



## Modeling the Impacts of Urban Flood Risk Management on Social Inequality

*MOULDS, S<sup>1</sup>, BUYTAERT, W<sup>1</sup>, TEMPLETON<sup>1</sup>, M. R., & KANU, I.<sup>2</sup>*

<https://doi.org/10.1029/2020WR029024>

*1 - Department of Civil and Environmental Engineering, Imperial College London, London, UK;*

*2 - Department of Civil Engineering, Fourah Bay College, University of Sierra Leone, Freetown, Sierra Leone.*

### Allan Lima

Docentes: Silvana Amaral e Miguel Monteiro

SER-457-3 : População, Espaço e Ambiente

2021

**ANTES DO ARTIGO...**

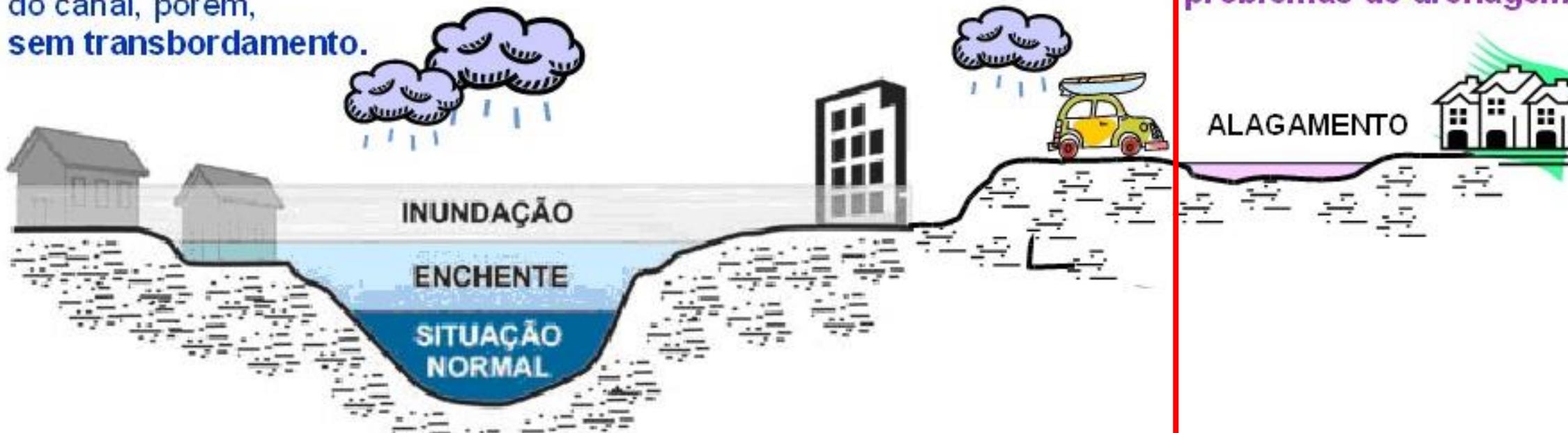
**CONTEXTO AO TEMA**

# Inundações em áreas urbanas

**Enchente** ou cheia é o aumento temporário do nível d'água no canal de drenagem devido ao aumento da vazão\*, atingindo a cota máxima do canal, porém, sem transbordamento.

**Inundação** é o transbordamento das águas de um canal de drenagem, atingindo as áreas marginais (planície de inundação ou área de várzea)

**Alagamento** é o acúmulo de água nas ruas e nos perímetros urbanos, por problemas de drenagem



# Objetivo pessoal buscado

Arcabouço teórico para o entendimento da relação socio-hidrológica nos eventos de inundações urbanas.



Conceitos chaves

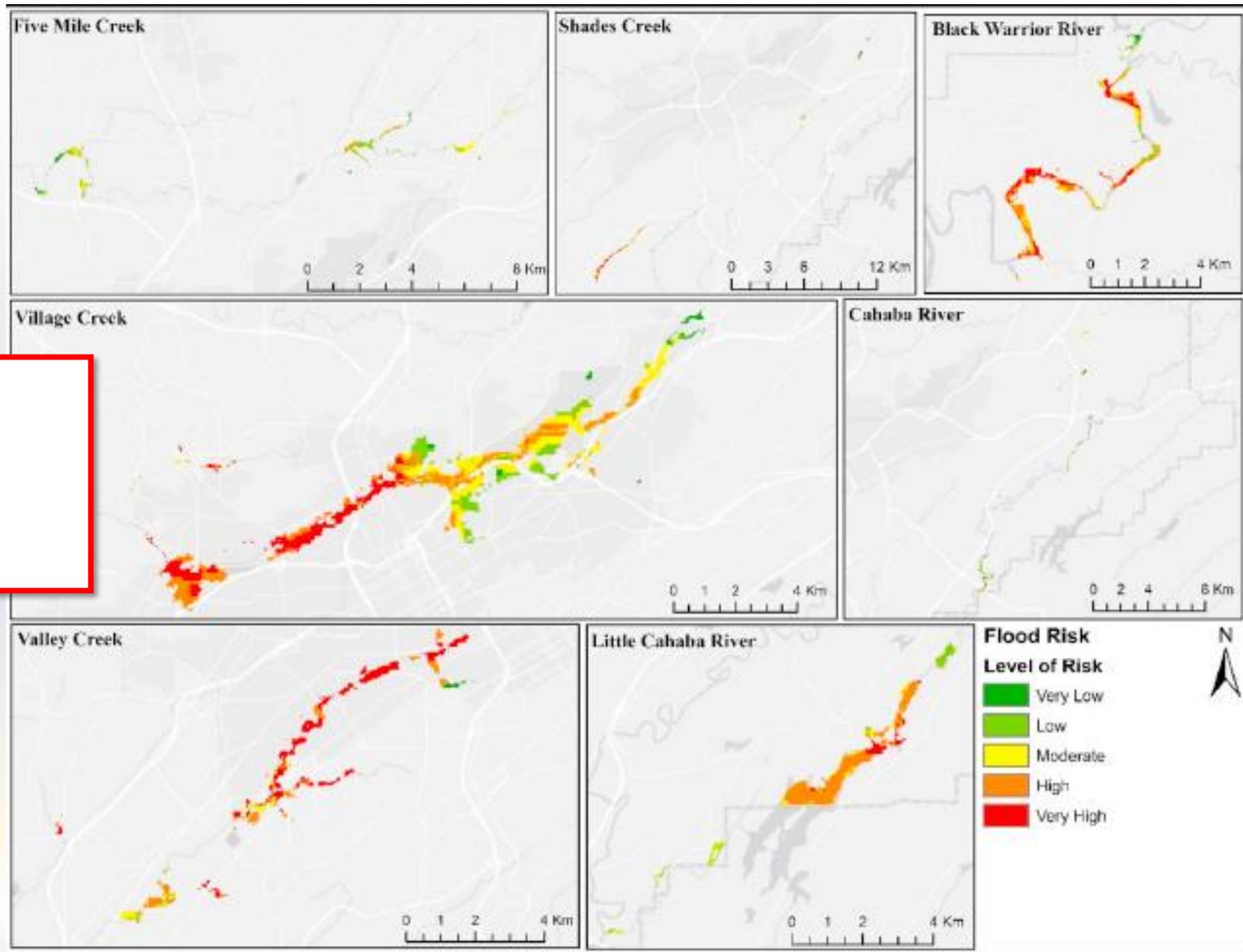
Variáveis pertinentes

As relações P-E



**POR QUE PESSOAL?**

**Evitar análises generalizadas**



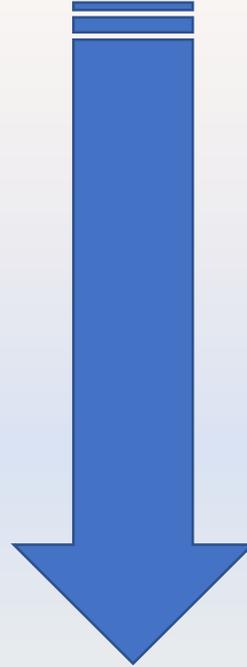
# **O ARTIGO**

**Modeling the Impacts of Urban Flood Risk Management  
on Social Inequality**

# Introdução

**Eventos de inundação em áreas urbanas atingem milhões de pessoas todos os anos provocando mortes e prejuízos materiais ao redor do mundo.**

**Diferentes populações interagem e respondem de diferentes formas aos impactos negativos gerados, principalmente as populações mais pobres.**



**Existência de uma heterogeneidade da exposição para as inundações, mesmo que haja uma distribuição do impacto sobre o espaço e isso interfere na desigualdade social**

**OBJETIVO**

# Objetivo

Compreensão quantitativa do papel da **gestão do risco de inundação urbana** na desigualdade social.

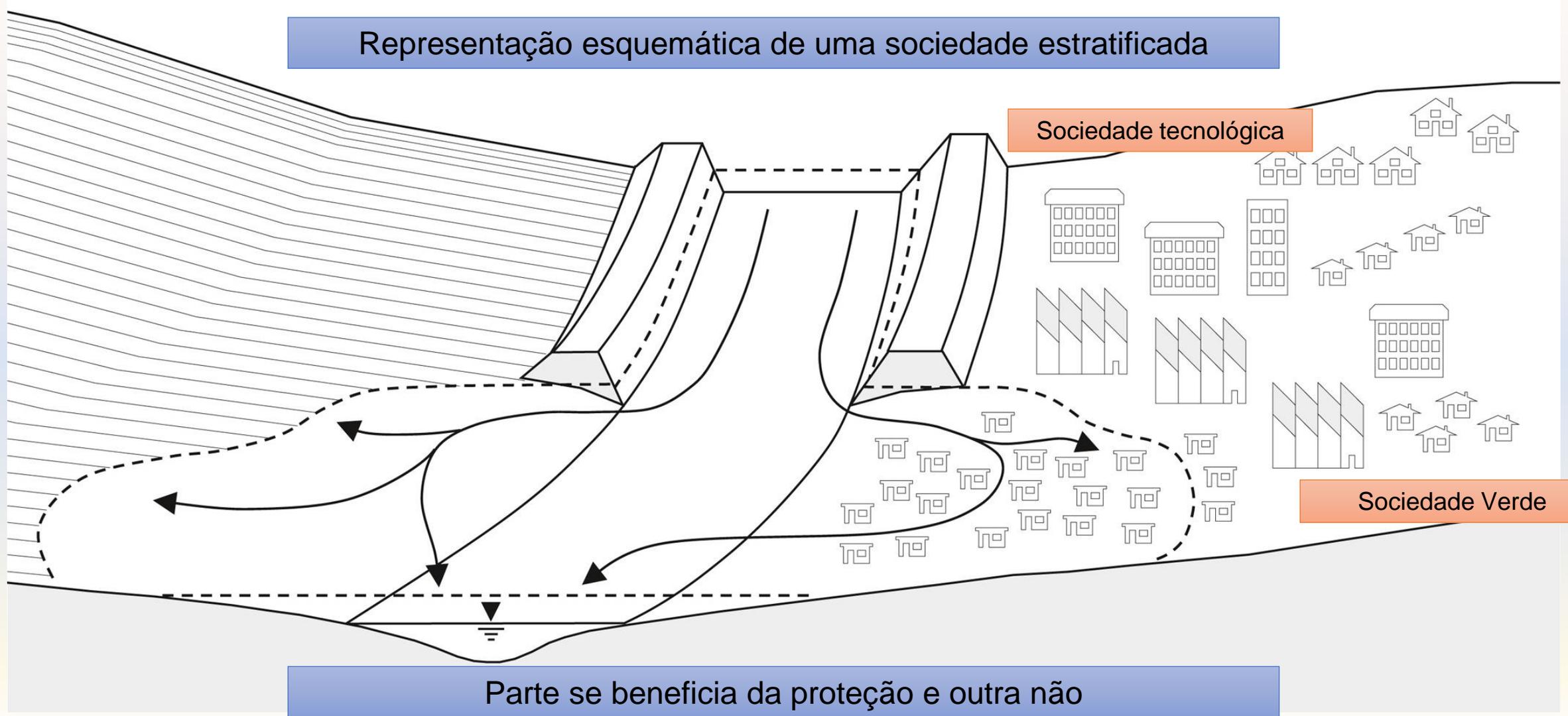
**Implementação de medidas estruturais e não estruturais para reduzir o risco de inundação urbana**

\*cidades em países de rápida urbanização e renda média

# **MODELO CONCEITUAL ADOTADO**

# Modelo conceitual espacializado

Representação esquemática de uma sociedade estratificada



Sociedade tecnológica

Sociedade Verde

Parte se beneficia da proteção e outra não

# Modelo conceitual

## Sociedade estratificada e os assentamentos formais e informais

Diferentes níveis de exposição e vulnerabilidade a um risco de inundação

Diferentes níveis de tolerância ao risco

Interferência na desigualdade social

Diferentes restrições ao gerenciamento de risco de inundação



# Modelo conceitual

Assentamento informais

```
graph TD; A[Assentamento informais] --> B["Presença brutal"]; A --> C["Ausência conveniente"]; B <--> C; B --> D[Desigualdade na gestão de riscos a inundações]; C --> D;
```

“Presença brutal”

“Ausência conveniente”

Desigualdade na gestão de riscos a inundações

# **METODOLOGIA**

# Metodologia (modelagem)

Adaptação de modelo socio-hidrológico matemático

Interações e feedbacks entre os componentes do sistema (P-E) de uma sociedade

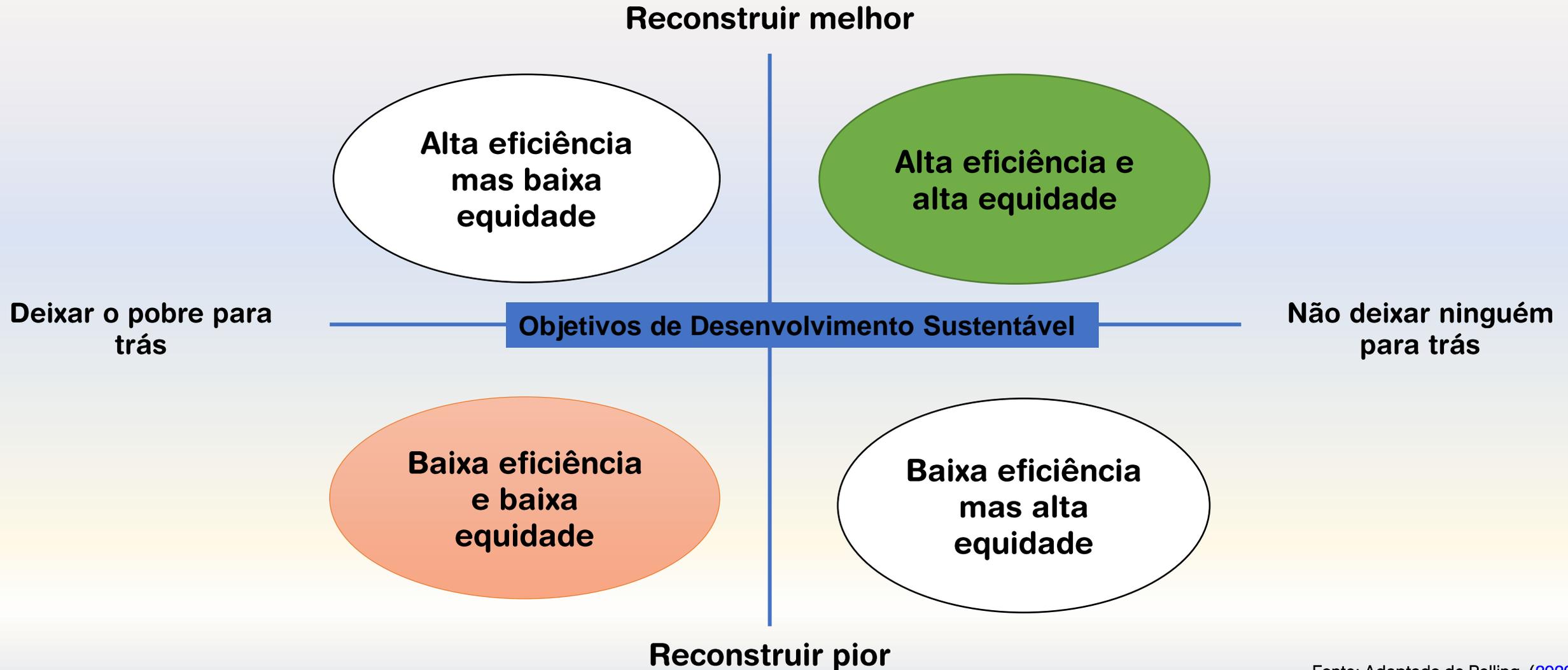
Produtos quantitativos que explicam essas interações

Formas de condução da gestão de riscos a inundação

=

Modelagem apresentando a interferência da diferenciação da gestão de riscos sobre os assentamentos

# Equações baseadas em arquétipos de sistemas que quantificam quatro abordagens (conduções)



# Modelo metodológico

## Interações para modelagem

```
graph TD; A[Interações para modelagem] --> B[Força hidrológica]; A --> C[Sistema humano-inundação acoplado];
```

Força hidrológica

- O número de eventos de inundação coletados

$$P(T \leq t) = 1 - e^{-t}.$$

Sistema humano-inundação acoplado

- Economia
- Política
- Tecnologia
- Comunidade
- Sociedade

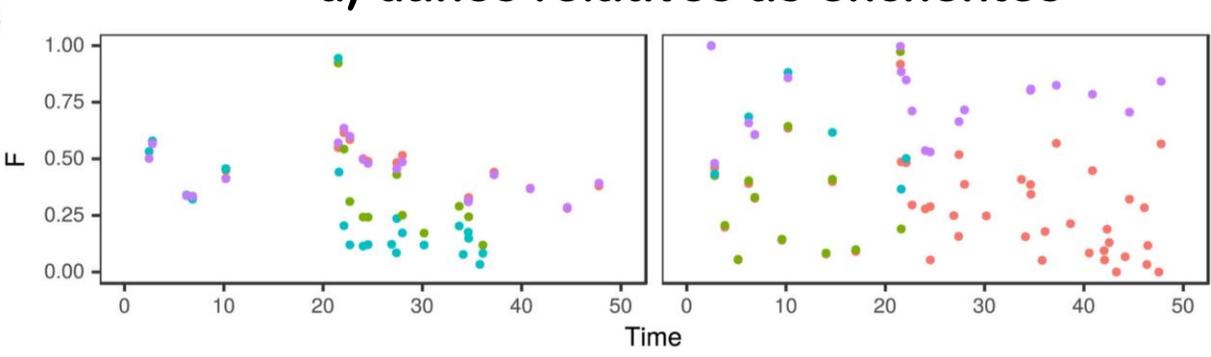
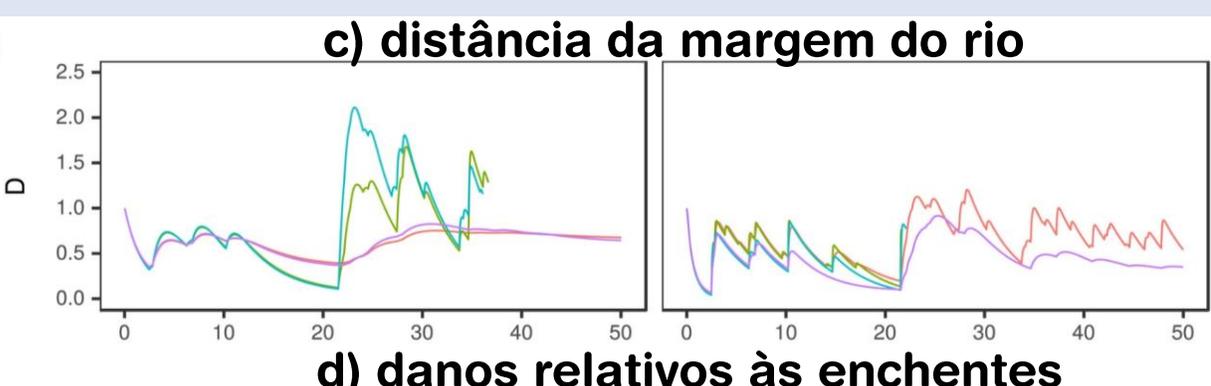
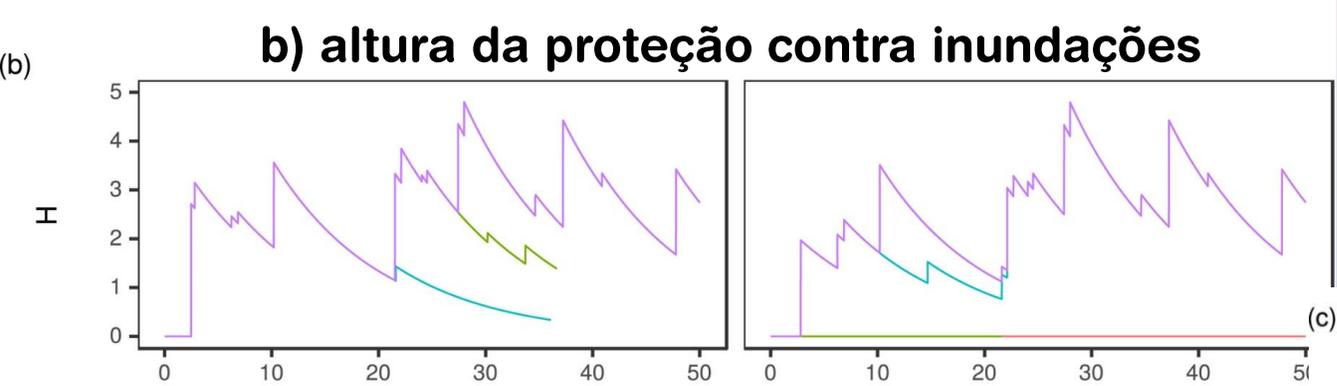
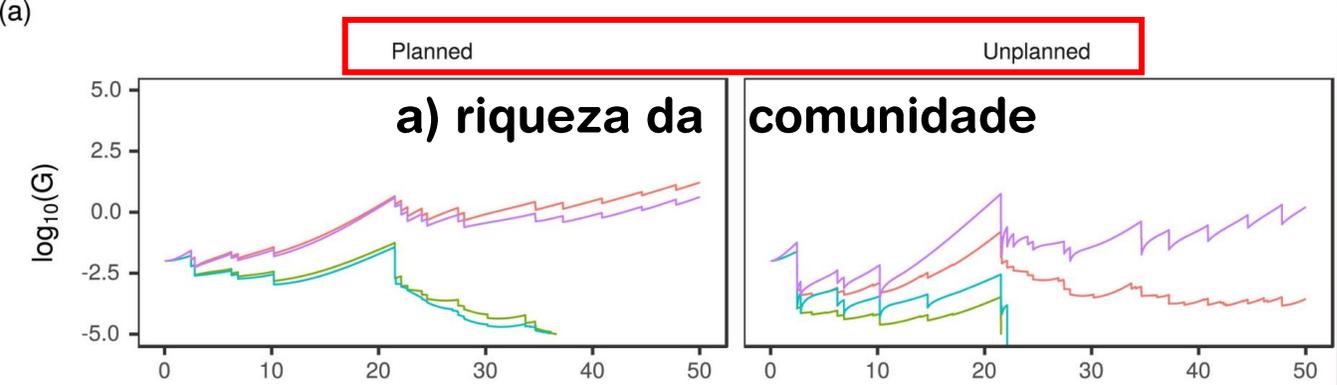
$$\left\{ \begin{array}{l}
 \frac{dG}{dt} = \rho_E (1 - D)G + T - \Delta(Y(t)) (FG + \gamma_E R \sqrt{G}) \\
 \frac{dD}{dt} = \left( M - \frac{D}{\lambda_p} \right) \frac{\phi}{\sqrt{G}} \\
 \frac{dH}{dt} = \Delta(Y(t)) R - \kappa_T H \\
 \frac{dM}{dt} = \Delta(Y(t)) S - \mu_S M \\
 \frac{dM'}{dt} = \Delta(Y(t)) S' - \mu'_S M'
 \end{array} \right. \quad \begin{array}{l}
 \text{Economy} \\
 \text{Politics} \\
 \text{Technology} \\
 \text{Community} \\
 \text{Society}
 \end{array}$$

**Table 2**

*Parameter Values for the Four System Archetypes: (a) High Efficiency, High Equity; (b) High Efficiency, Low Equity; (c) Low Efficiency, High Equity; (d) Low Efficiency, Low Equity*

Description	High efficiency		Low efficiency	
	High equity	Low equity	High equity	Low equity
$\xi_H$ Proportion of additional high water due to flood protection	0.5	0.5	0.5	0.5
$\alpha_H$ Inversely related to the vulnerability of human settlement	10	10/5.2	10	10/5.2
$\rho_E$ Maximum relative growth rate, scaled by rate of flooding	1	1	0.5	0.5
$\gamma_E$ Cost for unit height $R$ and width $\sqrt{G}$ of flood protection infrastructure	0.005	0.005	0.005	0.005
$\lambda_P$ Distance at which people would choose to live bearing in mind previous catastrophic flooding, scaled by the distance of no growth	2/0.666	2/0.666	2/0.666	2/0.666
$\sigma_P$ Rate at which new properties can be built	0.1	0.1	0.1	0.1
$\epsilon_T$ Safety factor for flood protection	1.1	1.1/0	1.1	1.1/0
$\kappa_T$ Rate of decay of flood protection	0.1	0.1	0.1	0.1
$\alpha_S$ Proportion of shock after flooding if protection installed (community)	0.5	0.5	0.5	0.5
$\alpha_S'$ Proportion of shock after flooding if protection installed (society)	0.5	0.5	0.5	0.5
$\mu_S$ Memory loss rate (community)	0.25	0.25	0.25	0.25
$\mu_S'$ Memory loss rate (society)	10	10	2	2
$\tau$ Level of wealth redistribution	0.5	0	0.5	0

# **ALGUNS RESULTADOS**



# **CONCLUSÕES E APONTAMENTOS**

# Conclusões

**Os danos relativos experimentados pelo assentamento informal são maiores devido à sua maior vulnerabilidade**

**Com isso...**

**Os eventos de enchentes causam o aumento da desigualdade em todos os casos, devido à disparidade na vulnerabilidade e exposição ao risco**

**PARA ISSO...**

# Conclusões

**Os formuladores de políticas devem concentrar na redução da vulnerabilidade dos assentamentos informais existentes**

**Porém...**

**Muitos projetos de modernização adotam medidas genéricas que não consideram adequadamente as características específicas dos assentamentos, logo as medidas se tornam obsoletas**

# Apontamentos

**Mesmo sendo uma modelagem, os resultados apenas matemáticos (software R)...**

- Falta de algum tipo de mapeamento resultante para a representatividade do fenômeno de forma espacializada;
- O tamanho do assentamentos que estão sendo representados;
- A escala e qual o nível de dimensão do fenômeno que está sendo reproduzido;
- Pensamento conceitual sobre uma sociedade heterogênea mas o modelo conceitual considera uma sociedade homogênea.

# Apontamentos

Porém, para o objetivo pessoal....

**Contribuiu apresentando uma base de pensamento teórico e prático para se pensar as interações entre sistemas humanos e naturais (inundações)**

**Sócio-hidrologia**

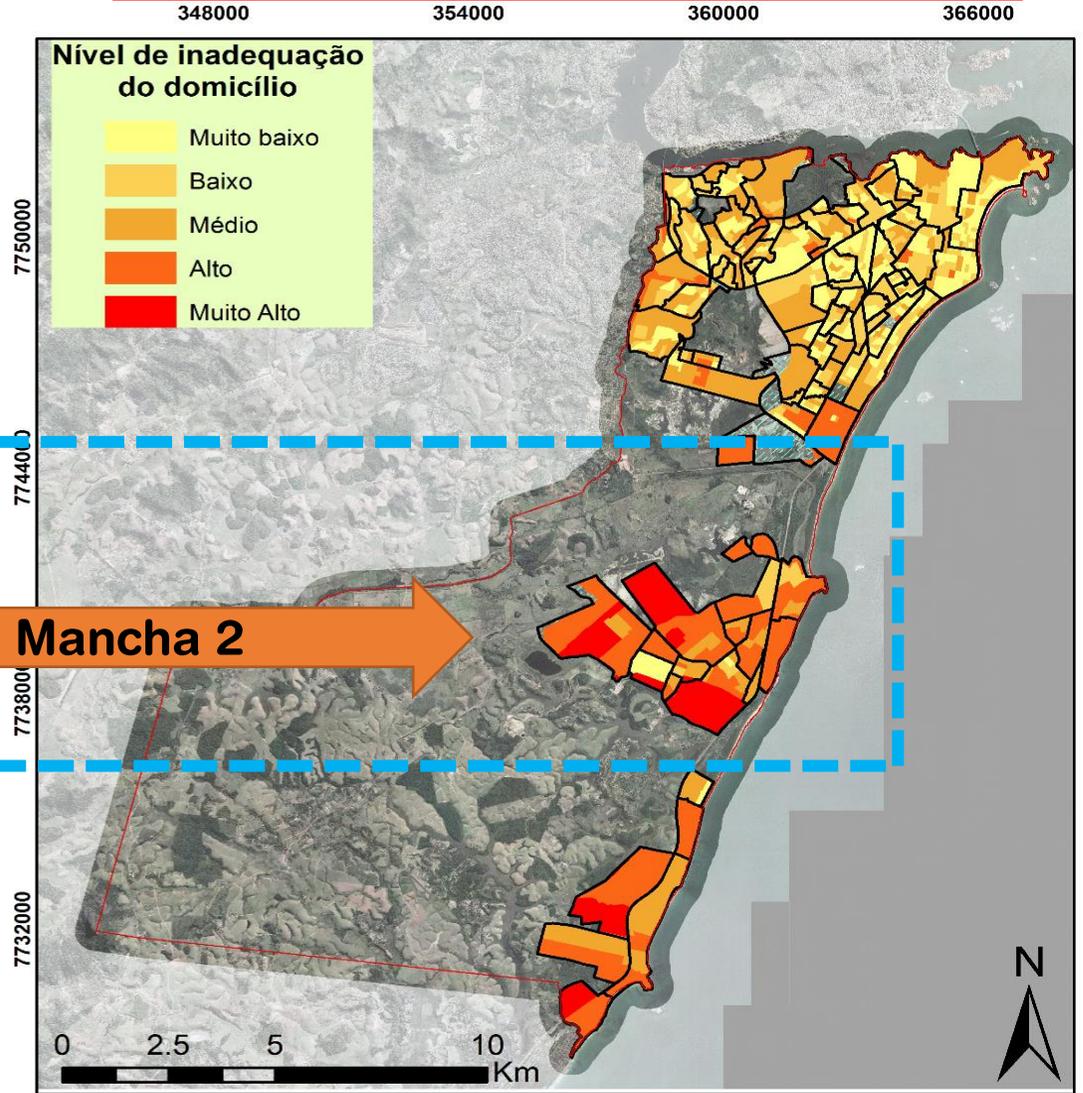
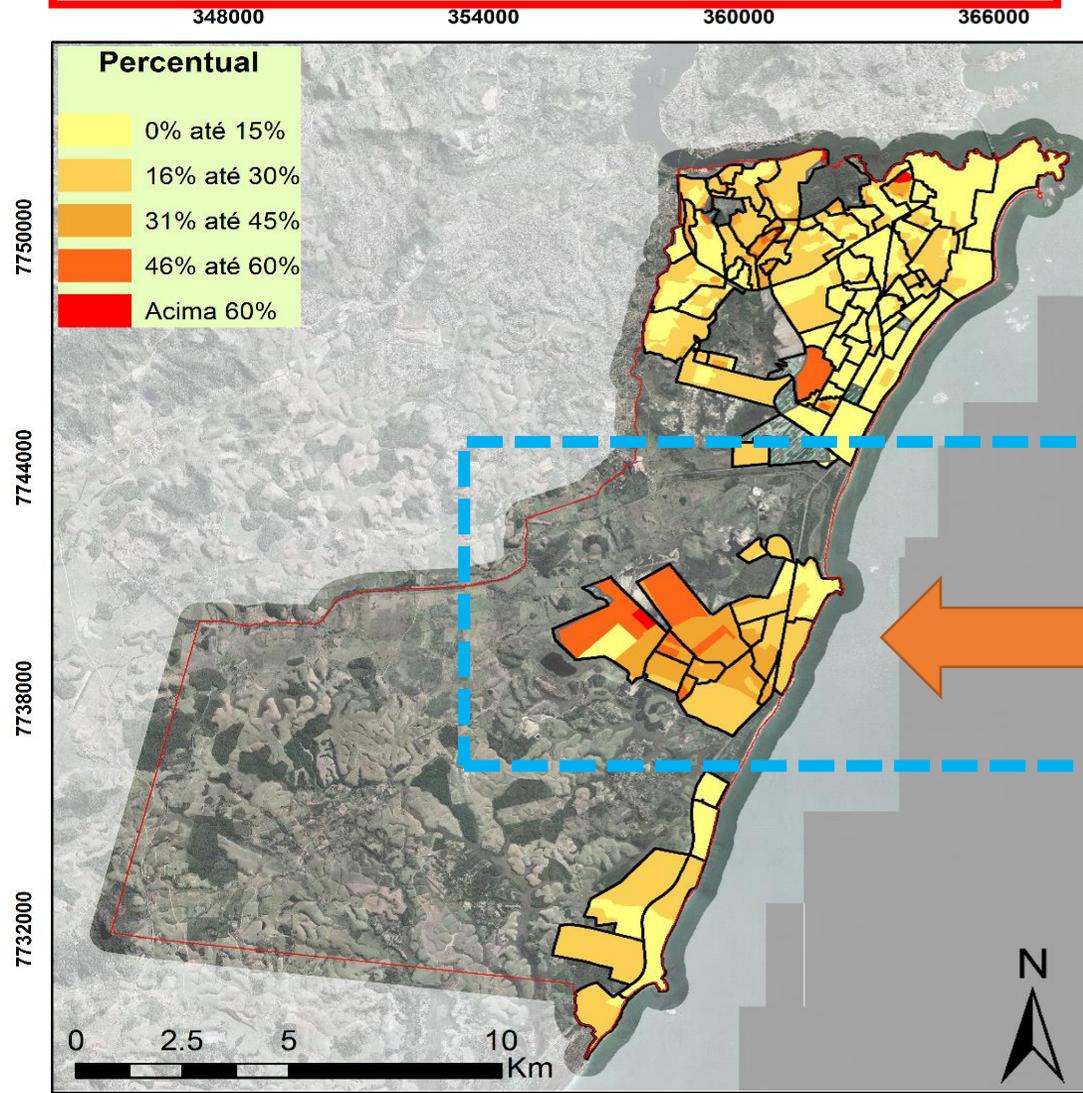


**OBRIGADO!**

**O QUE JÁ FOI IDEALIZADO  
POR MIM...**

Percentual de domicílios por setor censitário com renda per capita abaixo de 1/2 salário mínimo para a mancha urbana de Vila Velha - ES

Quintil para o índice de privação por setor censitário para moradias inadequadas para a mancha urbana de Vila Velha - ES



← Mancha 2 →

Organização e Processamento  
Allan Lima - 16/05/2021

Projeção UTM  
Datum Horizontal  
Sirgas 2000 - Zona 24 S

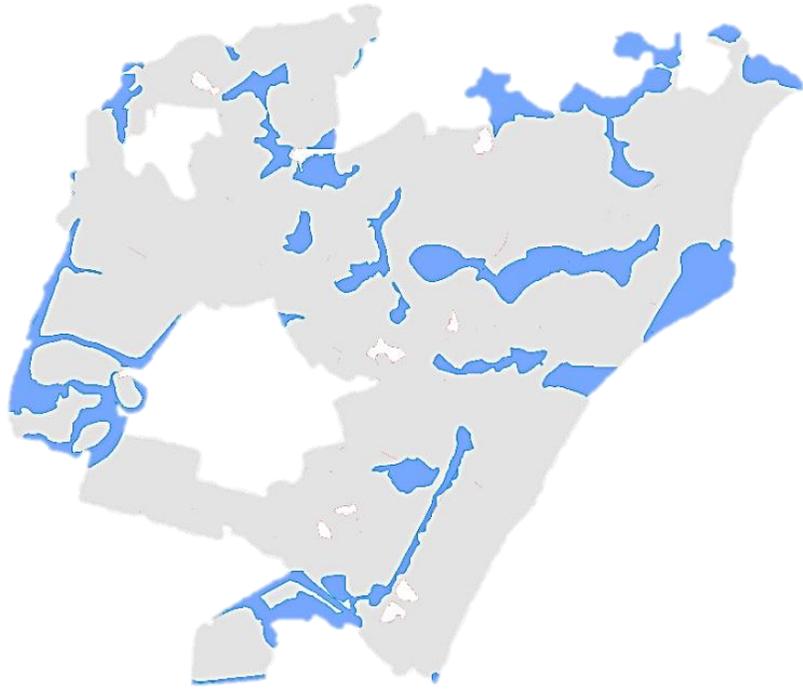
Base de Dados:  
Prefeitura de Vila Velha (2020)  
Instituto Jones dos Santos Neves - IJSN (2012)  
Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos - IEMA (2007)  
Índice Brasileiro de Privação (2020)  
Intituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2010)

**Limites**

-  Limite Municipal
-  Bairros
-  Setores sem dados

# Mapeamento de suscetibilidade a inundações

Mancha 1



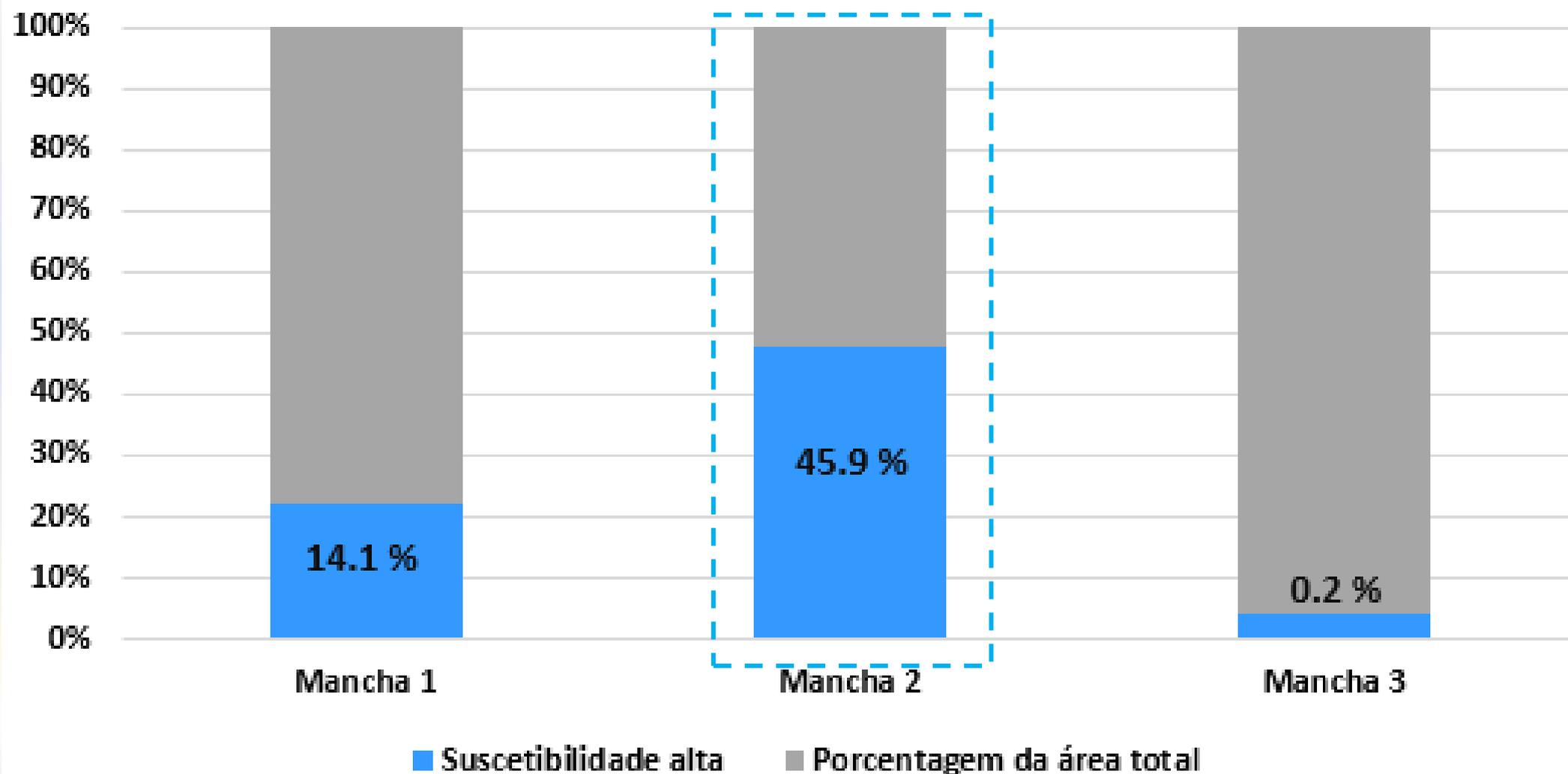
Mancha 2



Mancha 3



## Porcentagem da área da mancha urbana a suscetibilidade alta para ocorrência a inundação

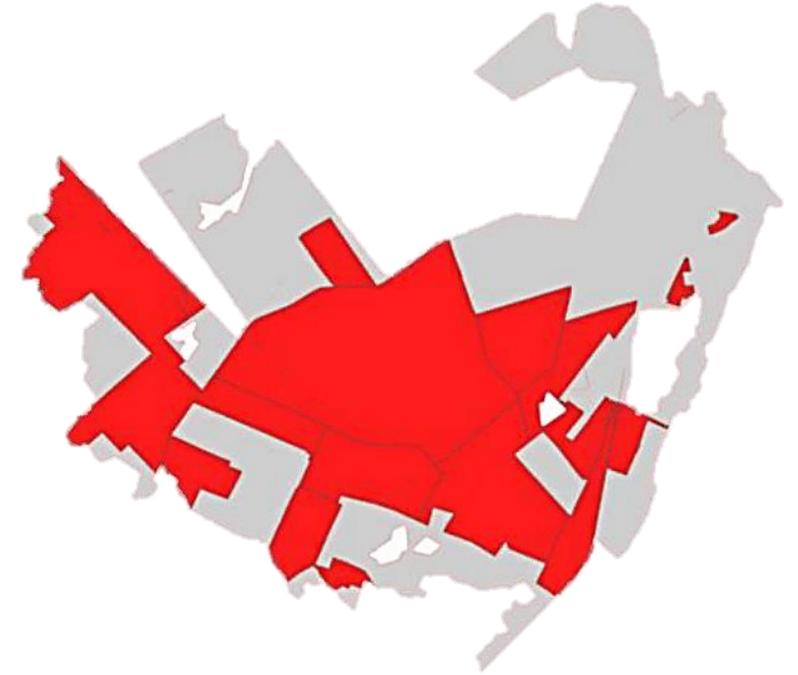


# Mapeamento de aglomerados subnormais

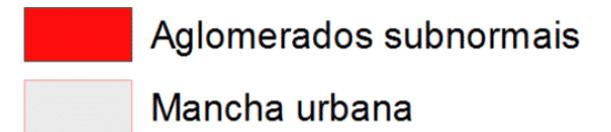
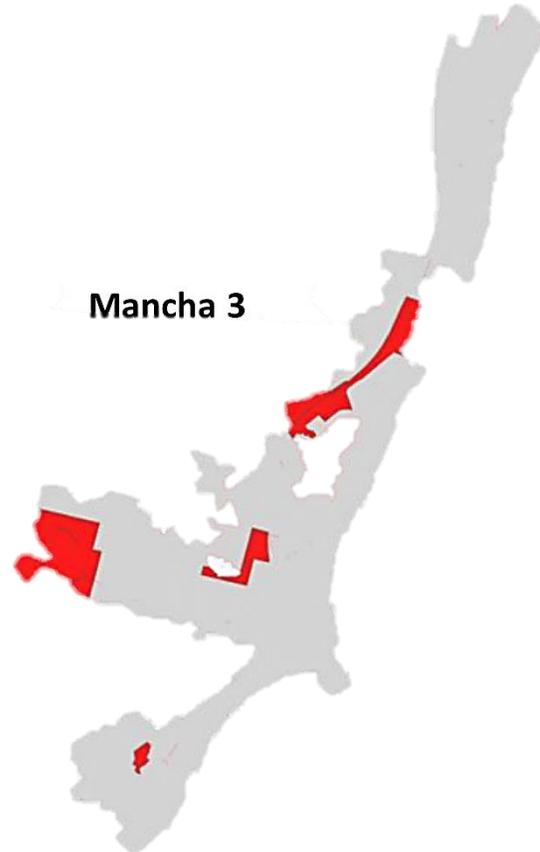
Mancha 1



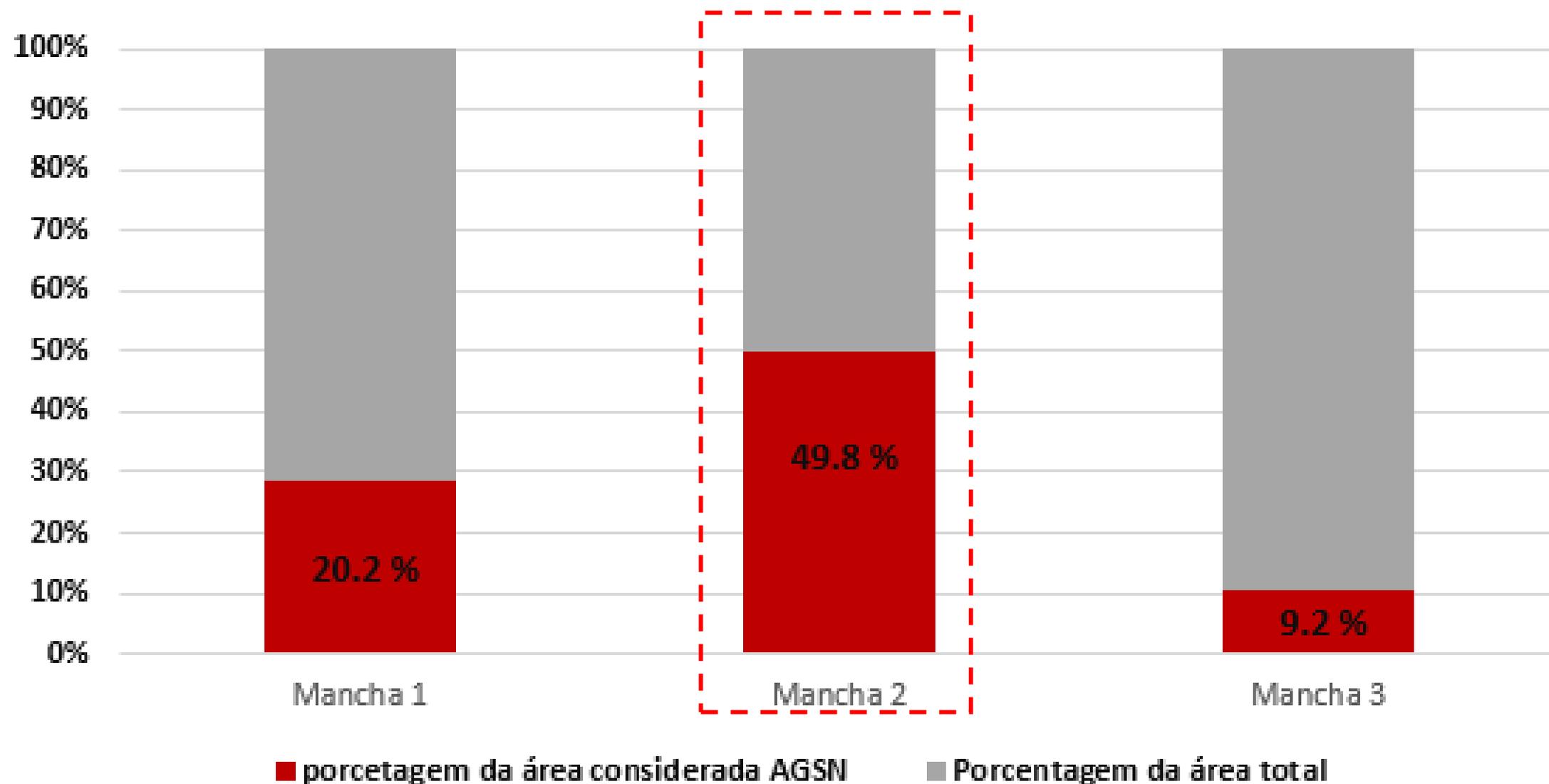
Mancha 2



Mancha 3



## Porcentagem da área da mancha urbana que é caracterizada como Aglomerado Subnormal





**OBRIGADO!**