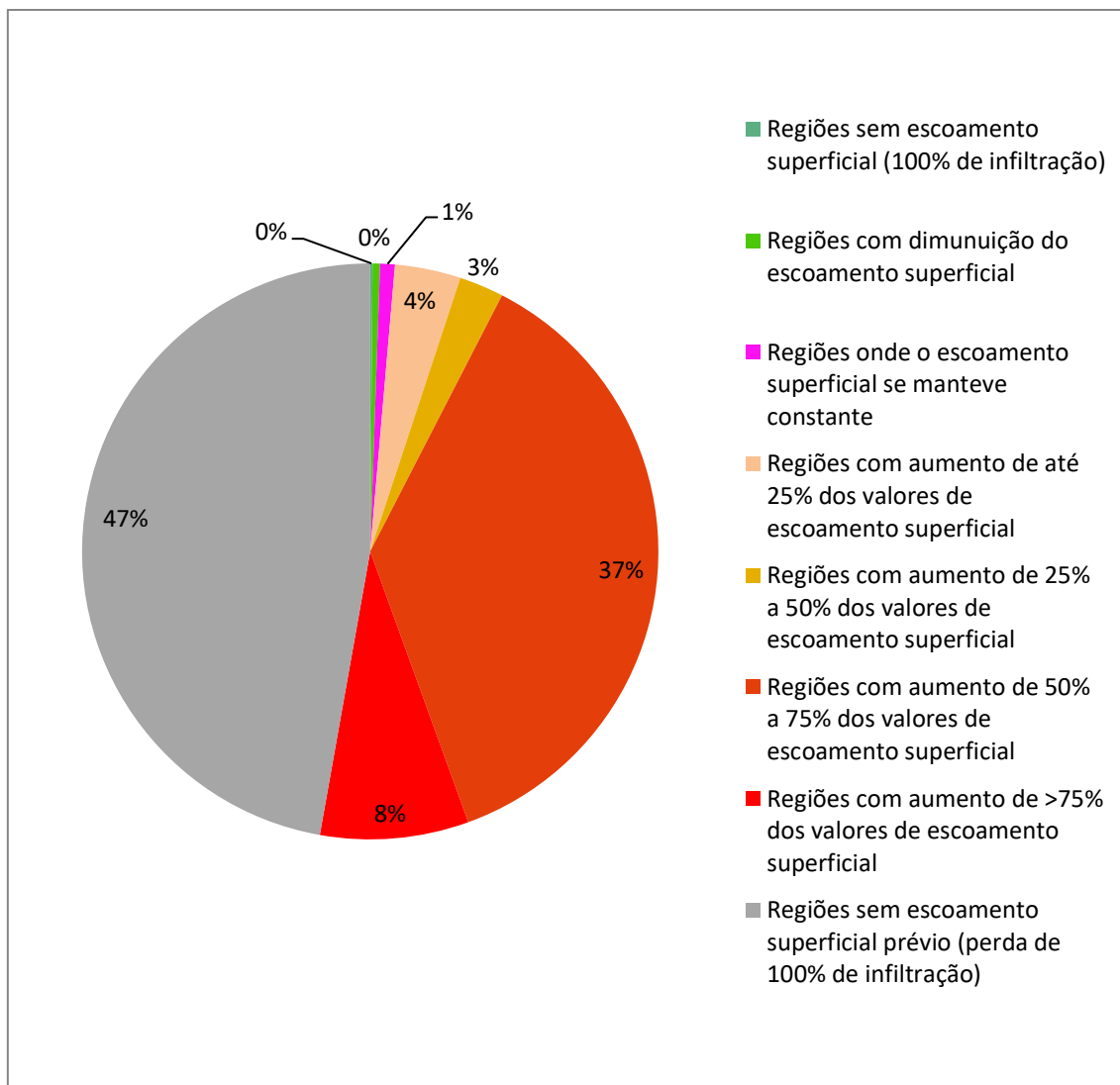


Figura 12: Porcentagem de área das taxas de dES do município Nova Xavantina para as datas de 2000 e 2016

O gráfico da figura 12 mostra que, durante as análises, aumentam as regiões onde não ocorre escoamento superficial prévio, ou seja, que perderam 100% da taxa de infiltração de água no solo e, atualmente, ocupam 47% do município. Esse valor pode ser devido à presença das áreas preservadas do cerrado.

A urbanização não cresce, significativamente, no município, com isso as taxas de escoamento superficial não aumenta, em grande proporção, o que explica o aumento das classes que define as regiões, onde o escoamento superficial se manteve constante. Porém, nas observa-se um aumento das áreas que passam a ter escoamento superficial e, principalmente, na taxa de escoamento, como por exemplo, entre 50 e 75%. Os efeitos rurais nessas regiões reflete o adensamento das áreas urbanas, sem um acréscimo no escoamento devido, principalmente pela situação preocupante do uso e

ocupação alterando o meio ambiente para suas atividades que, em declínio, abrem frente para o processo expansão da urbanização.

Observa-se um constante aumento das áreas que passam a ter escoamento superficial e, principalmente, na taxa de escoamento, como por exemplo, a de >75%. Esse aumento está relacionado, não só à expansão das áreas urbanas, pois o município não teve um crescimento expressivo nessa área, mas, teve com o crescimento das áreas do uso agropastoril e do solo exposto. As regiões com diminuição do escoamento superficial diminuíram, ocupando menos que 1% do município.

6. CONCLUSÕES

De acordo com o objetivo proposto nesta dissertação de especialização, as considerações finais podem ser feitas com relação à adequação dos métodos de análise, utilizados em cada etapa do trabalho, e os resultados alcançados.

Os métodos de geoprocessamento empregados mostraram que este tipo de ferramenta permite adotar procedimentos de análise que atendem satisfatoriamente às necessidades desta pesquisa e que podem ser utilizados de forma adequada para um planejamento do uso e ocupação.

Quanto às análises do mapa gerado de uso e ocupação, o método utilizado permitiu identificar como evoluiu a ocupação urbana e as atividades econômicas do município. Para analisar a expansão das atividades antrópicas, o nível de detalhamento dos mapas atendeu um dos objetivos.

De qualquer maneira, vale lembrar aqui que o método representa perfeitamente a realidade. Isso porque usamos como parâmetro de comparação uma imagem de uso do solo que tem uma confiabilidade 83% e não 100%, portanto também tem erros associados.

De acordo com os resultados do mapa de uso e ocupação, a atividade antrópica no município vem exercendo uma forte pressão sobre o ciclo hidrológico e conseqüentemente sobre o corpo hídrico, no aspecto de “qualidade e quantidade de água” disponível. Demonstrando que com a retirada da cobertura vegetal do solo, agravada por atividades agropastoris na região.

Esse impacto sobre o solo na bacia Rio das Mortes tem ocasionado o aumento do escoamento superficial durante o período analisado, o que influencia na entrada de sedimentos nos cursos d'água tendo como consequência o processo de assoreamento, os resultados levam a crer que devido à expansão agropastoril sem o devido planejamento

com desenvolvimento sustentável pode resultar em maiores impactos ambientais, isso se não houver cuidado com as áreas de proteção permanentes.

Sugere-se como uma possível solução a adoção de estratégias a serem efetivadas por meio de políticas públicas, respaldadas em critérios de implementação de ações de planejamento, decorrentes de intervenção do Estado, que levem em consideração as práticas econômicas-sociais da população. Portanto, a gestão adequada de uso e ocupação do município, por meio de um maior rigor na fiscalização e punição as práticas predatórias e com políticas públicas voltadas à educação ambiental e de estímulo ao desenvolvimento rural e sócio-ambiental seria de extrema importância para minimização de tal degradação.

Quanto às análises de comportamento do escoamento superficial, pode-se concluir que há forte relação, com o crescimento do desenvolvimento rural. A bacia apresenta valores altos de escoamento superficial em regiões próximas às redes de drenagem, fazendo com que o sedimento gerado por processos erosivos nas áreas urbanas e rurais pelo uso intensivo do solo, certamente atingindo o Rio das Mortes, por meio dos seus tributários. As regiões com maior quantidade de atividades agropastoris são, as regiões com maiores valores de escoamento superficial, como já era esperado.

Quanto ao mapa de classificação dos solos em grupos hidrológicos sugerida por Sartori *et al.* (2005) contribuiu para a inclusão e análise sendo identificados as áreas impermeáveis e não permeáveis, porém, cabe ressaltar que a necessidade de uma pesquisa integrando informações que controlem o comportamento da infiltração da água no solo. Cabendo ressaltar que parte deles apresenta-se com textura arenosa no horizonte superficial e textura mais argilosa no horizonte subsuperficial, sendo classificados nos grupos C e D.

Sugere-se ainda a realização de testes de infiltração de água nos diferentes tipos de solos e também das áreas verdes, que circundam as áreas agropastoris, pois, geralmente, são áreas onde o solo é compactado por pisoteio dos animais, arado para agricultura ou exposto por desmatamento, alterando sua estrutura natural dificultando, assim, a infiltração da água no solo. Portanto as áreas verdes que circundam o município podem ter um comportamento do escoamento superficial muito diferente de áreas com cobertura vegetal natural.

Esses testes podem auxiliar na determinação da classe hidrológica que os tipos de solo do município se enquadram, e também, na definição dos valores de CN para os complexos hidrológicos identificados no município. O método Curva-Número (CN),

adaptado de Lombardi-Neto *et al.* (1989) e Sartori (2004), resultou em condições de saturação de água dos solos compatíveis com aquelas esperadas para o município.

Quanto ao assoreamento do Rio das Mortes, as considerações podem ser feitas sobre duas óticas. A primeira com relação ao crescimento do espaço-territorial desordenado e despreocupado do desenvolvimento rural recomenda-se a um estudo mais aprofundado para identificar o uso de manejo adequado para a região, e para a perda do espelho d'água recomenda-se a utilização de fotos aéreas do período mais próximo possível dos dados de uso e ocupação levantados no trabalho. A segunda, com relação a quantificação do assoreamento, que pode ser feita a partir da comparação de dados batimétricos de diferentes datas.

Considerando que o assoreamento é um problema ambiental, social e econômico, torna-se necessário um entendimento mais quantitativo sobre as características da bacia que levam a ocorrência do depósito de sedimentos e assoreamento do Rio das Mortes, sugere-se a instalação de um rede de monitoramento hidrossedimentológico. Com isso pode-se trabalhar com modelos de erosão, geração, transporte e deposição de sedimentos dentro da bacia, para que dessa forma minimize esses tipos de degradação.

Por fim, recomenda-se que o banco de dados associado ao SIG, manipulado neste trabalho, seja realimentado periodicamente (a cada seis anos), sobretudo no que diz respeito ao uso e à cobertura vegetal da terra, tendo em vista o caráter restritivo à recarga das áreas densamente impermeabilizadas. É, também, recomendado a utilização de modelos matemáticos de simulação integrando dados observados em campo, a fim de calibrar um modelo que possa representar mais fielmente a realidade da dinâmica ambiental verificada do município Nova Xavantina na bacia do Rio das Mortes, auxiliando, dessa forma, a gestão e tomada de decisão (por parte do poder público) para a manutenção da qualidade e quantidade de água disponibilizada para usos múltiplos.

7. BIBLIOGRAFIA

BARRETO-NETO, A. A. SOUZA FILHO, C. R. **Modelagem dinâmica de escoamento superficial.** In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 11, 2003. Minas Gerais. Anais... São José dos Campos: INPE, 2003. Artigos, p. 2427 - 2434. CD-ROM, On-line. ISBN 85-17-00018-8. Disponível em: Acesso em: 02 setembro. 2007. Belo Horizonte XI SBSR, Brasil, 05 - 10 abril 2003, INPE.

CENTENO, J. A. S; *et all.* **Mapeamento de áreas permeáveis usando uma metodologia orientada a regiões e imagens de alta resolução.** Revista Brasileira de Cartografia 2003; 55(1):48-56.

ESPINOZA, H. F.; ABRAHAM, A. M. **Aplicação de técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento para o estudo dos recursos hídricos em regiões costeiras.** In: Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2005. Goiânia: INPE, abril 2005. p.2487-2494.

FERREIRA, J. C. V. **Mato Grosso e Seus Municípios.** Cuiabá: Secretaria de Estado da Cultura. 1997. 668p.

FERREIRA, J. C. V. **Mato Grosso e Seus Municípios.** Cuiabá: Secretaria de Estado e Educação, Editora Buriti, 2001. 660p.

FERRIGO, S.; **Análise de consistência dos parâmetros do modelo SWAT obtidos por calibração automática – estudo de caso da bacia do lago descoberto – DF.** Brasília, 2014.

FONTES, A. R. M.; Barbosa, A. P. **Diagnóstico e Prognóstico da Ocupação e da Impermeabilização Urbanas.** Revista Brasileira de Recursos Hídricos. Porto Alegre, v. 8, n. 2, p. 137-147, jun. 2003.

GONÇALVES, T. D. **Geoprocessamento como ferramenta de apoio à gestão dos recursos hídricos subterrâneos no Distrito Federal.** 2007. 88 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Geologia, Departamento de Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Brasília, 2007. Cap. 3.

GROSTEIN, M. D. **Metrópole e expansão urbana a persistência de processos “insustentáveis”.** 2001. Disponível em:
http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-88392001000100003,
acesso em 28 de novembro de 2016.

KICH, E. M. **Proposta alternativa de obtenção do uso e cobertura do solo para estimar o parâmetro CN médio a partir de imagens de satélite.** Porto Alegre, 2014.

LOMBARDI NETO, F; *et all.* **Nova abordagem para cálculo de espaçamento entre terraços. Simpósio sobre terraceamento agrícola.** Campinas, 1989. Fundação Cargill. p. 99-124.

MENESES, P. R.; ALMEIDA, T. de; **Introdução ao processamento de imagens de sensoriamento remoto.** Brasília: UnB, 2012.

MENEZES, J. B. H. P. **Avaliação do efeito das ações antrópicas no processo de escamento superficial e assoreamento na bacia do lago do Paranoá.** Dissertação (Mestrado) – Curso de Geologia, Departamento de Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Brasília, 2010.

MIRANDA, E. E. de; *et all.* **Impacto ambiental y sustentabilidad agrícola: La contribución de los sistemas de informaciones geográficas.** In: CRISCUOLO, C.;

GUIMARÃES, M.; MIRANDA, E. E. de. **Uso e cobertura das terras na Região dos Rios Pardo e Mogi-Guaçu, Estado de São Paulo**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2004. 42p.

MOTTER, I.; *et all.* **O Geoprocessamento como Ferramenta para o Levantamento do Uso e Ocupação do Solo e sua Utilização no Planejamento do Município de Candói-Paraná**. In: GIS Brasil 94 - Congresso e Feira para Usuários de Geoprocessamento. Curitiba: Sagres, 1994.

NOVA XAVANTINA. **Informações gerais sobre o município. Prefeitura Municipal de Nova Xavantina**. Setor Administrativo. Nova Xavantina – MT, 2002.

PEDROSA, B.M. & CÂMARA, G. **Modelagem dinâmica e sistemas de informações geográficas**. In: MEIRELLES, M.S.P.; CÂMARA, G. & ALMEIDA, C.M. *Geomática: Modelos e aplicações ambientais*. Brasília, Embrapa, 2007. p.235-280.

PICKBRENNER, K.; PEDROLLO, K. M. C.; RISSO A. 2005. **Determinação do CN utilizando geoprocessamento: simulação hidrológica na bacia do rio criciúma. CPRM.** Disponível em <http://www.cprm.gov.br/rehi/simposio/pa/Determinacao%20do%20CN%20utilizando%20geoprocessamento.pdf>, acesso em 19 de novembro de 2016.

RESCK, D. V. S. **Manejo e Conservação do Solo em Microbacias Hidrográficas na Região dos Cerrados**. Planaltina: EMBRAPA – CPAC, 1992. 17p.

ROSA, R.A. **Utilização de imagens TM/LANDSAT em levantamento de uso do solo**. In: VI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 6., Manaus, 1990, Anais... São José dos Campos, INPE, 1990. v.2, p.419-425.

SARTORI, A. **Avaliação da Classificação Hidrológica do Solo para a Determinação do Excesso de Chuva do Método do Serviço de Conservação do Solo dos Estados Unidos**. Campinas, 2004. Dissertação de Mestrado - Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo – Universidade Estadual de Campinas.

SARTORI, A.; LOMBARDI NETO, F.; GENOVEZ, M. A. **Classificação Hidrológica de Solos Brasileiros para a Estimativa da Chuva Excedente com o Método do Serviço de Conservação do Solo dos Estados Unidos Parte 1: Classificação**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos volume 10 n° 4, 2005.

SEPLAN - SECRETARIA DE ESTADO DE PLANEJAMENTO E COORDENAÇÃO GERAL. **Anuário Estatístico de Mato Grosso - 2004**. Cuiabá: SEPLAN-MT/Central de Texto, 2005. 718 p.

SEPLAN - SECRETARIA DE ESTADO DE PLANEJAMENTO E COORDENAÇÃO GERAL. **Mapa – A002: Principais Aspectos Geológicos – MI 374/375/376/390**. SEPLAN – PRODEAGRO, 2001a.

SEPLAN - SECRETARIA DE ESTADO DE PLANEJAMENTO E COORDENAÇÃO GERAL. **Mapa – A001: Principais Aspectos Geomorfológicos – MI 374/375/376/390**. SEPLAN – PRODEAGRO, 2001b.

SEPLAN - SECRETARIA DE ESTADO DE PLANEJAMENTO E COORDENAÇÃO GERAL. Mapa – **A001: Mapa de Reconhecimento de Baixa Intensidade dos Solos e Pontos Amostrais – MI 374/375/376/390**. SEPLAN –PRODEAGRO, 2001c.

SEPLAN - SECRETARIA DE ESTADO DE PLANEJAMENTO E COORDENAÇÃO GERAL. Mapa – **A001: Formações Vegetais/Usos e Ocupação do Solo – MI 374/375/376/390**. SEPLAN – PRODEAGRO, .2001d.

TR-55 – Technical Release 55; **Urban hydrology for small watersheds, USDA, Washington**, 2ª edição, 1986. A-1 p. Disponível em https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/stelprdb1044171.pdf, acesso em 23 de novembro de 2016.

TOMAZ, P. **Infiltração usando o Método do número da curva CN do SCS**. Capítulo 12, 2011. 12-6 p.

TYAGI, J. V.; *et al.* **SCS-CN based time-distributed sediment yield model**. Journal of Hydrology, 352, 388– 403, 2008.