



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
**INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS**



# *MODELAGEM DINÂMICA DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL DA ÁREA URBANA DO MUNICÍPIO DE SANTA MARIA - RS*

**Daniel Borini Alves**

Bolsista PIBIC/CNPq

[danielborini@terra.com.br](mailto:danielborini@terra.com.br)

Ministério da  
Ciência e Tecnologia





# INTRODUÇÃO

- Impactos sobre a rede de drenagem, associados com a alteração do pico de vazão e com o **aumento do escoamento superficial** (TUCCI, 2000).
- Alagamentos em perímetro urbano associados ao carregamento de materiais, a deterioração da qualidade da água, a disseminação de doenças, entre outros.
- Neste contexto, modelos hidrológicos de precipitação-vazão tem sido desenvolvidos para realizar prognósticos dos principais efeitos da urbanização nas bacias.



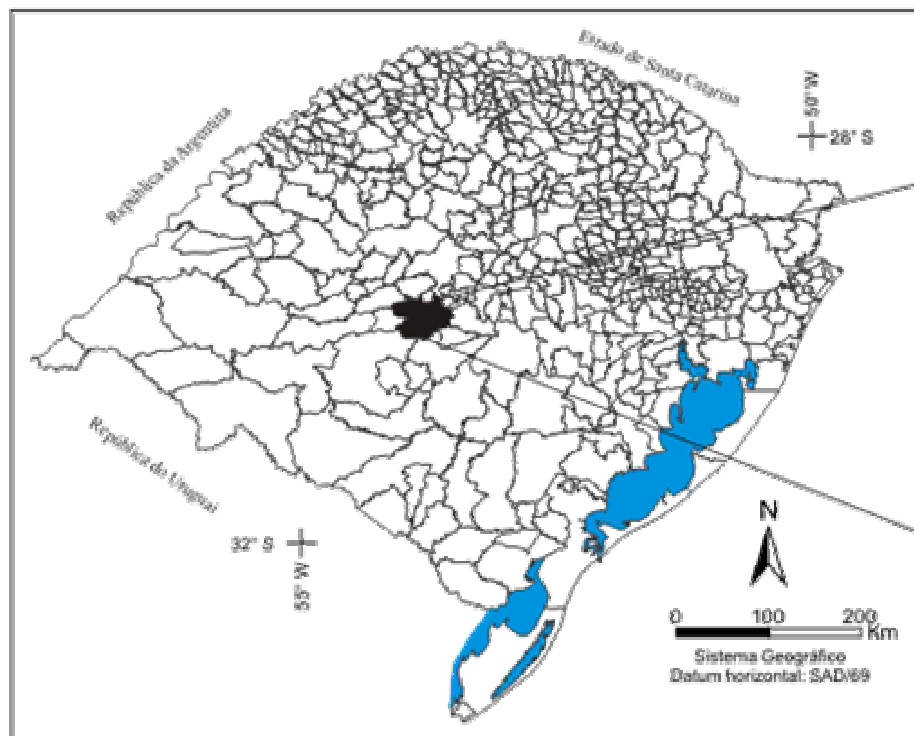
## OBJETIVOS

- A pesquisa tem como objetivo geral a utilização do método *curve number*, visando a análise do escoamento superficial nas diferentes superfícies presentes no perímetro urbano de Santa Maria.

### Específicos

- Caracterização física da área de estudo;
- Elaboração do mapa de uso e ocupação do solo;
- Elaboração do mapa de potencial de escoamento superficial;
- Identificação de áreas mais suscetíveis a alagamentos.

# Santa Maria-RS



w54°05'42"  
s29°33'00"





# FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

- Método *curve number* (CN) – número de deflúvio;
- O parâmetro CN varia desde uma cobertura muito permeável (valor = 0) até uma cobertura completamente impermeável (valor = 100).

Ou seja:

$$0 \leq CN \leq 100$$



## FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

- Técnicas de geoprocessamento tem sido crescentemente utilizadas para a determinação do parâmetro CN, a partir do cruzamento de mapas (PICKBRENNER, 2005).
- Os valores CN são função do **tipo de solo** e do **uso de solo**, e na literatura existem tabelas, geradas em condicionamentos urbanos americanos, que apresentam este relacionamento de informações (TUCCI, 1993).

# FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

- (Re)Classificação dos tipos de solos em **grupos hidrológicos**:

Grupo Hidrológico de Solo	Descrição do Solo	Condutividade Hidráulica (mm/h)
Tipo A	Baixo potencial de escoamento superficial. Solos arenosos com pouco silte e argila. Solos muito arenosos.	8-12
Tipo B	Moderado baixo potencial de escoamento superficial Solos arenosos e menos profundos que A.	4-8
Tipo C	Moderado alto potencial de escoamento superficial. Solos rasos com significativa quantidade de argila.	1-4
Tipo D	Alto potencial de escoamento. Solos com grande quantidade de argilas expansivas 2:1 e solos com camada inferior impermeável.	0-1

Risso et al. (2008).

# FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Tipos de uso do solo/tratamento/condições hidrológicas	Tipos de solo			
	A	B	C	D
<i>Uso residencial de tamanho médio:</i>				
Até 500m <sup>2</sup>	77	85	90	92
500m <sup>2</sup> - 1.000m <sup>2</sup>	61	75	83	87
1.000m <sup>2</sup> - 1.500m <sup>2</sup>	57	72	81	86
<i>Estacionamentos pavimentados, telhados</i>				
	98	98	98	98
<i>Ruas e estradas:</i>				
Pavimentadas, com guias e drenagem	98	98	98	98
Com cascalho	76	85	89	91
De terra	72	82	87	89
<i>Áreas comerciais (85% de impermeabilização)</i>				
	89	92	94	95
<i>Distritos industriais (72% impermeável)</i>				
	81	88	91	93
<i>Espaços abertos, parques, jardins:</i>				
Boas condições, cobertura de grama maior que 75%	39 49	61 69	74 79	80 84
Condições médias, cobertura de grama maior que 50%				



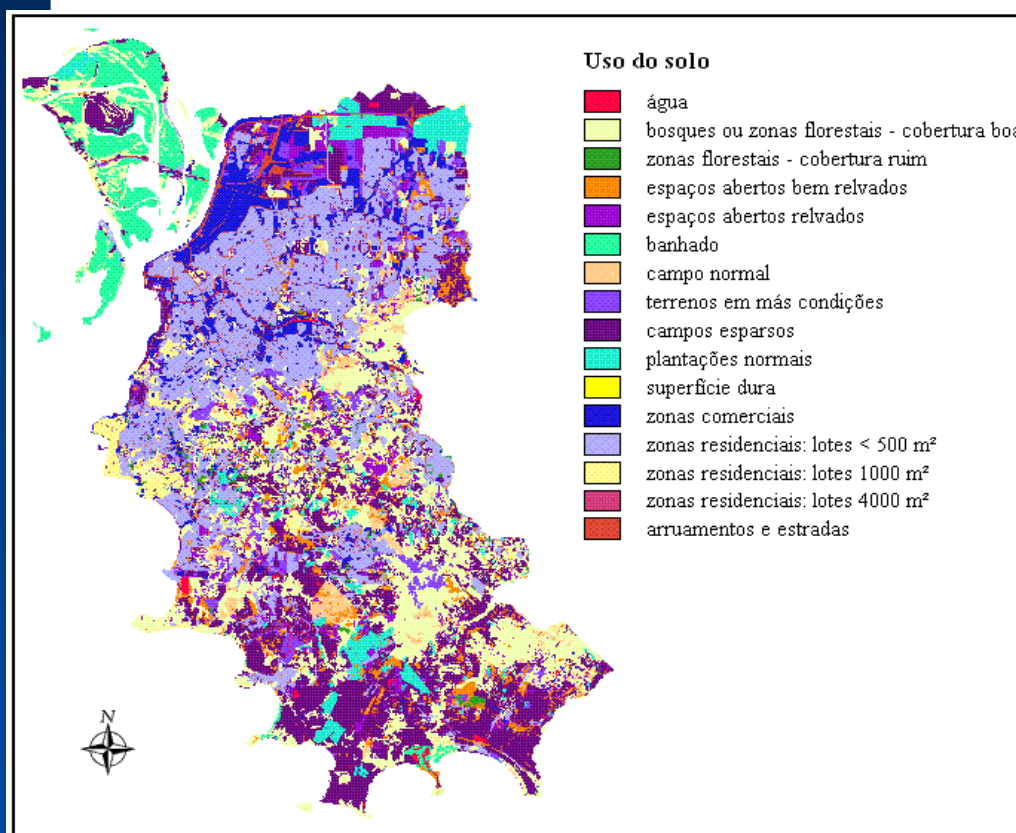
# FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

## Determinação do CN utilizando geoprocessamento

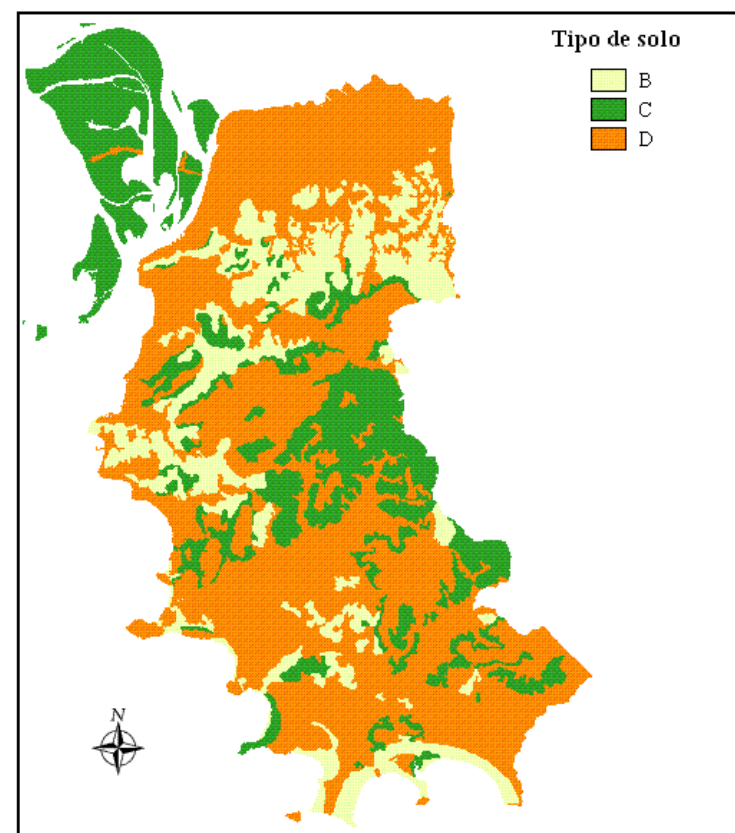
Mapa de uso/ocupação do solo



Mapa de tipos de solos (reclassificado)



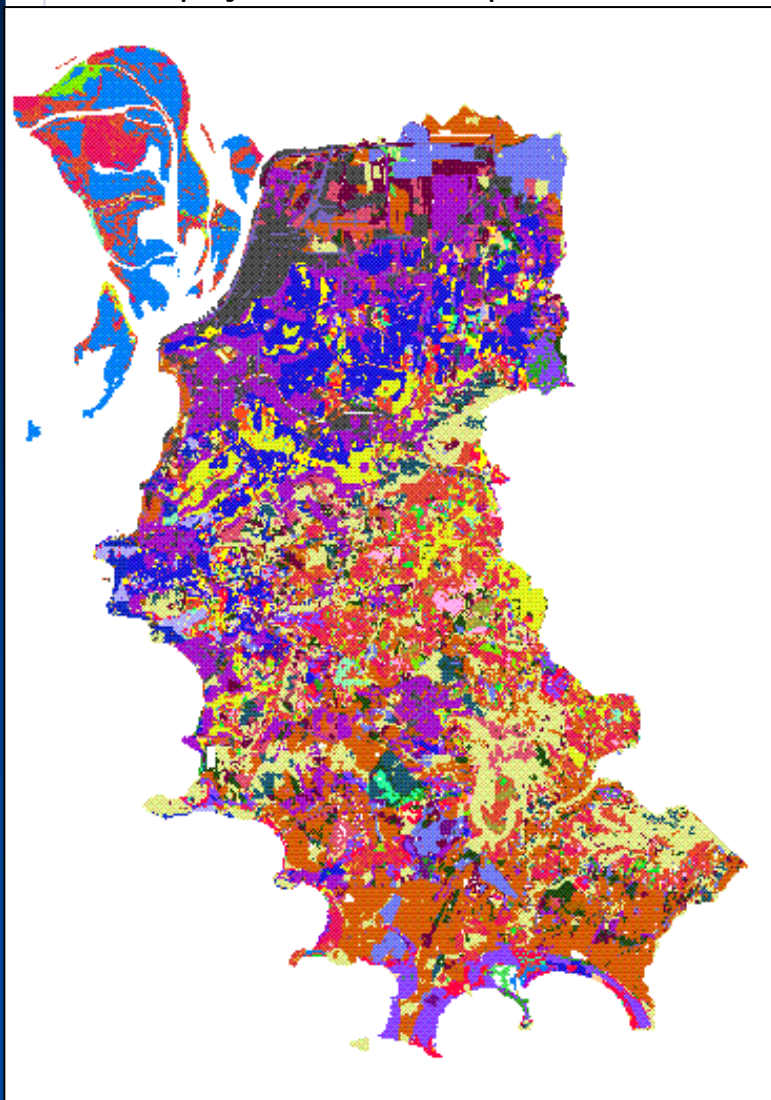
Risso et al. (2008).










Risso et al. (2008).

# FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

## Uso e ocupação do solo x Tipos de solos

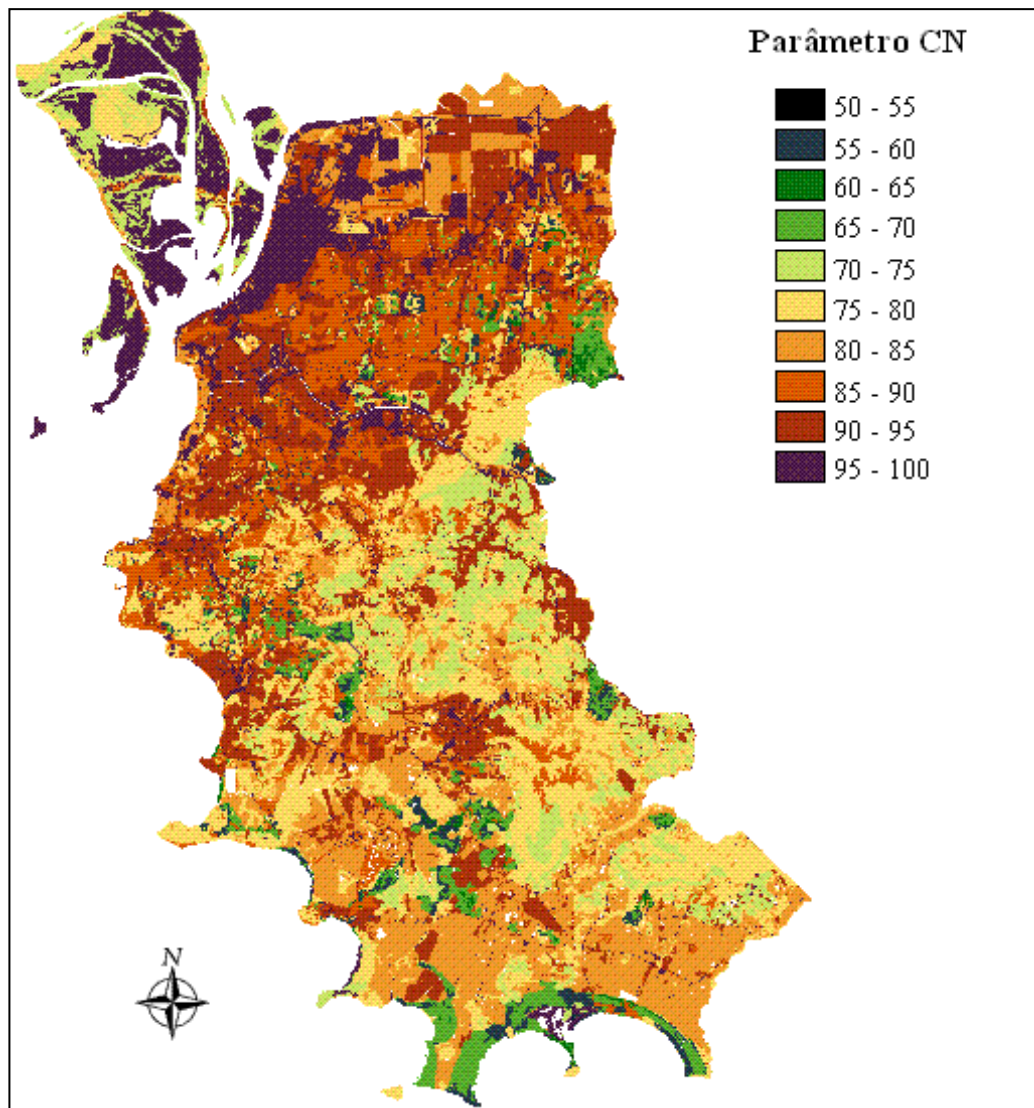


### Tipo de solo x uso do solo

	Solo B - Bosques ou zonas florestais cobertura boa		Solo C - Arruamentos e estradas
	Solo B - Zonas florestais cobertura ruim		Solo D - Bosques ou zonas florestais cobertura boa
	Solo B - Espaços abertos, bem relvados		Solo D - Zonas florestais cobertura ruim
	Solo B - Espaços abertos, relvados		Solo D - Espaços abertos, bem relvados
	Solo B - Banhado		Solo D - Espaços abertos, relvados
	Solo B - Campo normal		Solo D - Banhado
	Solo B - Pastagens ou terrenos em más condições		Solo D - Campo normal
	Solo B - Campos esparsos		Solo D - Pastagens ou terrenos em más condições
	Solo B - Plantações normais		
	Solo B - Superfície dura		
	Solo B - Zonas comerciais		
	Solo B - Zonas residenciais: lotes < 500 m <sup>2</sup>		
	Solo B - Zonas residenciais: lotes 1000 m <sup>2</sup>		
	Solo B - Zonas residenciais: lotes 4000 m <sup>2</sup>		
	Solo B - Arruamentos e estradas		
	Solo C - Bosques ou zonas florestais cobertura boa		
	Solo C - Zonas florestais cobertura ruim		
	Solo C - Espaços abertos, bem relvados		
	Solo C - Espaços abertos, relvados		
	Solo C - Banhado		
	Solo C - Campo normal		
	Solo C - Pastagens ou terrenos em más condições		
	Solo C - Campos esparsos		
	Solo C - Plantações normais		
	Solo C - Superfície dura		
	Solo C - Zonas comerciais		
	Solo C - Zonas residenciais: lotes < 500 m <sup>2</sup>		
	Solo C - Zonas residenciais: lotes 1000 m <sup>2</sup>		
	Solo C - Zonas residenciais: lotes 4000 m <sup>2</sup>		

# FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Mapa de potencial de escoamento superficial

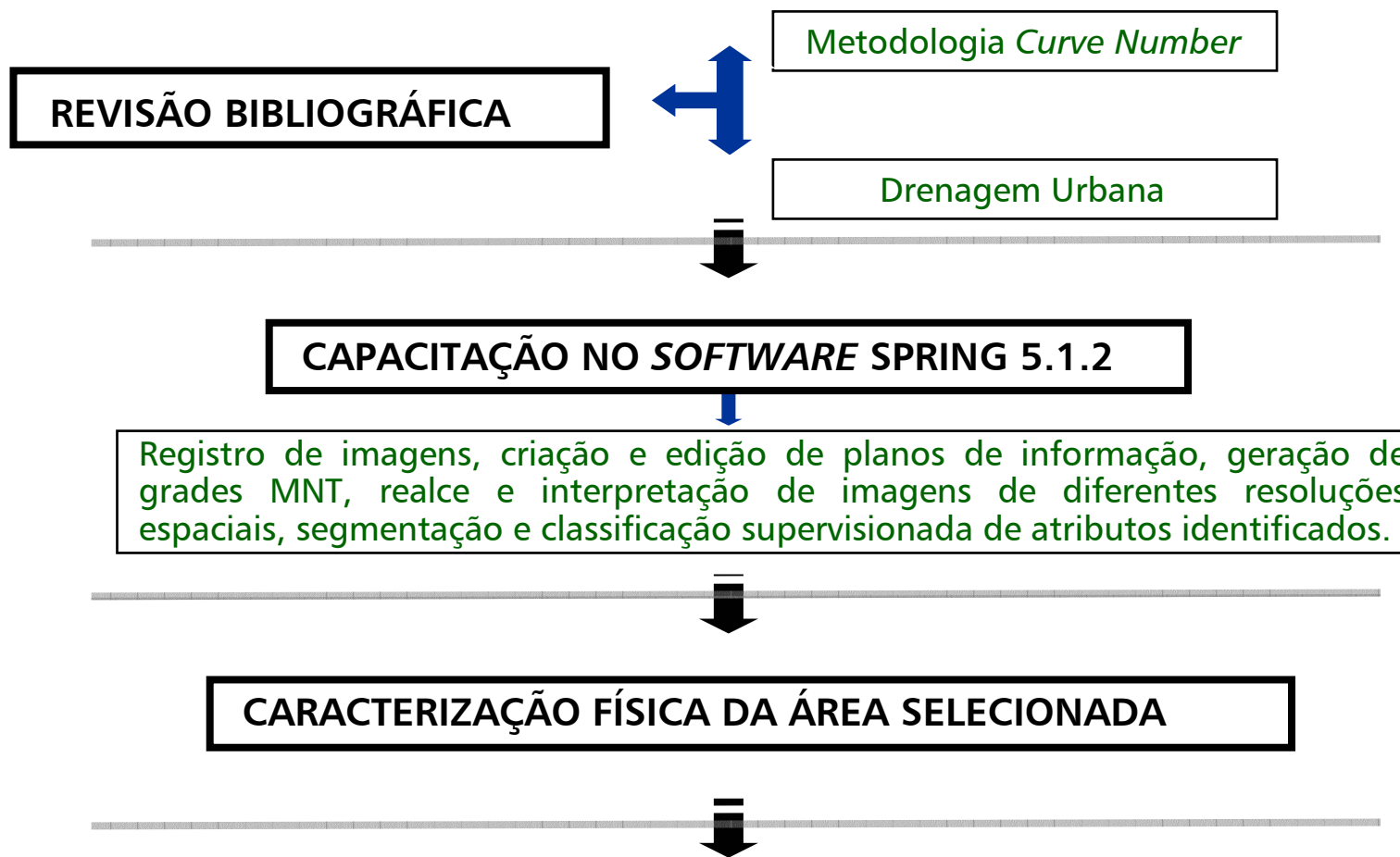


Parâmetro CN	área (km <sup>2</sup> )	freqüência
50 - 55	9,14	1,92%
55 - 60	1,80	0,38%
60 - 65	3,51	0,74%
65 - 70	57,72	12,13%
70 - 75	9,10	1,91%
75 - 80	107,25	22,53%
80 - 85	115,66	24,30%
85 - 90	39,99	8,40%
90 - 95	93,57	19,66%
95 - 100	38,26	8,04%
<b>Total</b>	<b>476,00</b>	<b>100%</b>

RISSO, A. (2008)

# PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

## Etapas realizadas



# PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

**MONTAGEM DO BANCO DE DADOS JUNTO AO SPRING**

Registro das imagens *CCD E HRC CBERS 2B*.  
Importação das imagens *SRTM*



**DIGITALIZAÇÃO DA DELIMITAÇÃO URBANA**



**SEGMENTAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DA IMAGEM *CCD-CBERS 2B***



**EXTRAÇÃO DA REDE DE DRENAGEM A PARTIR DA IMAGEM *SRTM***

# PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

## Etapas a serem realizadas

**CLASSIFICAÇÃO DA IMAGEM *HRC-CBERS 2B***

Elaboração do mapa de uso e ocupação do solo de Santa Maria em escala detalhada.

**(RE) CLASSIFICAÇÃO DOS TIPOS DE SOLOS**

**CRUZAMENTO DOS MAPAS DE TIPO DE SOLO E USO E OCUPAÇÃO DO SOLO**

Elaboração do mapa de potencial de escoamento superficial

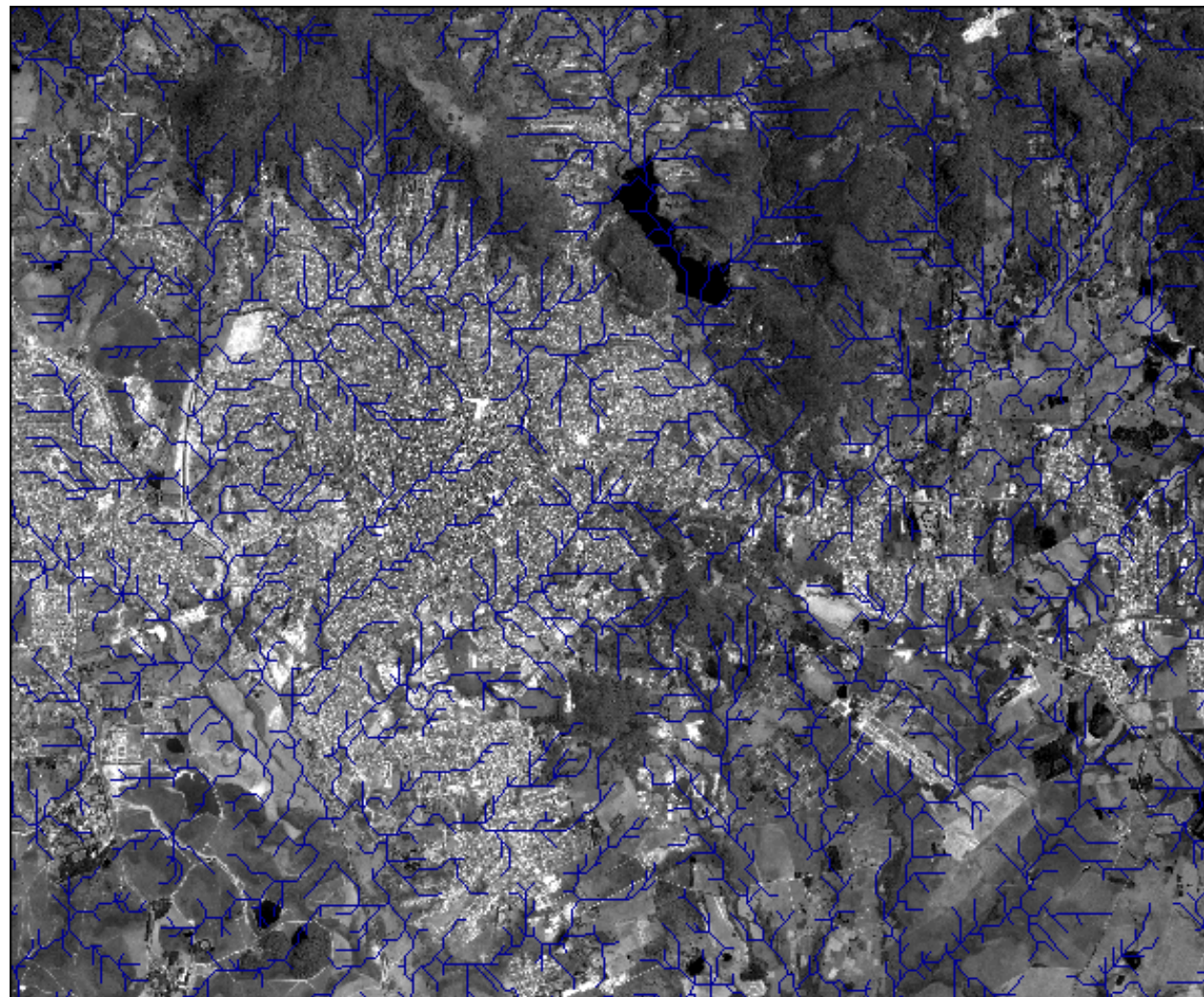
**IDENTIFICAR ÁREAS POTENCIAIS A ALAGAMENTOS**



## RESULTADOS PARCIAIS

- Situada em uma área de transição de compartimento geomorfológico, e possuindo uma vegetação típica da paisagem de mata atlântica, Santa Maria apresenta diversidades que denotam a existência de **diferentes tipos de solo**.
- Montagem do **banco de dados** em dois projetos.
- Rede de drenagem extraída da imagem *SRTM* a partir do aplicativo **Hand Grid** implementado no ENVI.

## RESULTADOS PARCIAIS



Trecho da imagem *HRC/CBERS-2B* de Santa Maria com a rede de drenagem extraída a partir da imagem *SRTM*.

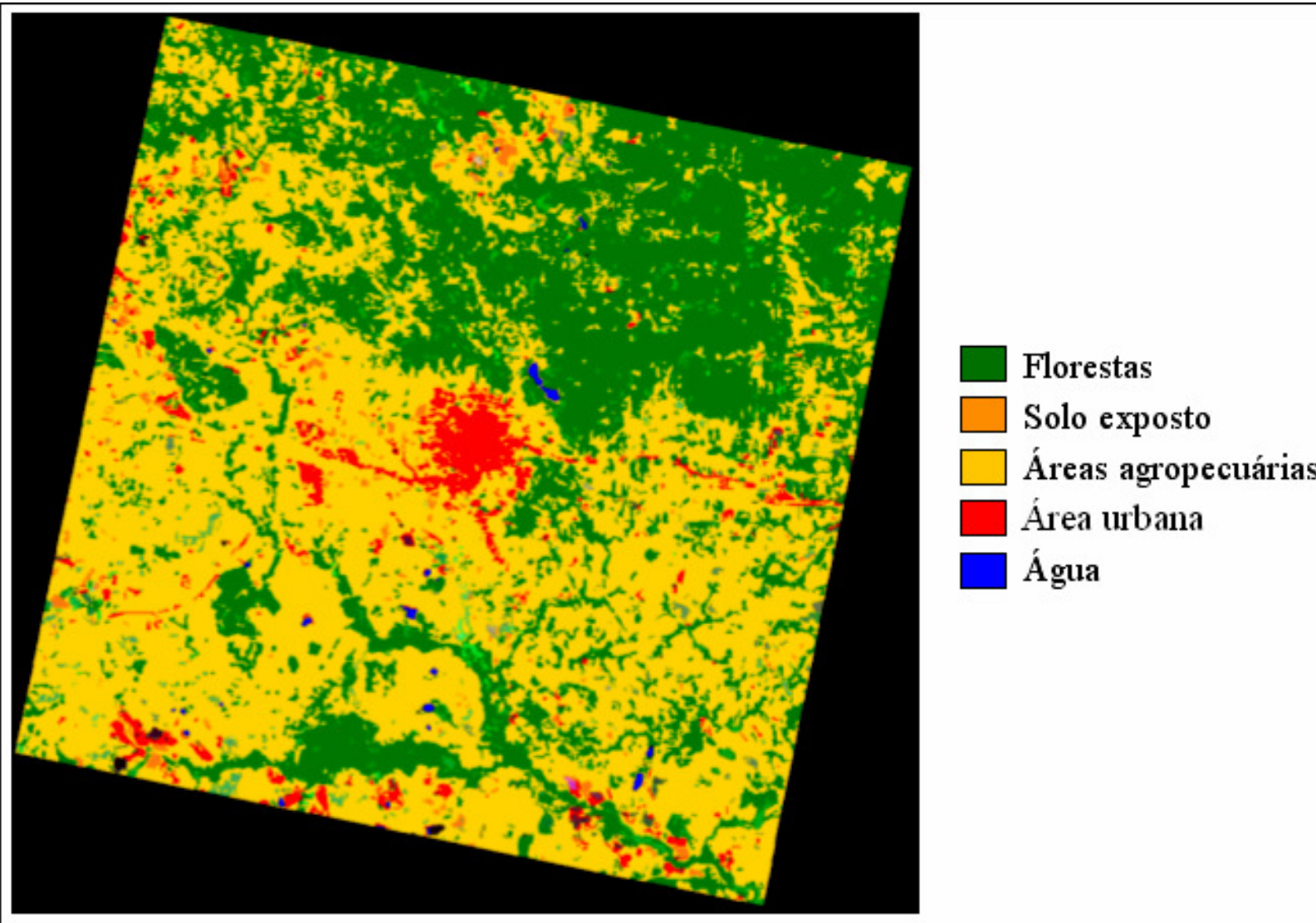




## RESULTADOS PARCIAIS

- Quanto à classificação de uso e cobertura da imagem *CCD/CBERS-2B* foram definidas cinco classes: florestas, solo exposto, área agropecuária, área urbana e água.
- Classe área agropecuária foi subdividida para obtenção de amostras de acordo com as diferentes respostas espectrais em função do tipo e estágio de crescimento dos cultivos.
- Algumas confusões entre amostras de solo exposto e área agrícola.

## RESULTADOS PARCIAIS



Classificação parcial de uso e cobertura do solo da imagem  
*CCD/CBERS-2B* de Santa Maria.



# Obrigado!

[danielborini@terra.com.br](mailto:danielborini@terra.com.br)