



Ministério da
**Ciência, Tecnologia
e Inovação**

Estimativa de escoamento superficial na bacia do rio Sapucaí por meio de modelagem hidrológica dinâmica

João Bosco Coura dos Reis

Registro nº 130.362

SER-300 - Introdução ao Geoprocessamento
São José dos Campos (SP)
Junho de 2015

TÓPICOS

. INTRODUÇÃO

Objetivo

. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

. MATERIAL E MÉTODOS

. RESULTADOS E DISCUSSÕES

. CONSIDERAÇÕES FINAIS

. REFERÊNCIAS

INTRODUÇÃO

Mortalidade por desastres em 2011

Country	Disaster distribution	No. of deaths
Japan		19 975
Philippines		1 933
Brazil		978
Thailand		896
India		852
United States		809
China P Rep		746
Turkey		655
Pakistan		511
Colombia		313

Número de vítimas por desastres em 2011

Country	Disaster distribution	No.victims (millions)
China P Rep		159.3
India		12.8
Philippines		11.7
Thailand		11.2
Pakistan		5.4
Ethiopia		4.8
Kenya		4.4
Somalia		4.0
Brazil		3.7
Mexico		3.7

 Climatological
  Geophysical
  Hydrological
  Meteorological

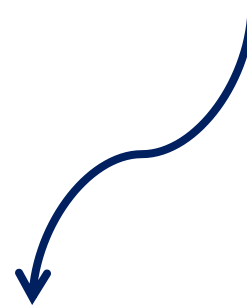
Fonte: (GUHA-SAPIR *et al.*, 2012)

INTRODUÇÃO

Brasil



Eventos ou perigos
hidrometeorológicos



- Inundações e enchentes
- Movimentos de massa



INTRODUÇÃO

Prevenção e Mitigação

Medidas estruturais

Medidas não estruturais

Gestão de recursos hídricos

- . Geotecnologias
- . Sensoriamento Remoto
- . Geoprocessamento

OBJETIVO

Implementar um modelo hidrológico dinâmico distribuído, baseado no método Curva Número (CN) do Serviço de Conservação do Solo (SCS), a fim de estimar o escoamento superficial e a vazão de máxima durante um período de precipitações intensas ocorridas em um trecho da bacia do rio Sapucaí, localizada no Sul de MG.

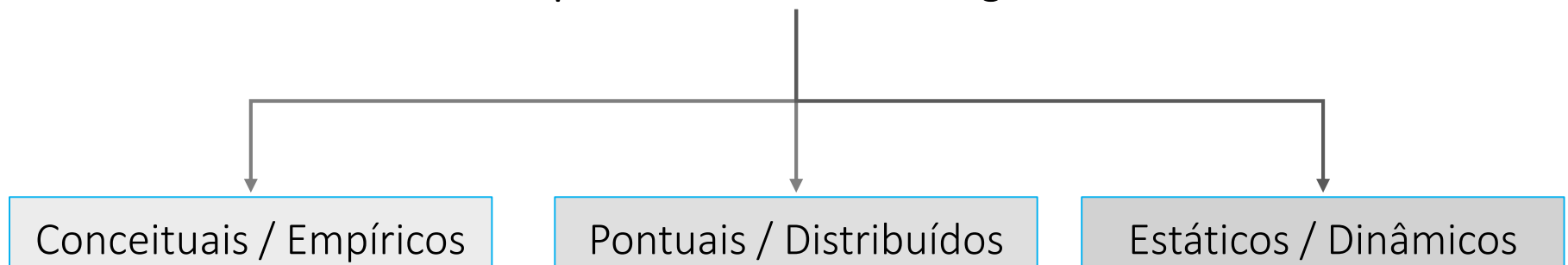
FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Modelos hidrológicos

Modelos são representações simplificadas do comportamento de um sistema complexo (CLARKE, 1973).

Modelo hidrológico é uma importante ferramenta que permite melhor entender e representar o comportamento da bacia hidrográfica, além de prever condições e cenários diferentes dos observados (TUCCI, 1998).

Tipos de modelos hidrológicos



FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Método SCS-CN

Transforma a **Precipitação** → **Escoamento Superficial** (SCS, 1985)

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

$$Q = 0 \quad P \leq I_a$$

Onde

Q - escoamento superficial

P - precipitação

S - fator de retenção

I_a - parâmetro de absorção inicial

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Método SCS-CN

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

I_a - parâmetro de absorção inicial

$$I_a = \lambda S$$

S - fator de retenção

$$S = 254 \left(\frac{100}{CN} - 1 \right)$$

CN representa um valor de Curva Número tabelado

- tipo, uso e cobertura do solo
- capacidade de infiltração e velocidade de transmissão da água no solo
- condição média de umidade antecedente do solo (CN_1 , CN_2 e CN_3)

$$CN_{2S} = \frac{1}{3}(CN_3 - CN_2)[1 - 2\exp(-13,86Dec)] + CN_2 \quad (\text{ARNOLD e WILLIAMS, 1995})$$

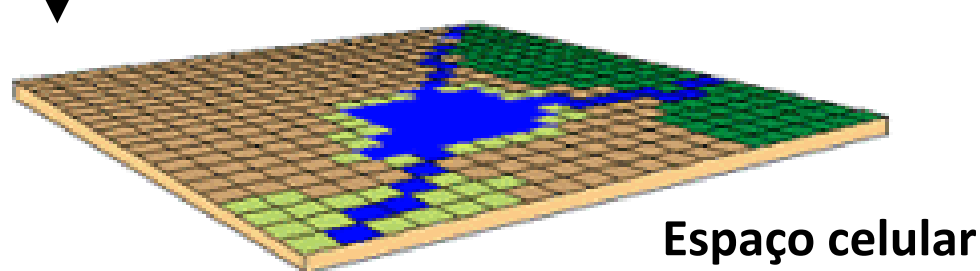
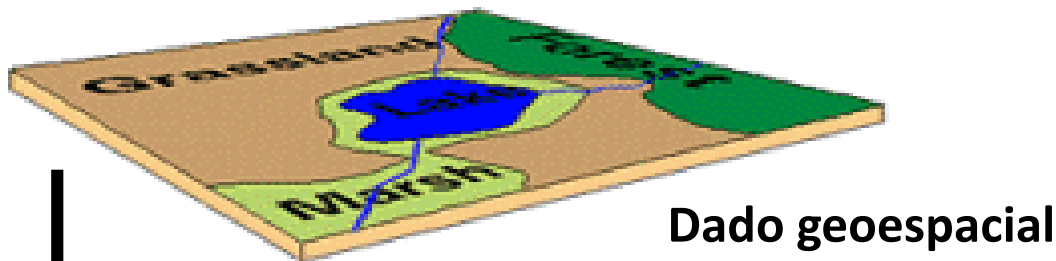
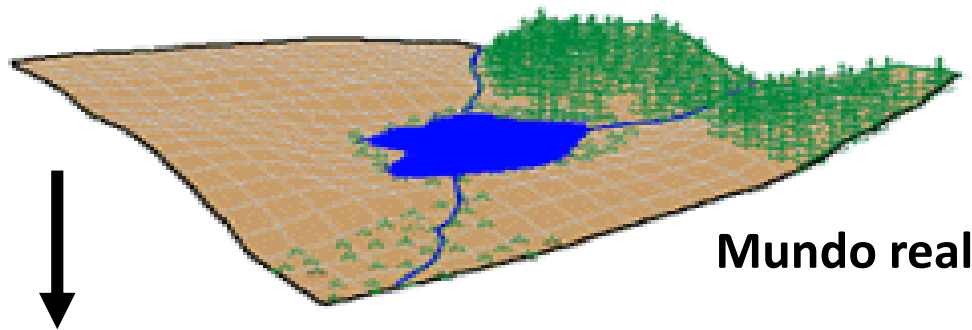
$$CN_1 = CN_2 - \frac{20(100 - CN_2)}{100 - CN_2 + \exp[2,533 - 0,0636(100 - CN_2)]}$$

$$CN_3 = CN_2 \exp[0,00673(100 - CN_2)]$$

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Plataforma TerraME

A plataforma *TerraME* (*Terra Modeling Environment*) é um *software* que provê a infraestrutura necessária para modelagem e simulação das interações entre sociedade/natureza (CARNEIRO, 2006).

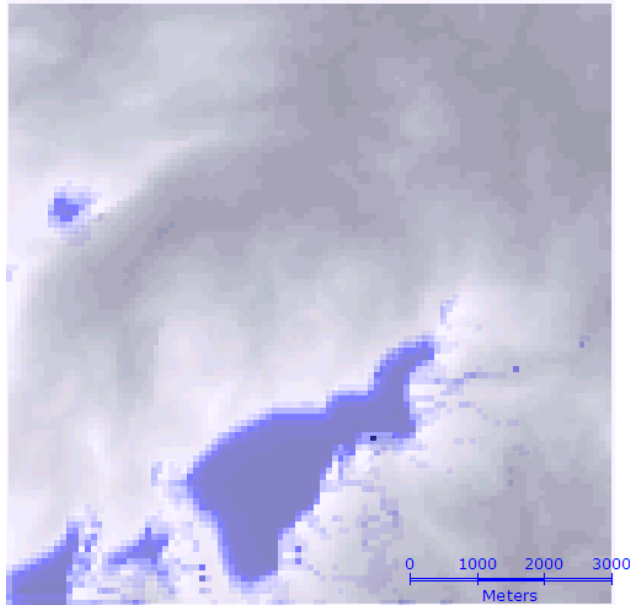


FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Plataforma TerraME

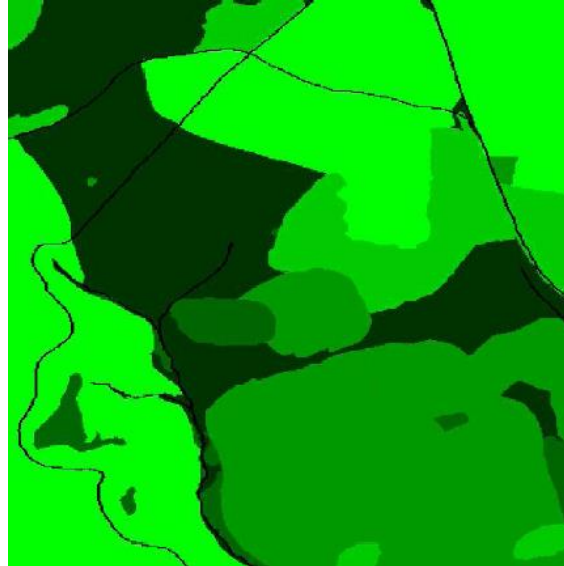
Modelos Hidrológicos

Fonte: Carneiro (2006)



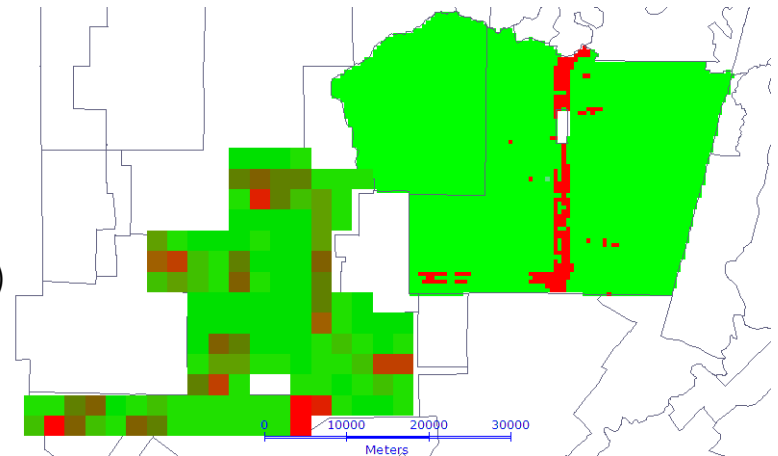
Propagação de Queimadas

Fonte: Almeida *et al.* (2008)



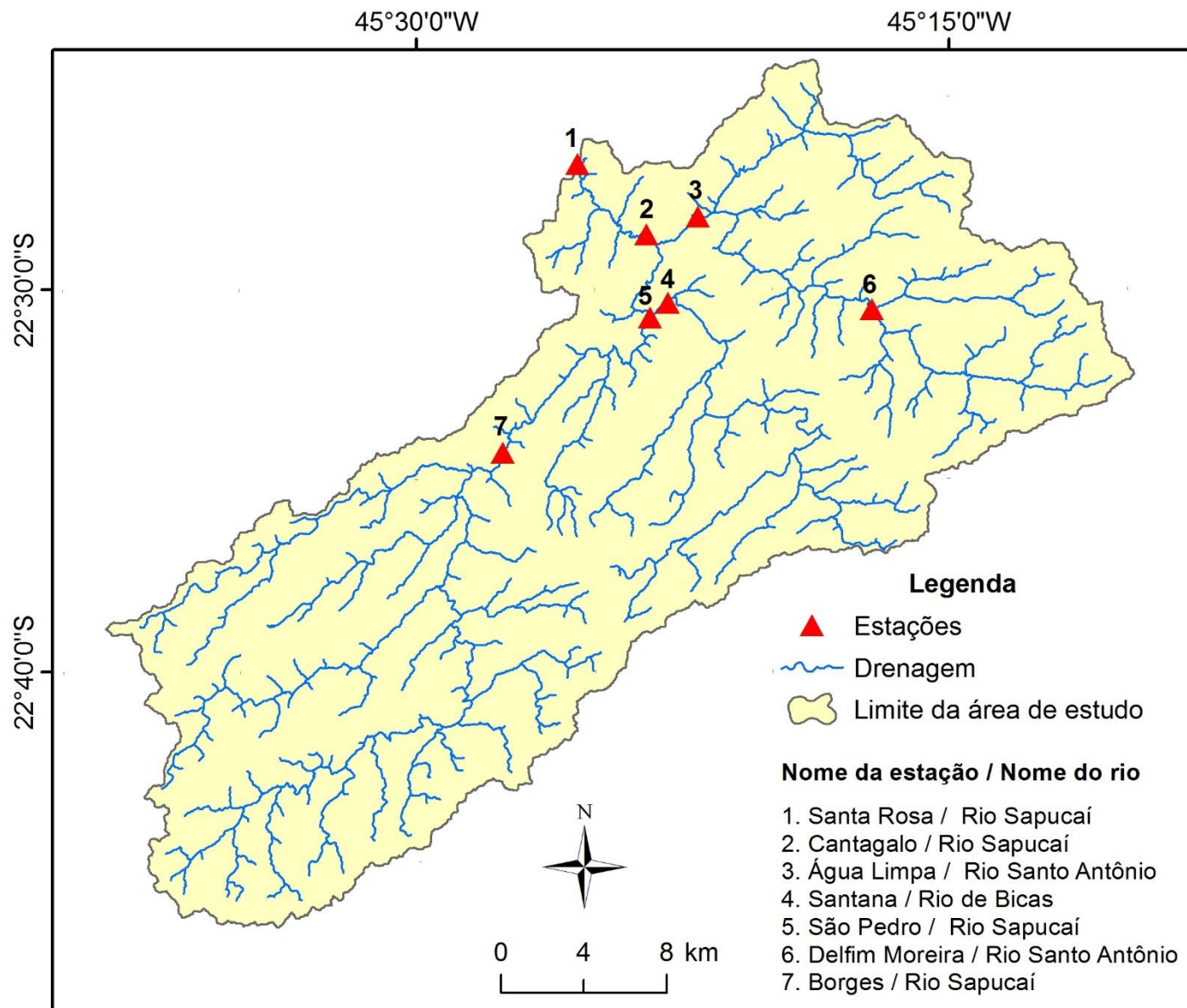
Modelos LUCC

Fonte: Carneiro (2006)



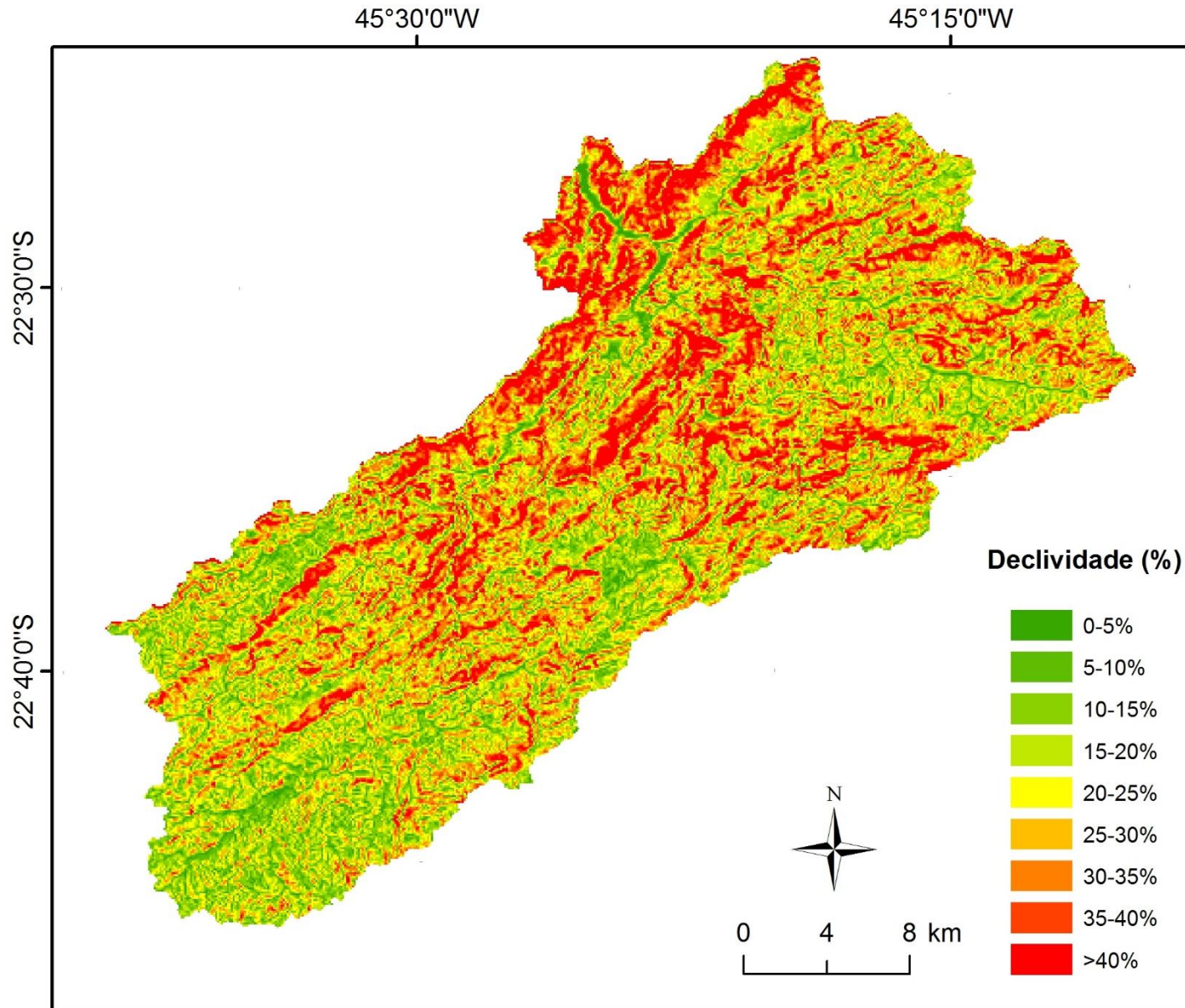
MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo



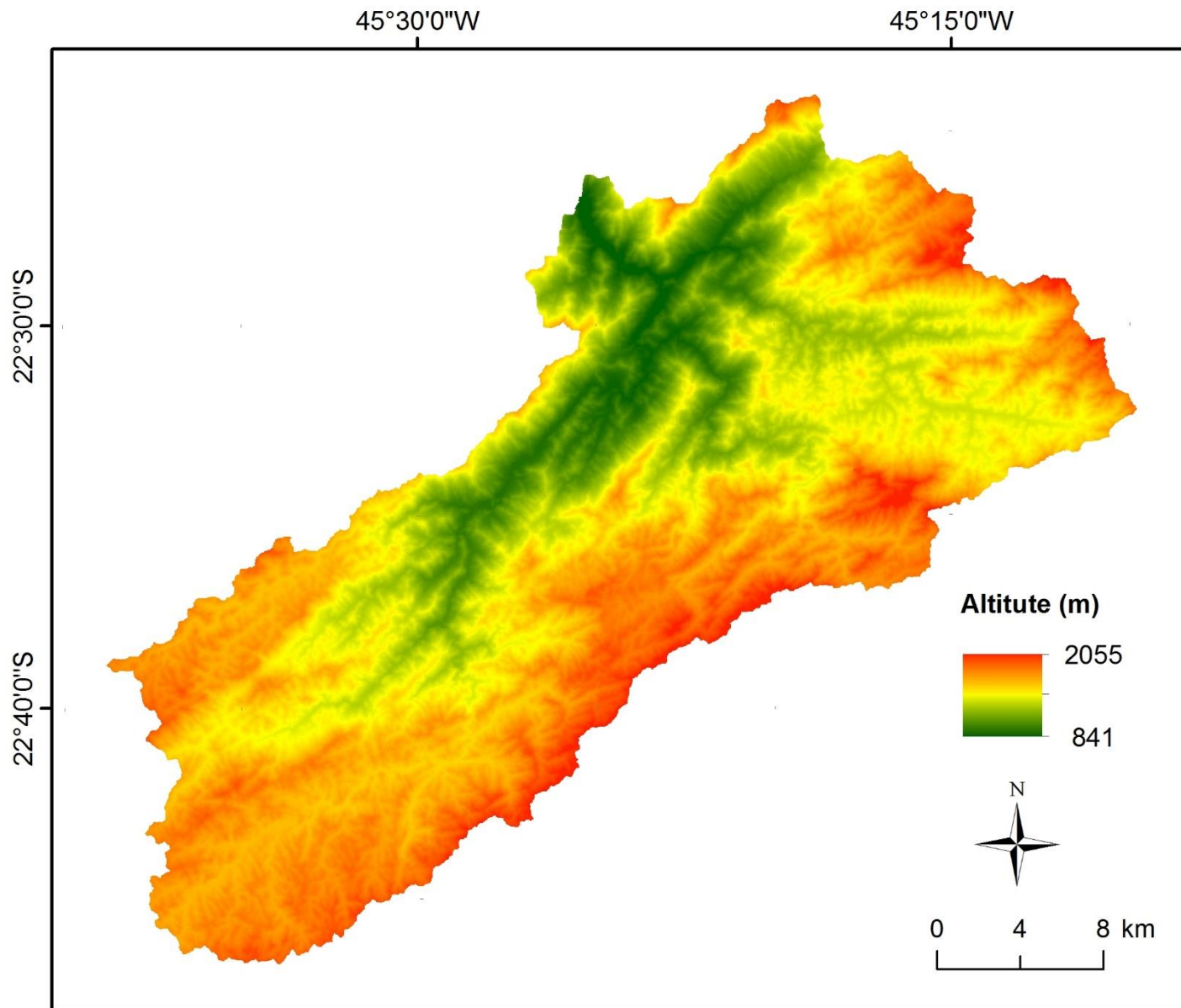
MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo



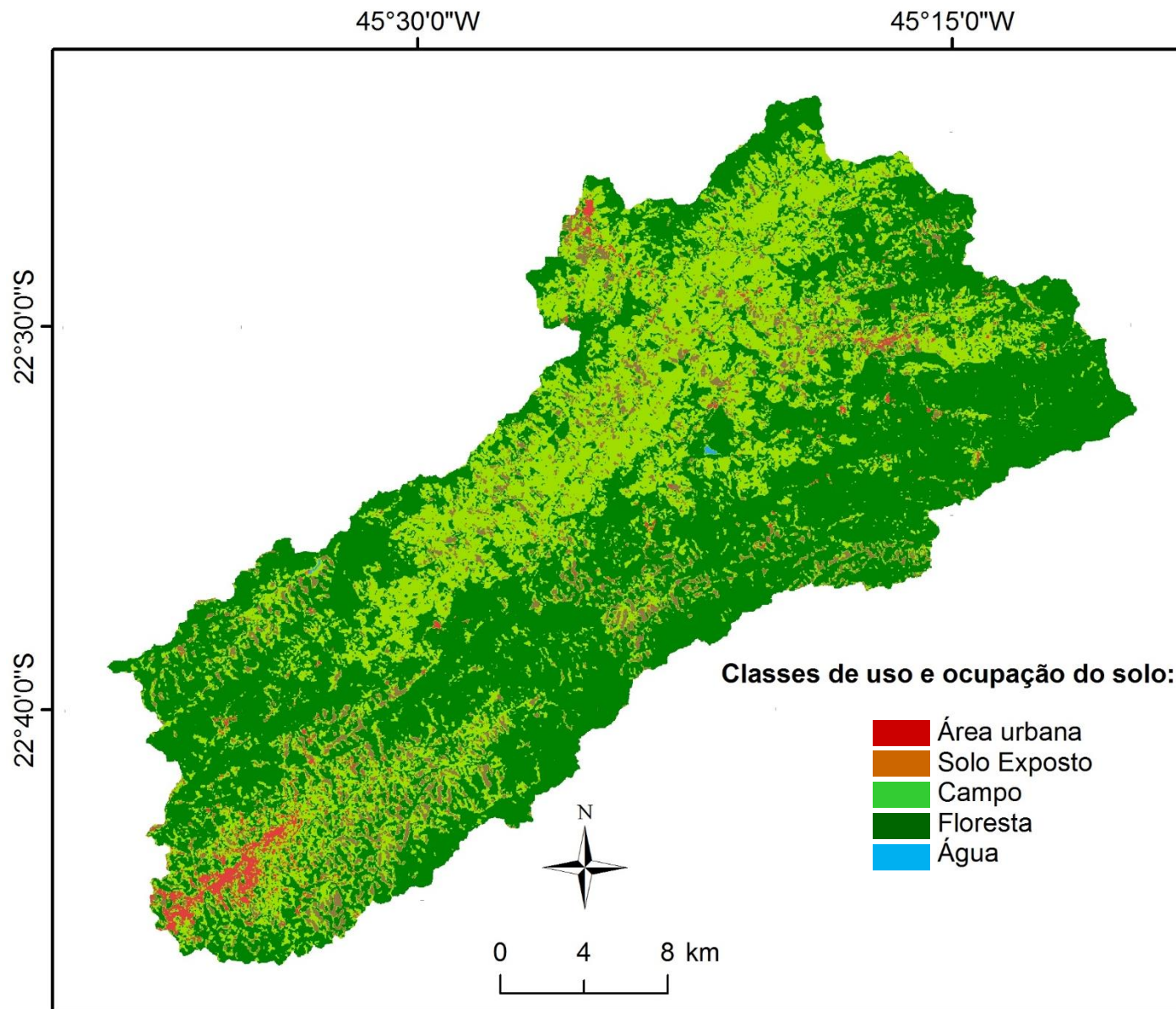
MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo



MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo



MATERIAL E MÉTODOS

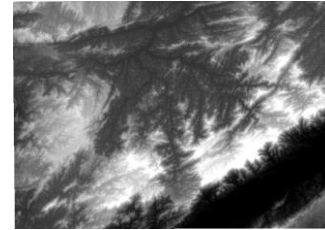
Material

Imagens:

. Landsat8 OLI 218/76 06-04-2014



. SRTM 90m (SF-23-Y-B)



Dados:

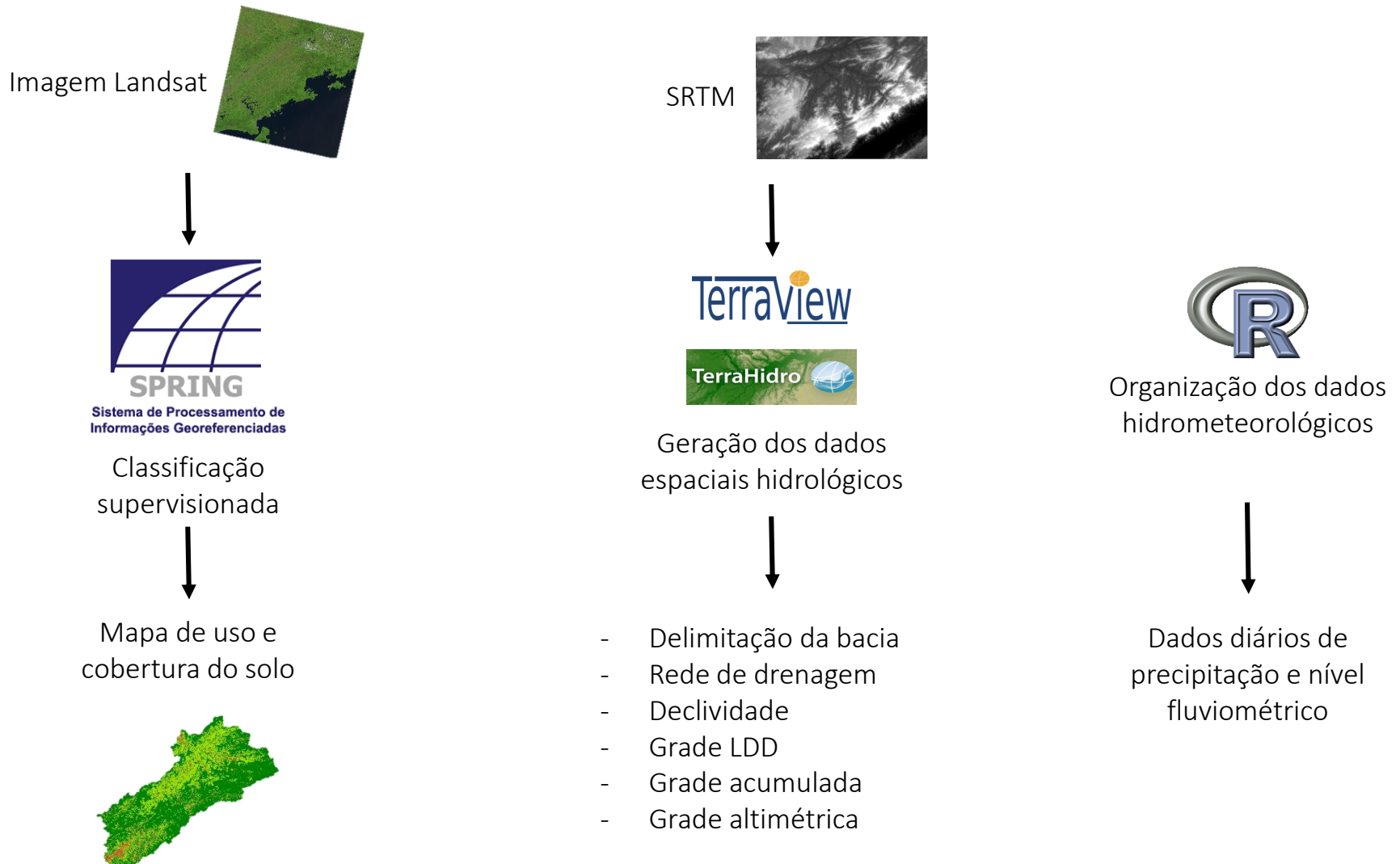
. Dados de precipitação e nível fluviométrico (LIH, 2013)

Softwares:



MATERIAL E MÉTODOS

Metodologia



MATERIAL E MÉTODOS

Metodologia

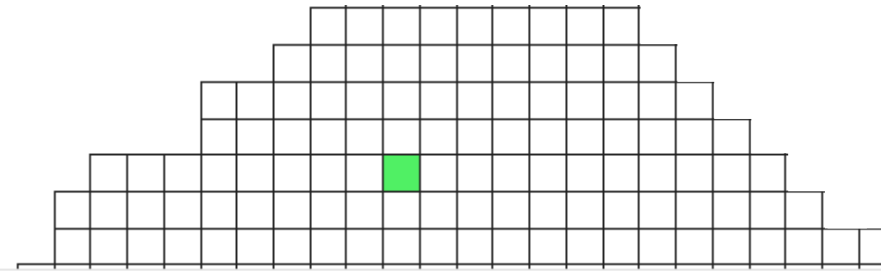
Grades numéricas	Dados temáticos e cadastrais
Grade altimétrica	Estações pluviométricas / fluviométricas
Declividade	Uso e ocupação do solo
Grade LDD	Limite da bacia
Grade Acumulada	Rede de drenagem

TerraView

SGBD MySQL



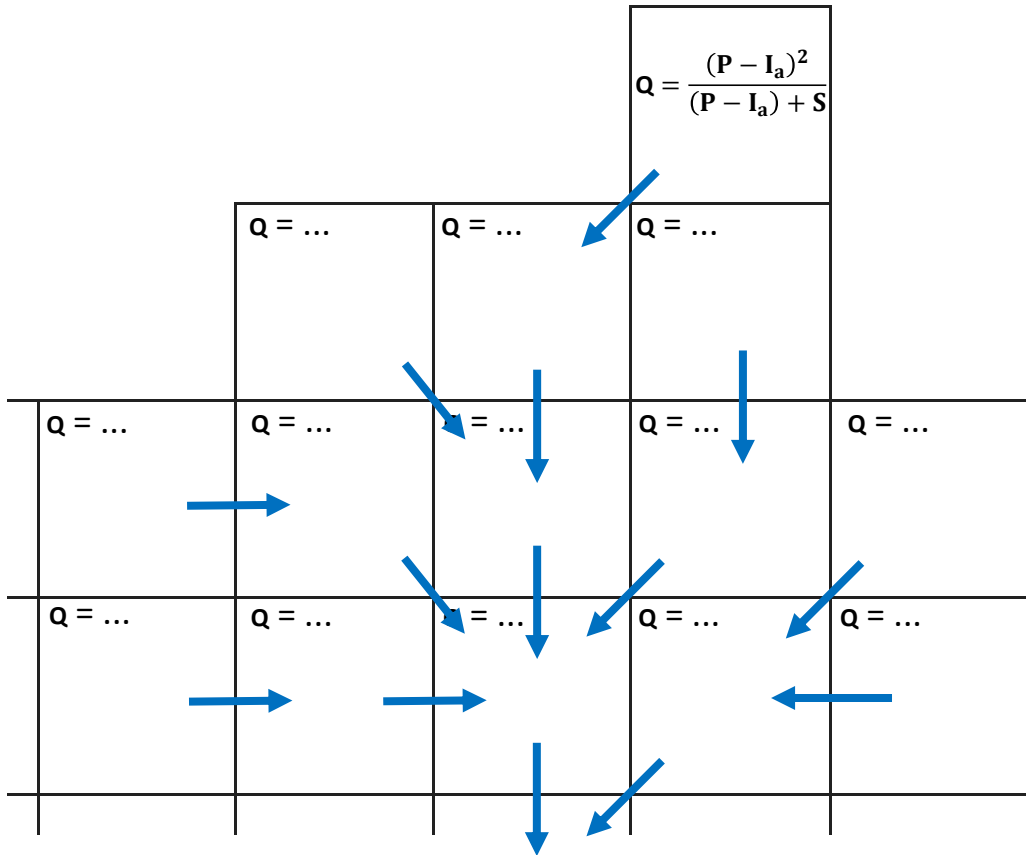
Criação e preenchimento
do espaço celular



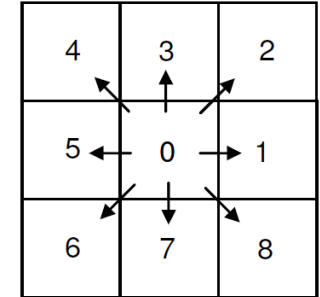
	object_id0	col	lin	codigo	landuse	slope	ldd	contributing
37495	C269L52	269	52	C269L52	3	0.248100996	1	1
37496	C269L53	269	53	C269L53	4	0.186068848	7	1
37497	C269L54	269	54	C269L54	3	0.098897576	6	153
37498	C269L55	269	55	C269L55	3	0.023856582	5	2
37499	C269L56	269	56	C269L56	4	0.002436518	4	108448
37500	C269L57	269	57	C269L57	3	0.011851076	3	1

MATERIAL E MÉTODOS

Metodologia



Sentido de fluxo pela grade LDD



	object_id0	col	lin	codigo	landuse	slope	ldd	contributing
1	C01L297	1	297	C01L297	3	0.086083211	1	1
2	C02L296	2	296	C02L296	4	0.142753899	1	1
3	C02L297	2	297	C02L297	4	0.148762062	1	2
4	C03L295	3	295	C03L295	4	0.159799725	7	1
5	C03L296	3	296	C03L296	4	0.151490688	8	3

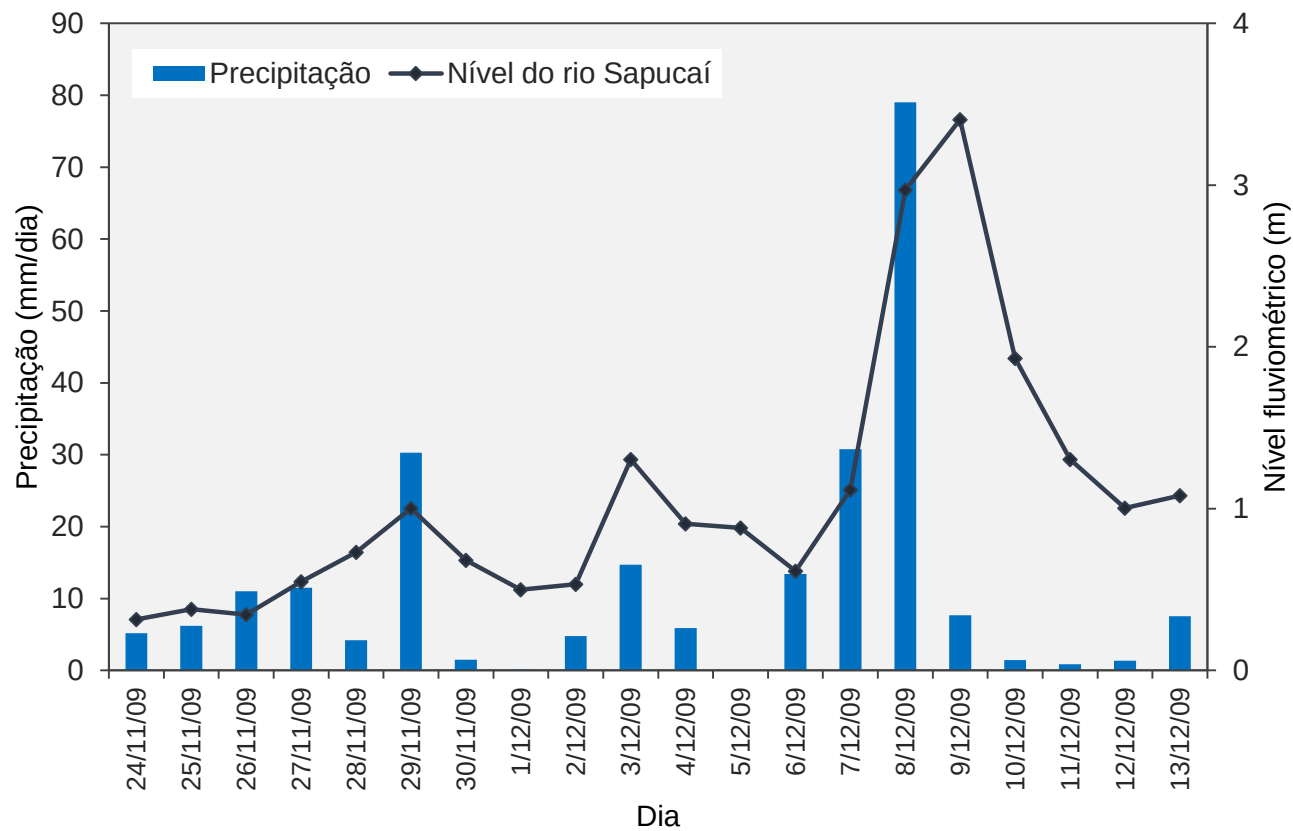
```

Crimson Editor - [C:\Users\João\Documents\Doutora
File Edit Search View Document Project Tools Macros Window Help
modelo2.lua
1 -- IMPLEMENTAÇÃO DO MODELO HIDROLÓGICO DE CURVA NÚMERO DO SCS DINÂMICO DISTRIBUÍDO
2 csBacia = CellularSpace{
3   dbType = "mysql",
4   host = "localhost",
5   database = "geop5",
6   user = "root",
7   password = "mysql",
8   layer = "cellularspace",
9   theme = "cellularspace",
10  select = {"codigo","col","lin","slope","ldd","contrib","landuse","test"},
11 }
12
13 -- DESCRIÇÃO DOS ATRIBUTOS DO ESPAÇO CELULAR
14 cell.col = Índice de Coluna (inicia-se com 0)
15 cell.lin = Índice de Linha (inicia-se com 0)
16 cell.slope = Declividade dada em porcentagem
17 cell.ldd = Codificação do sentido do fluxo de escoamento(LDD)
18 cell.contrib = Número de células que drenam/contribuem para a célula
19 cell.landuse = Classe de uso e cobertura do solo
20 cell.Qp = Vazão de pico em m³/s
21 cell.Qdia = Volume de água, em m³, escoado em um dia
22 cell.QR_past = Volume de água, em m³, restante do tempo anterior

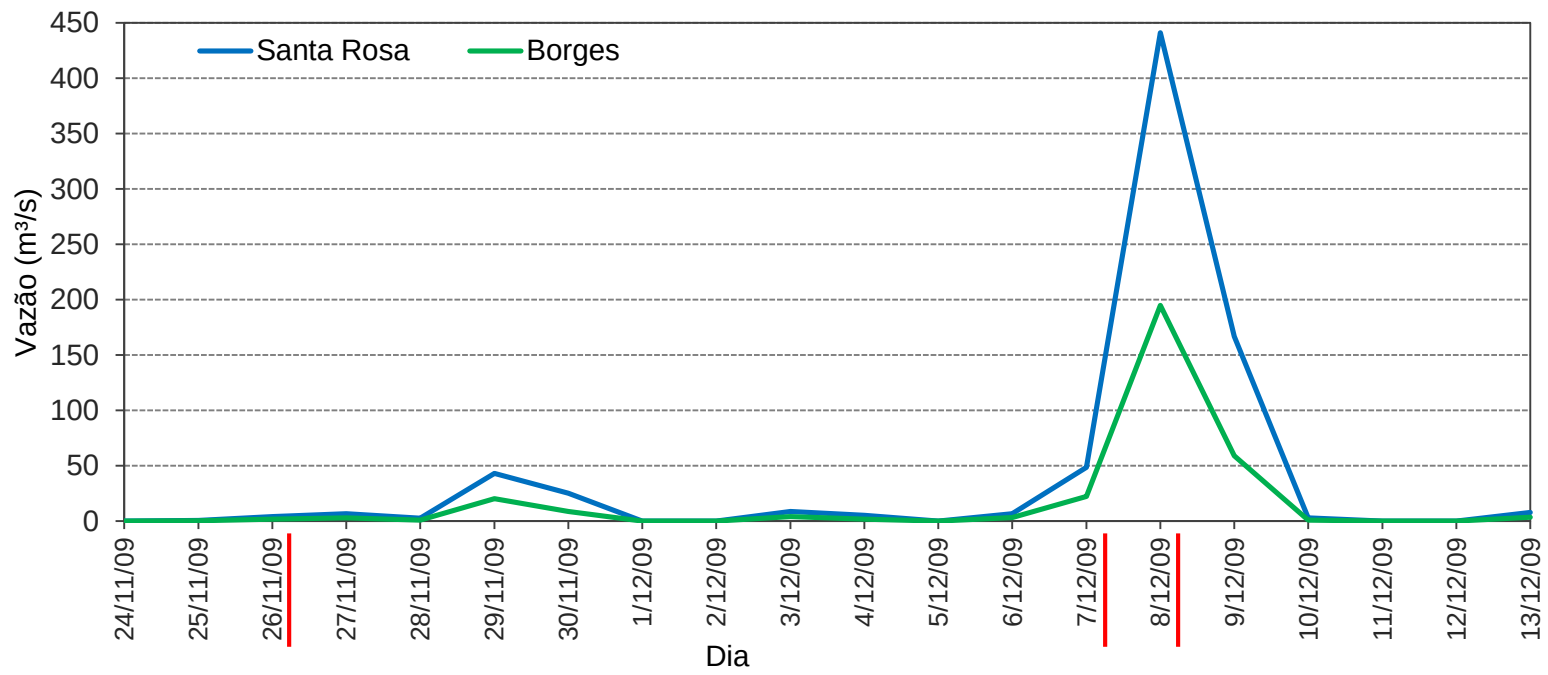
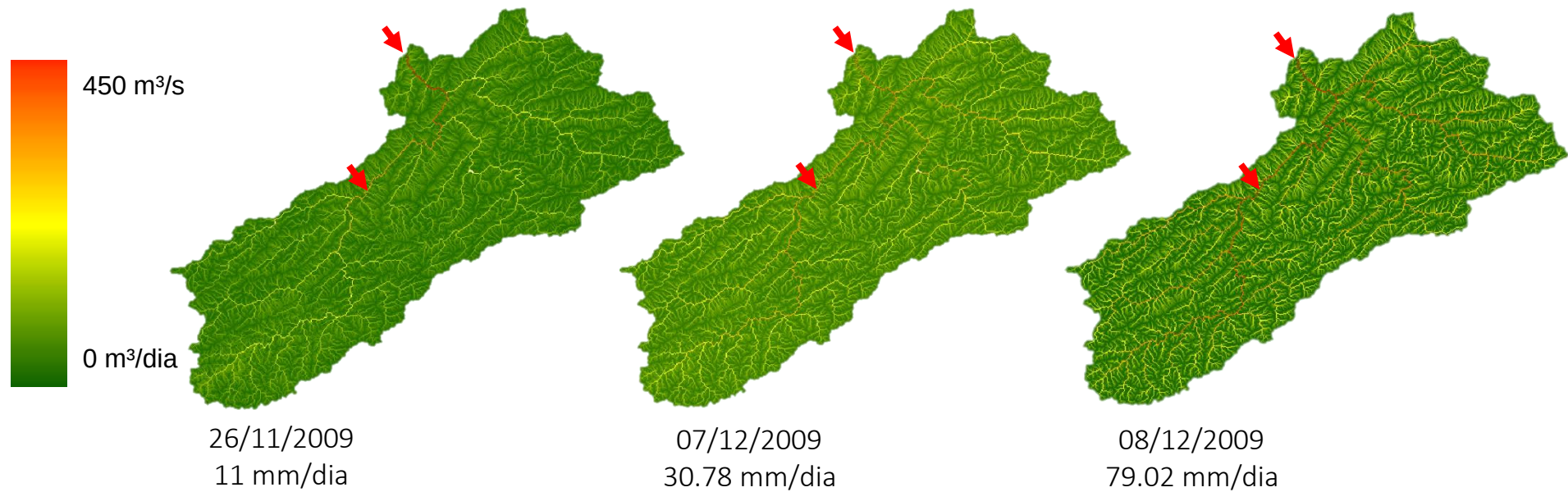
```

RESULTADOS E DISCUSSÕES

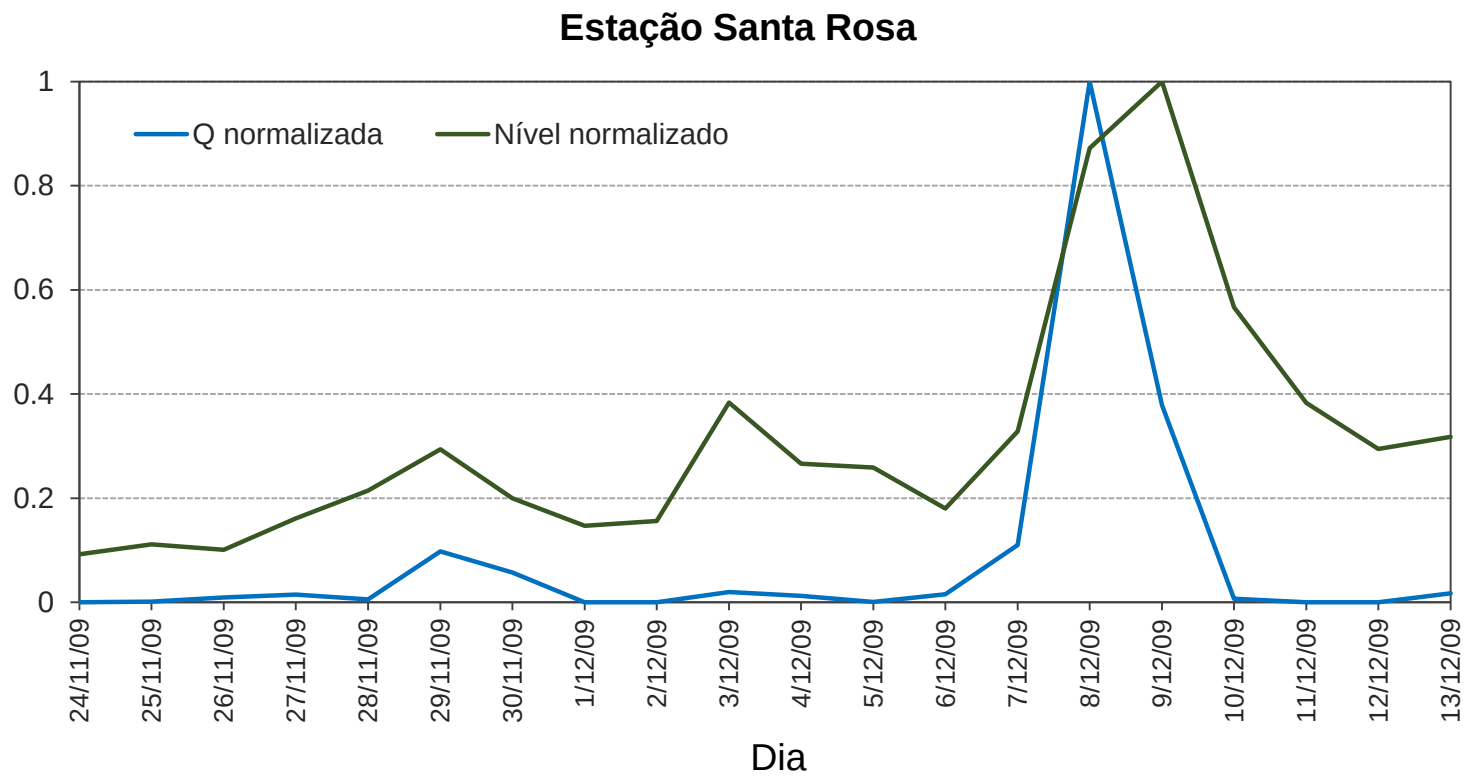
Dados hidrometeorológicos - Estação Santa Rosa



RESULTADOS E DISCUSSÕES



RESULTADOS E DISCUSSÕES



REFERÊNCIAS

ARNOLD, J.G.; WILLIAMS, J.R. SWRRB -- A watershed scale model for soil and water resources management. In: SINGH, V. P. (Ed.) **Computer Models of Watershed Hydrology**. Highlands Ranch, CO: Water Resources, 1995. ISBN 0-918334-91-8.

CARNEIRO, T. G. S. Nested-ca: a foundation for multiscale modelling of land use and land cover change. 2006. 107 p. **Tese** (Doutorado em Computação Aplicada) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2006.

CLARKE, R. T. A review of some mathematical models used in hydrology, with on their calibration and use. **Journal of Hydrology**, 19: 1-20, 1973.

GEETHA, K.; MISHRA, S. K.; ELDHO, T. I.; RASTOGI, A. K.; PANDEY, R. P. SCS-CN-based Continuous Simulation Model for Hydrologic Forecasting. **Water Resources Management**. v. 22, n. 2, p. 165-190, 2008.

GUHA-SAPIR, D.; VOS F.; BELOW R.; PONSERRE S. **Annual Disaster Statistical Review 2011**: The Numbers and Trends. Brussels: CRED; 2012.

LIH – Laboratório de Informações Hídricas. **Sistema de Monitoramento de Enchentes**. UNIFEI, Itajubá, 2013.

UN-ISDR - United Nations International Strategy for Disaster Reduction. **Living with Risk**: a global review of disaster reduction initiatives. Inter-Agency Secretariat International Strategy for Disaster Reduction (ISDR), Genebra, Suíça, 2004.

USDA - Soil Conservation Service (USDA SCS). **National Engineering Handbook**. Section 4. Hydrology. USDA-SCS, Washington, D.C. 1985.

TUCCI, C. E. M. **Modelos hidrológicos**. Porto Alegre: Editora da Universidade, 1998.

Agradeço!

