



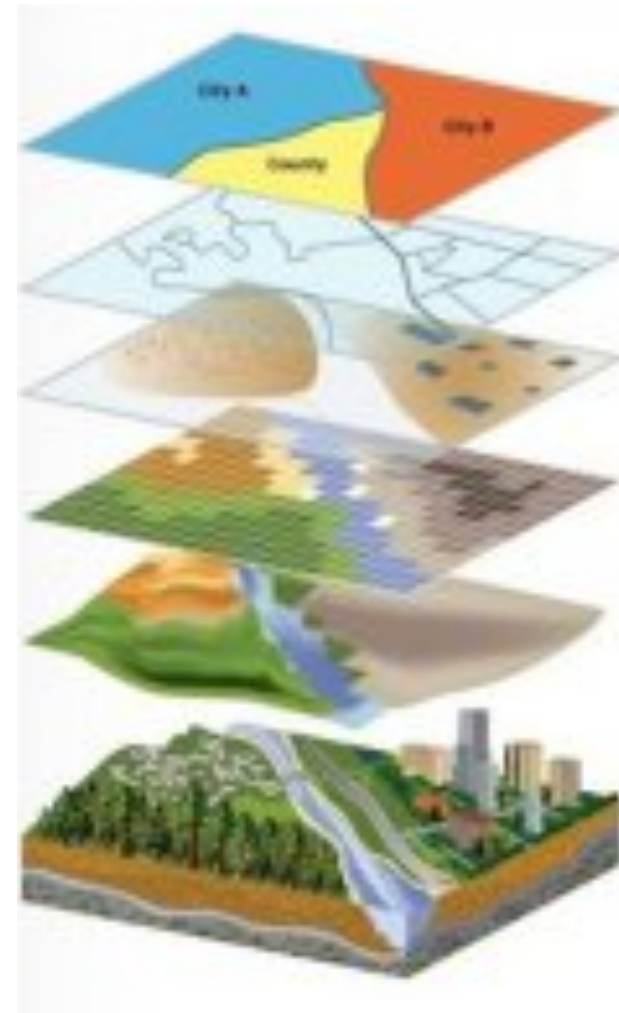
Análise automatizada de inundações urbanas simuladas por modelagem bidimensional

Marcela Rafaela de Freitas Silva; Larissa Santana Serra & Adriano Rolim da Paz - UFPB



Introdução

- Urbanização acelerada + Processos impróprios e ineficientes de drenagem urbana → aumento da área impermeável;
- Modelagem hidrológica e geoprocessamento são importantes instrumentos para estimar esses impactos;
- Ferramentas computacionais de pós-processamento para automatizar e facilitar os resultados.





Objetivos

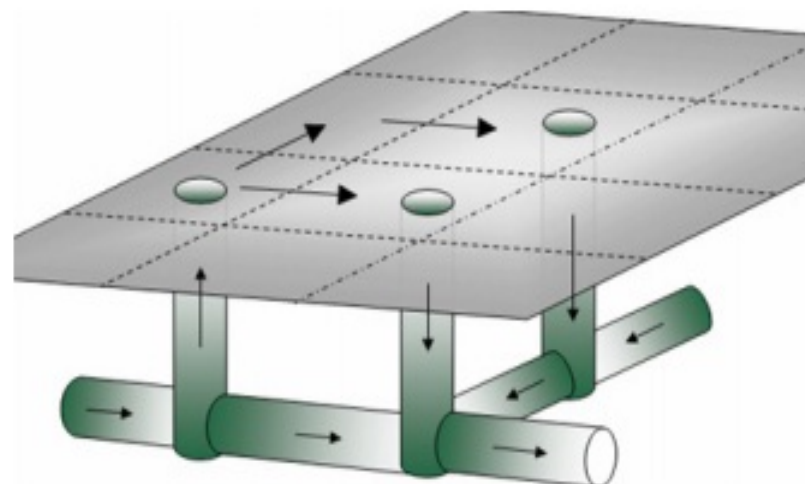
- Desenvolver e aplicar a ferramenta de pós-processamento de séries temporais de inundação simulados por um modelo matemático 2D;
- Investigar variáveis pouco abordadas em análises manuais;
- Explorar padrões espaço-temporais das variáveis de interesse de uma forma mais rápida e fácil.



Metodologia

Modelo de Inundação:

- Modelagem hidrodinâmica 1D para a rede de condutos;
- Acoplagem com modelo 2D para calcular as inundações na superfície devido as vazões que excederam a capacidade dos condutos;
- Trocas de água entre elementos vizinhos simuladas de acordo com a topografia e nível de água.



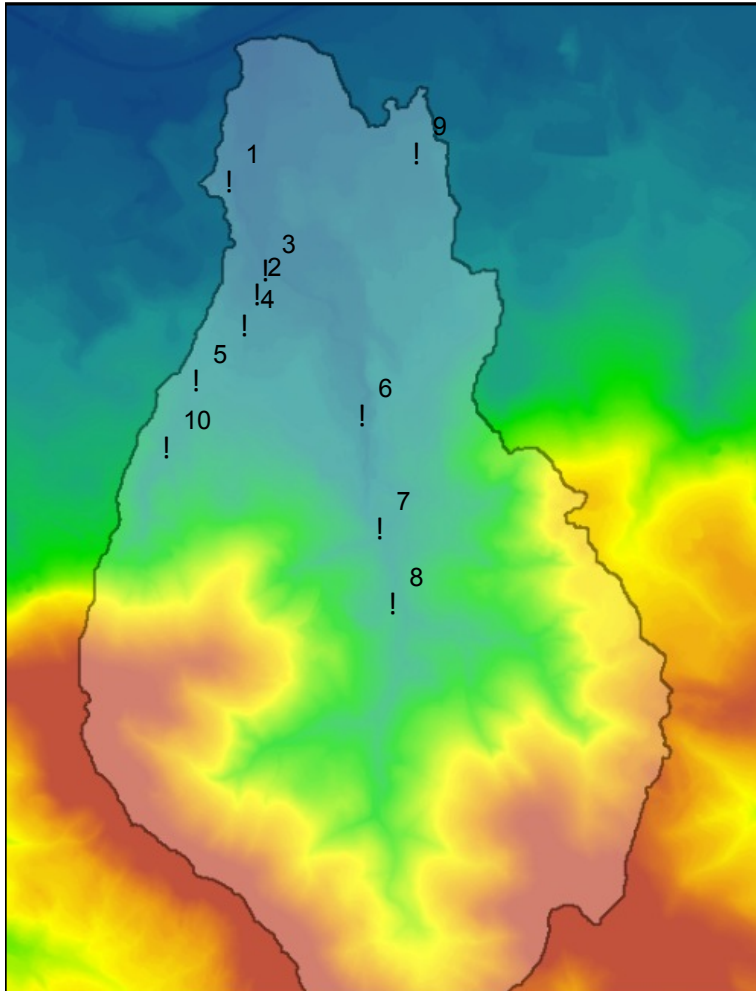
Fonte: Bernad et al, 2007. Evolution of an Integrated 1D/2D Modeling Package for Urban Drainage



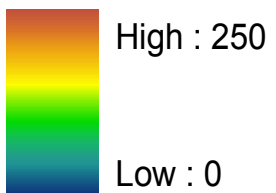
Metodologia

Estudo de Caso:

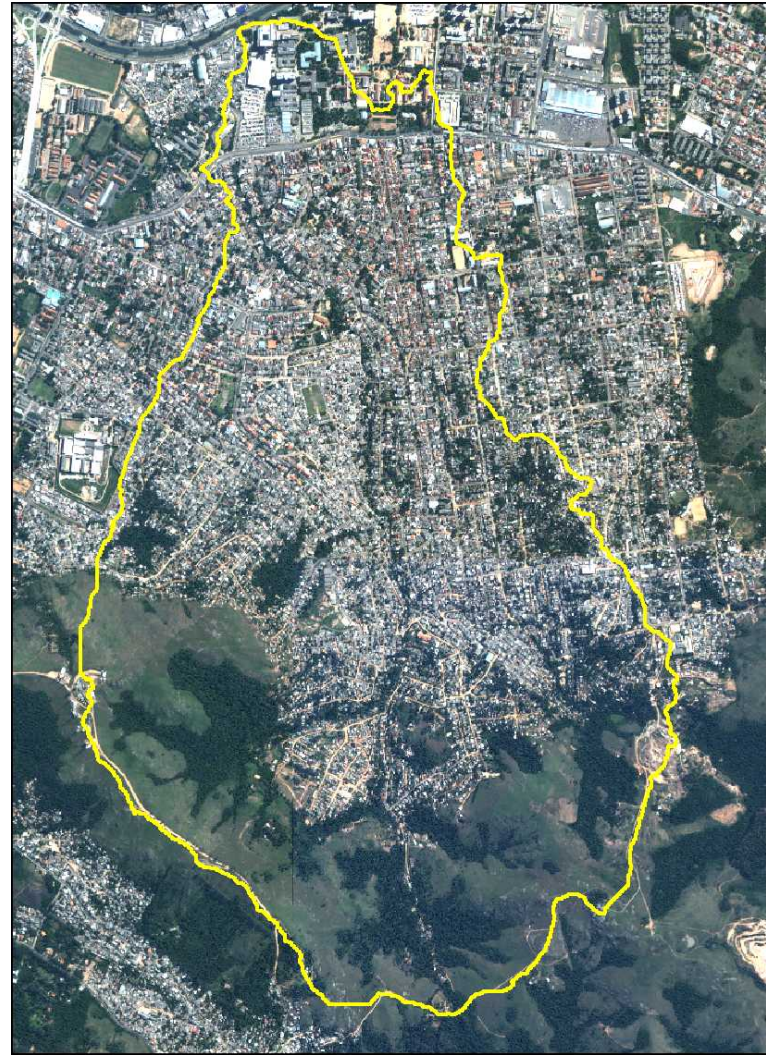
- Bacia Arroio Moinho da Areia, em Porto Alegre. Área de aproximadamente 4,84 km², com curso principal de 5,4 km.
- Área de ocupação urbana intensa com déficit no escoamento das águas;
- Usada para testes com o modelo 2D de inundações urbanas, de onde foram retirados os dados de entrada;
- Simulações de aproximadamente 1 hora e 40 minutos, com discretização espacial de 5 metros;



! Bueiros □ Bacia



Modelo digital de elevação do terreno

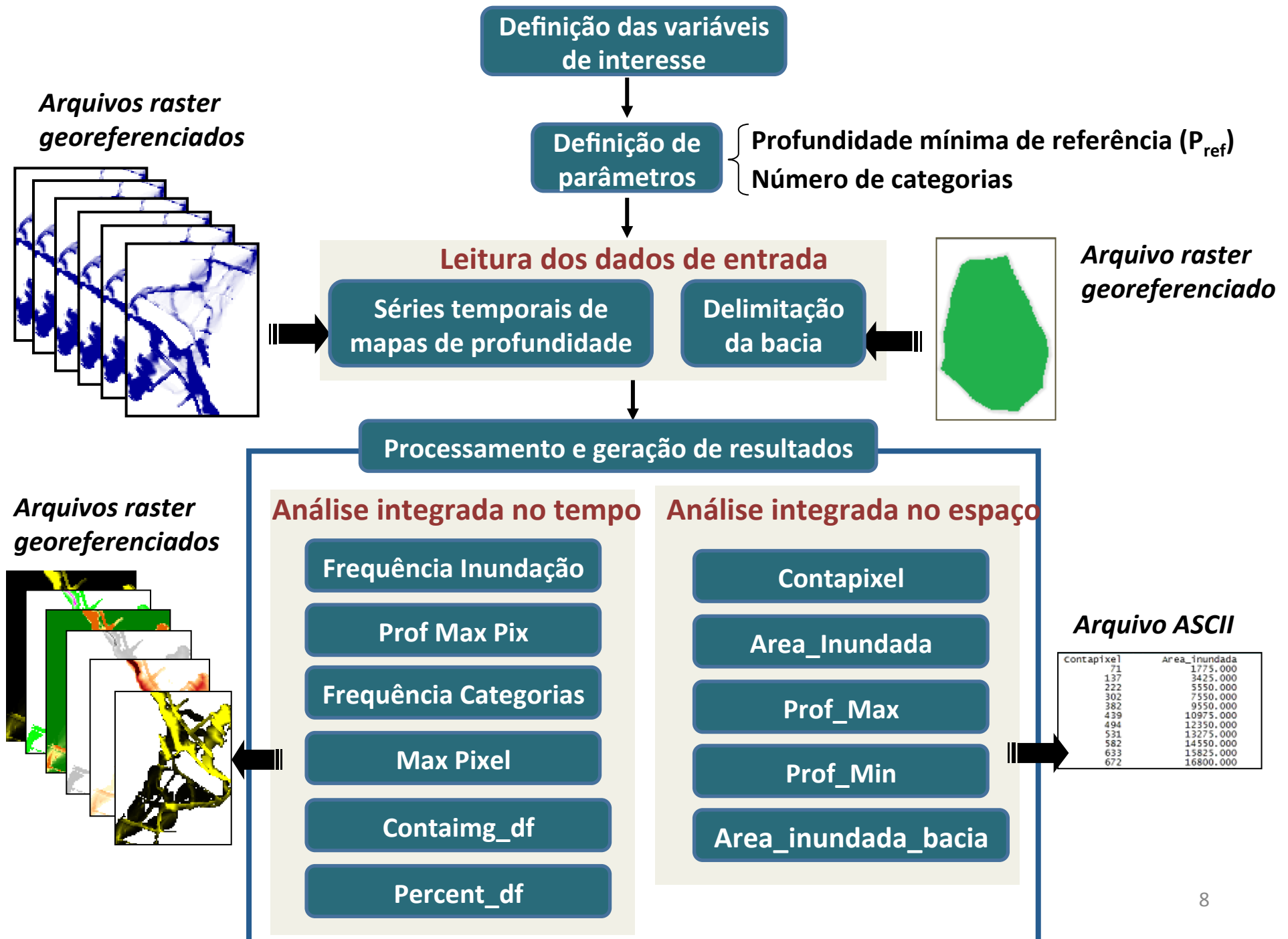




Metodologia

Algoritmo de pós-processamento de resultados

- Arquivos de entrada → arquivos de saída do modelo 2D de inundação;
- Escrito na linguagem computacional Fortran e composto por 11 sub-rotinas de processamento;
- Uso de loopings (ciclos de processamento) para automatizar os cálculos de cada mapa de inundação;
- Arquivos de saída em formato raster (matrizes) e em formato ASCII (.txt)





Metodologia

Interface

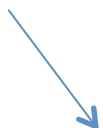
- Tornar a ferramenta de pós-processamento de inundações acessível para usuários sem conhecimentos de programação;
- Escrita em Visual Basic, usa dispositivos de entrada e saída, como botões e comandos usuais do Windows;
- Composta por uma janela principal, onde há um local pra digitar o número de arquivos (textbox) e opções de mapas a serem gerados (checkbox);

Executável



```
C:\Users\Marceb\Desktop\SIMULAÇÕES\CalculaAreaImg-Interface-txt\CalculaAreaImg\CalculaAr...
Definindo o nome dos arquivos
Leitura da bacia moinho de areia
Looping para narg
Bloco de calculo de area inundada, ProfMax, ProfMin, ProfMaxPix, Areainund_baci
a
Lendo arquivo 1
Lendo arquivo 2
Lendo arquivo 3
Lendo arquivo 4
Lendo arquivo 5
Lendo arquivo 6
Lendo arquivo 7
Lendo arquivo 8
Lendo arquivo 9
Lendo arquivo 10
Lendo arquivo 11
Lendo arquivo 12
Lendo arquivo 13
Lendo arquivo 14
Lendo arquivo 15
Lendo arquivo 16
Lendo arquivo 17
Lendo arquivo 18
Lendo arquivo 19
```

Código



```
Principal.F90 | LeituraRDC.F90
!Calcular % do tempo que cada pixel esteve inundado
If (Prof(i,j)> int_inicial) then
  contaimg(i,j)=contaimg(i,j)+1
endif
!calcular area inundada dentro da bacia
If (Bacia(i,j)==1) then
  If (Prof (i,j)>=profmin) then
    !numero de pixels dentro da bacia
    contapixelinund_bacia(a)=contapixelinund_bacia(a)+1
  endif
endif
!Calcular a Prof Max de cada pixel ao longo de todas as imagens
If (Prof(i,j)>ProfMaxPix(i,j)) then
  ProfMaxPix(i,j)=Prof(i,j)
  MaxPixel(i,j)=a !calcula o instante de tempo em que cada pixel alcançou sua prof max
endif
!Calcular a profundidade maxima
If (Prof(i,j)>Prof_max(a)) then
  Prof_max(a)=Prof(i,j) !profundidade máxima da imagem
endif
!Calcular a profundidade minima
```

Interface

Número de arquivos:

Mapas a serem escritos:

- Frequencia de Inuncação
- Prof. máxima alcançada por pixel
- Frequência por categorias
- Instante da prof. máxima por pixel
- Tempo por pixel acima da prof específica "df"
- Frequência de profundidades acima de "df"



Interface



Resultados

Resultados integrados no espaço: gráficos e tabelas que mostram como a inundação evolui ao longo do intervalo simulado, oferecendo uma visão temporal de todo o processo.

Resultados integrados no tempo: mapas que mostram a situação de cada pixel localizadamente, para cada parâmetro escolhido. Oferecem uma visão espacial do processo.

escrita.txt - Bloco de notas

Arquivo Editar Formatar Exibir Ajuda

Contapixe1	Area_inundada	Prof_max	Prof_min	Area_inundada_bacia
71	1775.000	0.648	0.000	1775.000
137	3425.000	0.832	0.000	3425.000
222	5550.000	0.874	0.000	5550.000
302	7550.000	0.861	0.000	7550.000
382	9550.000	0.919	0.000	9550.000
439	10975.000	1.744	0.000	10975.000
494	12350.000	1.839	0.000	12350.000
531	13275.000	1.860	0.000	13275.000
582	14550.000	1.902	0.000	14550.000
633	15825.000	1.954	0.000	15825.000
672	16800.000	1.999	0.000	16800.000
715	17875.000	2.050	0.000	17875.000
758	18950.000	2.074	0.000	18950.000
784	19600.000	2.087	0.000	19600.000
811	20275.000	2.096	0.000	20275.000
842	21050.000	2.100	0.000	21050.000
864	21600.000	2.104	0.000	21600.000
882	22050.000	2.104	0.000	22050.000
893	22325.000	2.104	0.000	22325.000
916	22900.000	2.202	0.000	22900.000
937	23425.000	2.451	0.000	23425.000
957	23925.000	2.729	0.000	23925.000
980	24500.000	3.044	0.000	24500.000
1003	25075.000	3.501	0.000	25075.000
1048	26200.000	3.301	0.000	26200.000
1080	27000.000			
1109	27725.000			
1142	28550.000			
1170	29250.000			
1198	29950.000			
1259	31475.000			
1323	33075.000			
1371	34275.000			
1419	35475.000			
1479	36975.000			

escrita.txt - Bloco de notas

Arquivo Editar Formatar Exibir Ajuda

Lim_E(z)	Lim_D(z)	Contapixe1z(z,a)
0.10	1.10	3864
1.10	2.10	881
2.10	3.10	204
3.10	4.10	72
4.10	5.10	15
5.10	6.10	27
6.10	7.10	1
7.10	8.10	0
8.10	9.10	0
9.10	10.10	0

Resultados da Imagem 97

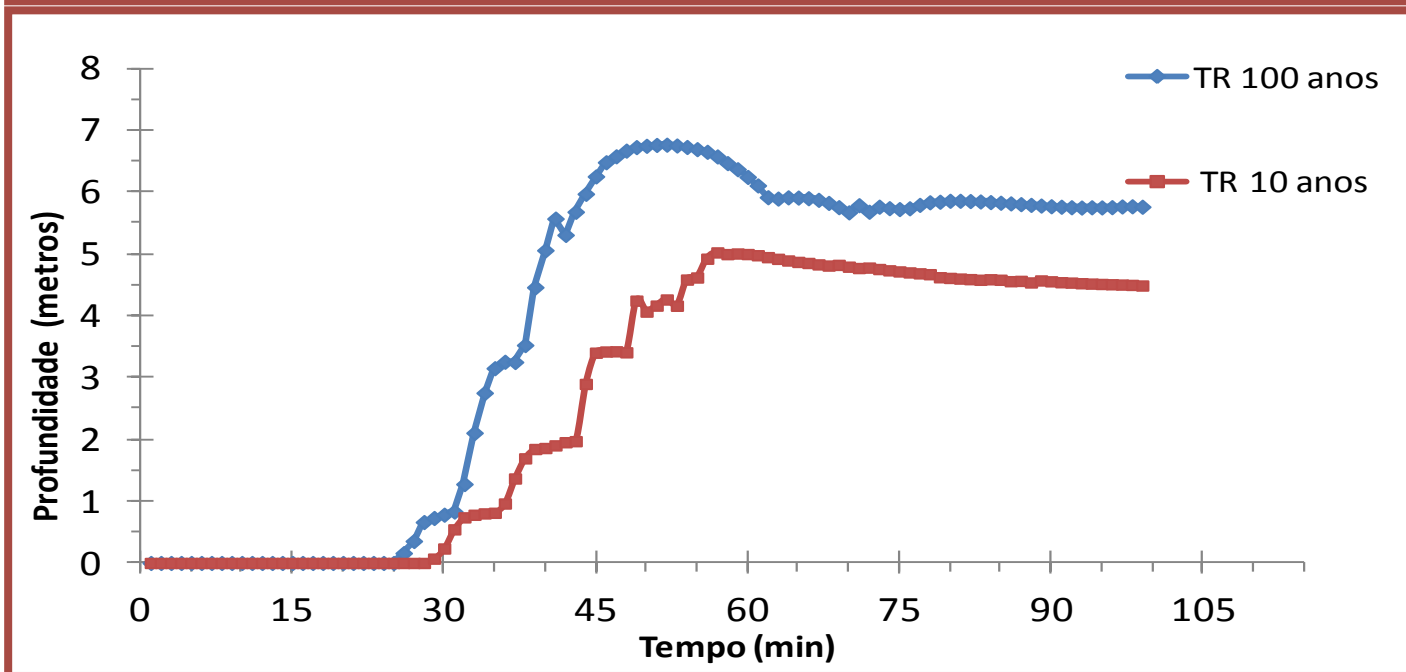
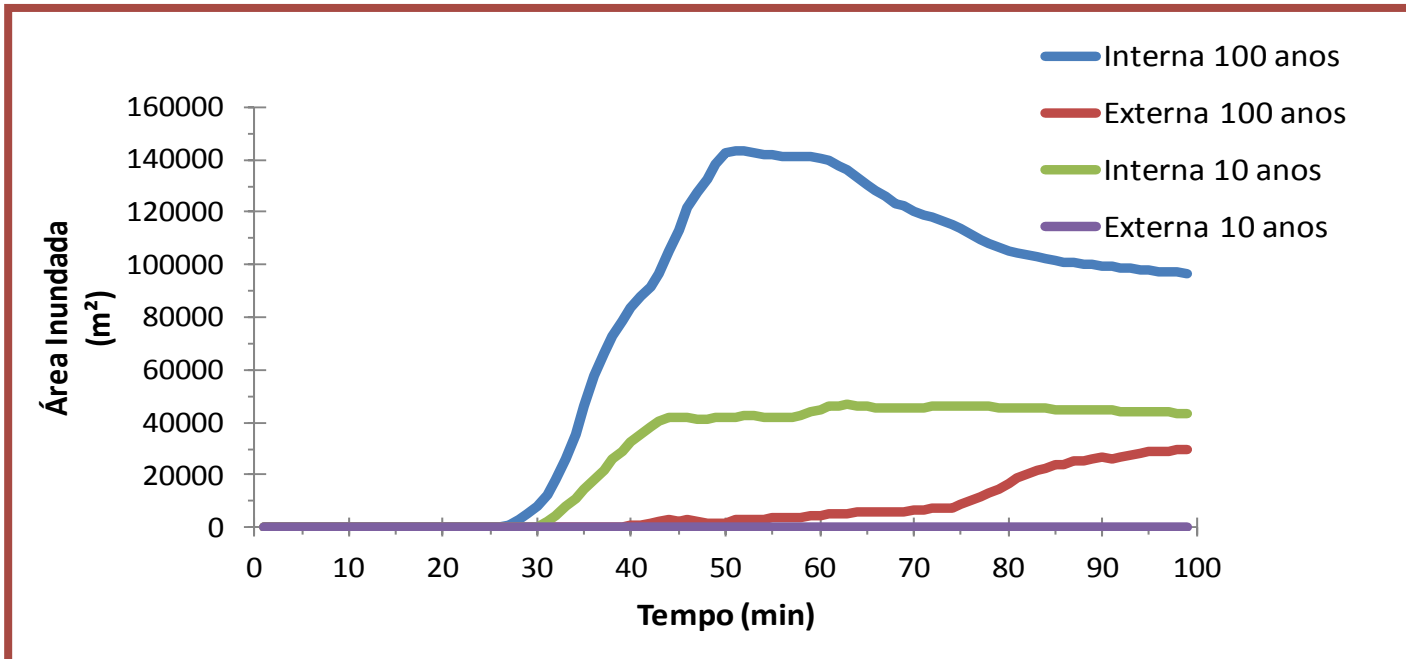
Lim_E(z)	Lim_D(z)	Contapixe1z(z,a)
0.10	1.10	3873
1.10	2.10	866
2.10	3.10	206
3.10	4.10	71
4.10	5.10	17
5.10	6.10	27
6.10	7.10	1
7.10	8.10	0
8.10	9.10	0
9.10	10.10	0

Resultados da Imagem 98

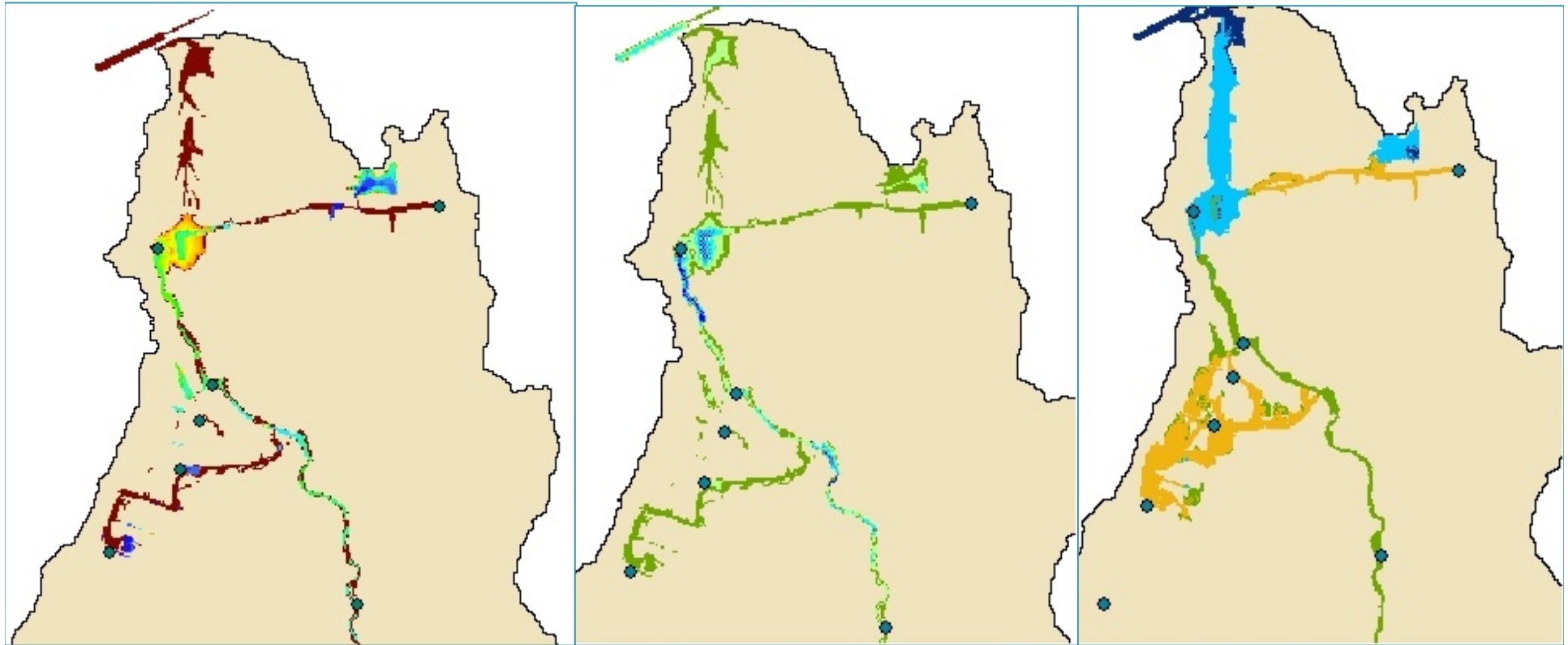
Lim_E(z)	Lim_D(z)	Contapixe1z(z,a)
0.10	1.10	3865
1.10	2.10	877
2.10	3.10	199

12

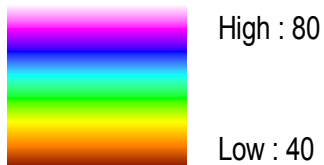
Dados em formato
ASCII



Tempo de Recorrência 10 anos

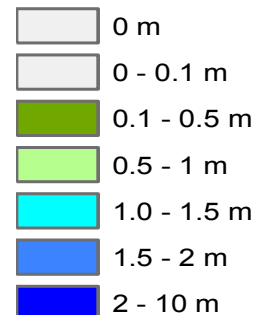


Porcentagem de Inundação

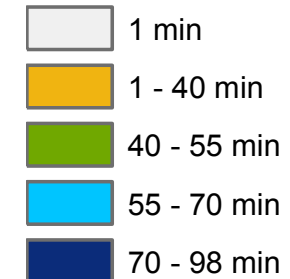


Mapas formato raster

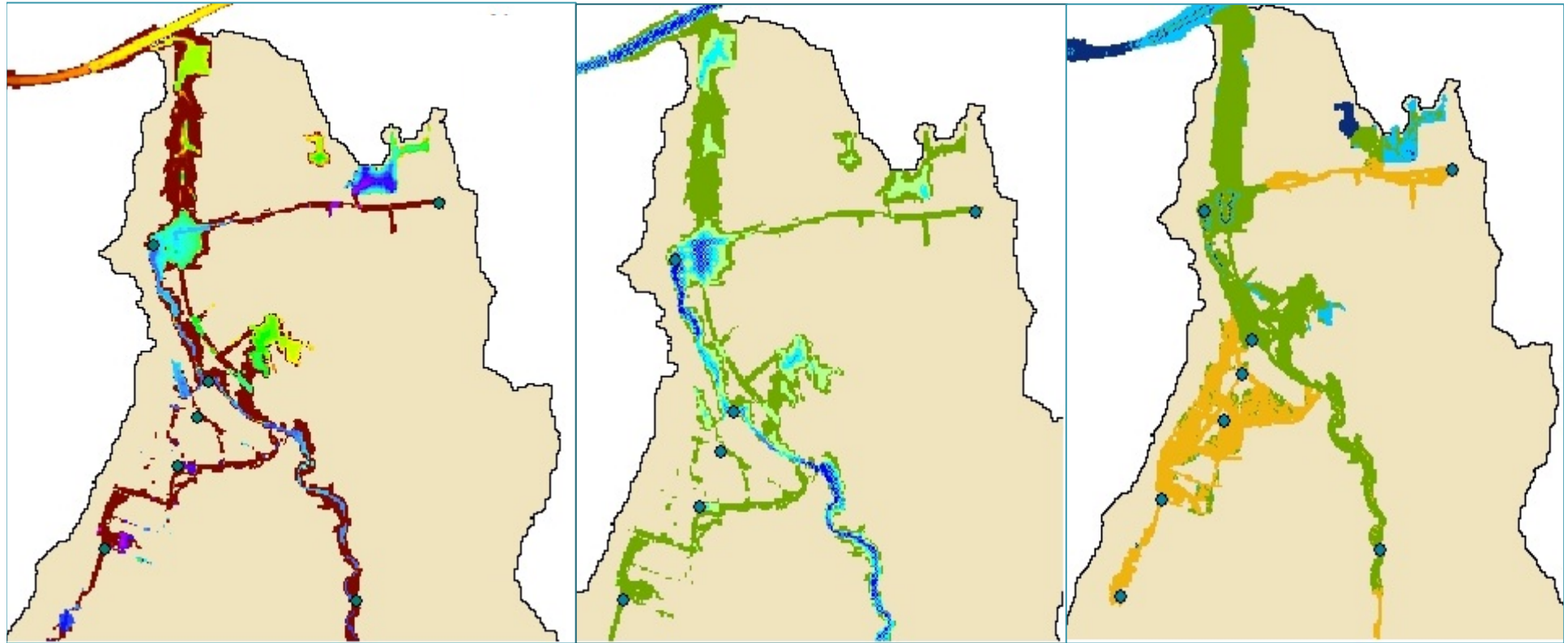
Prof Max Pixel



Tempo da prof. max.



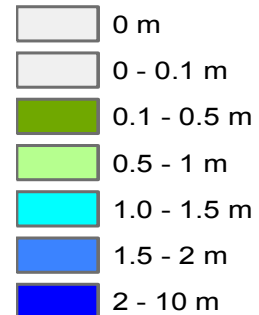
Tempo de Recorrência 100 anos



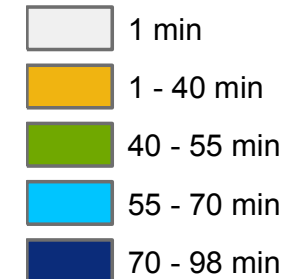
Porcentagem de Inundação



Prof Max Pixel



Tempo da prof. max.





Conclusões

- Investigação rápida de variáveis pouco exploradas na análise do modelo 2D de inundação;
- Gráficos e mapas de geoprocessamento facilitam a compreensão do usuário dos processos representados;
- Resultados são úteis para:
 - Sistemas para fins de previsão e alerta;
 - Tomada de decisões para a problemática das inundações urbanas.

Obrigada pela Atenção!

Contato:

marcela.rafaela@gmail.com

larissa.serra23@gmail.com

adrianorpaz@yahoo.com.br