Mudanças Climáticas e cidades: extremos, desastres naturais e risco climático

Jose A. Marengo
CEMADEN, SP
jose.marengo@cemaden.gov.br

Workshop: As mudanças climáticas e as cidades brasileiras – riscos e medidas de respostas
22 de junho, Sao Paulo, SP

Ranking de megacidades

Os aglomerados metropolitanos com mais de 10 milhões de habitantes já são 21.

POSIÇÃO	MEGACIDADE	PAÍS	POPULAÇÃO (em milhões)
1	Tóquio	Japão	36,67
2	Delhi	Índia	22,16
3	São Paulo	Brasil	20,26
4	Mumbai (Bombaim)	Índia	20,04
5	Cidade do México	México	19,46
6	Nova York	Estados Unidos	19,43
7	Xangai	China	16,58
8	Calcutá	Índia	15,55
9	Daca	Bangladesh	14,65
10	Karachi	Paquistão	13,12
11	Buenos Aires	Argentina	13,07
12	Los Angeles	Estados Unidos	12,76
13	Beijing	China	12,39
14	Rio de Janeiro	Brasil	11,95
15	Manila	Filipinas	11,63
16	Osaka	Japão	11,34
17	Cairo	Egito	11,00
18	Lagos	Nigéria	10,58
19	Moscou	Rússia	10,55
20	Istambul	Turquia	10,52
21	Paris	França	10,49

Fonte: ONU, Departamento de Assuntos Sociais e Econômicos, World Urbanization Prospects – The 2009 Revision

Segundo o IBGE (2013), existem no Brasil 5.570 municípios, a maioria deles com menos de 100 mil habitantes. Porém, nesse universo, existem os grandes centros urbanos cujas populações passam de 1 milhão de habitantes. Abaixo, segue uma lista das maiores cidades do Brasil, ou seja, as mais populosas:

1 - São Paulo (São Paulo) - 11.244.369 de habitantes
2 - Rio de Janeiro (Rio de Janeiro) - 6.323.037 de habitantes
3 - Salvador (Bahia) - 2.676.606 de habitantes
4 - Brasília (Distrito Federal) - 2.562.963 de habitantes
5 - Fortaleza (Ceará) - 2.447.409 de habitantes
6 - Belo Horizonte (Minas Gerais) - 2.375.444 de habitantes
7 - Manaus (Amazonas) - 1.802.525 de habitantes
8 - Curitiba (Paraná) - 1.746.896 de habitantes
9 - Recife (Pernambuco) - 1.536.934 de habitantes
10 - Porto Alegre (Rio Grande do Sul) - 1.409.939 de habitantes

Mudanças Climáticas :

- **Enchentes, deslizamentos de terra, enxurradas (Precipitação intensa)**
- **Elevação do nivelo do mar**
- **Tempestades**
- **Ondas de calor**
- **Secas**

Source:
OESP

Rio de Janeiro

São Paulo

Cidades e clima

Embora as duas cidades tenham favelas, a capital fluminense tem uma situação mais frágil, uma vez que mais de um milhão de pessoas vive em habitações precárias localizadas em baixadas – áreas sujeitas a inundações. Mas São Paulo deverá sofrer mais enchentes no verão.

Como área costeira, a Região Metropolitana do Rio de Janeiro é particularmente vulnerável a elevação do nível do mar e a ocorrência de eventos extremos, como ventos intensos, ondas de tempestade, chuvas torrenciais e períodos de seca mais prolongados, além de problemas de saúde na população. Combinados, eles podem produzir efeitos devastadores, com impactos sociais, econômicos, de infraestrutura e ecológicos.

O que pode e deve ser feito:

•Um desenvolvimento desordenado tem afetado processo de urbanização em cidades como SP, associados a um crescimento populacional desbalanceado, espaços fragmentados, degradação ambiental, mudanças climáticas, segregação social, falta de infra-estrutura, e deficientes de serviços sociais e de saúde.

•O crescimento urbano não somente causa mudanças nos clima regional, mas também pode afetar os extremos climáticos, como as enchentes, tempestades, chuvas intensas, ondas de calor, elevação do nível do mar, secas e deslizamentos de terra, que podem passar a ser mais freqüentes.

•Decisões sobre desenvolvimento urbano em megacidades precisam considerar conhecimento científico e tecnológico. Aqueles que tomam as decisões devem ter a capacidade de aproveitar tecnologias e adaptar elas para a região, assim como identificar ferramentas efetivas de gerenciamento e avaliar e aproveitar aquelas práticas que podem funcionar em cidades como SP.

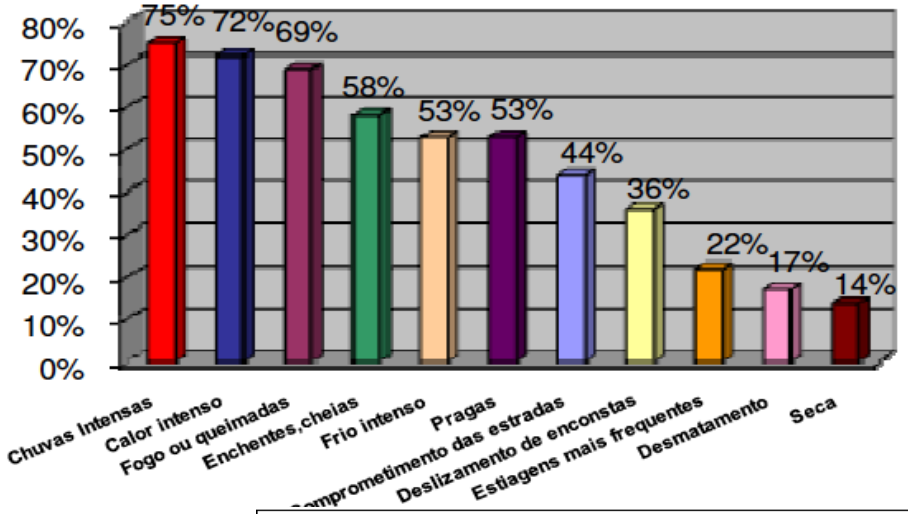
MUDANÇAS CLIMÁTICAS E POBREZA

2011

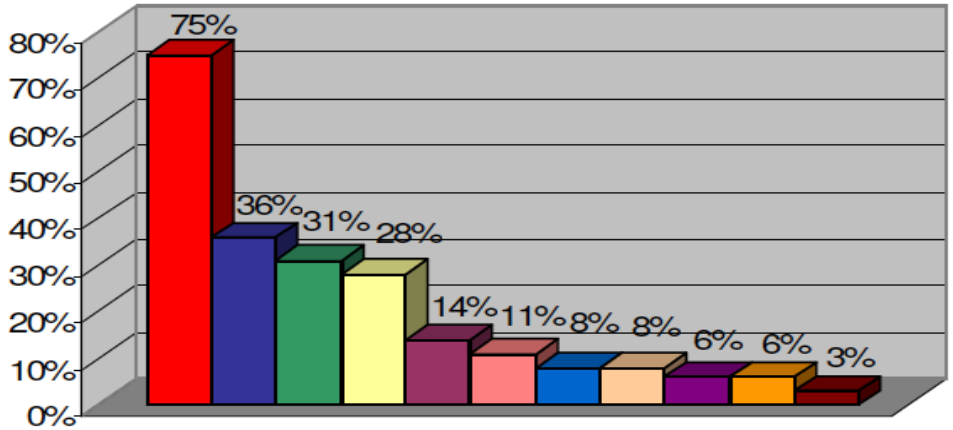
Coordenação: COEP
Parceiros: CERESAN-UFRRJ / IPEA / IVIG-COPPE-UFRJ
Iniciativa: Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas
Apoio: CNPq, OXFAM e Assessoria Gabinete Presidência República

Relatório final da pesquisa "Mudanças climáticas, desigualdades sociais e populações vulneráveis no Brasil: construindo capacidades - subprojeto populações

Quais os eventos que ocorrem na comunidade ou região?

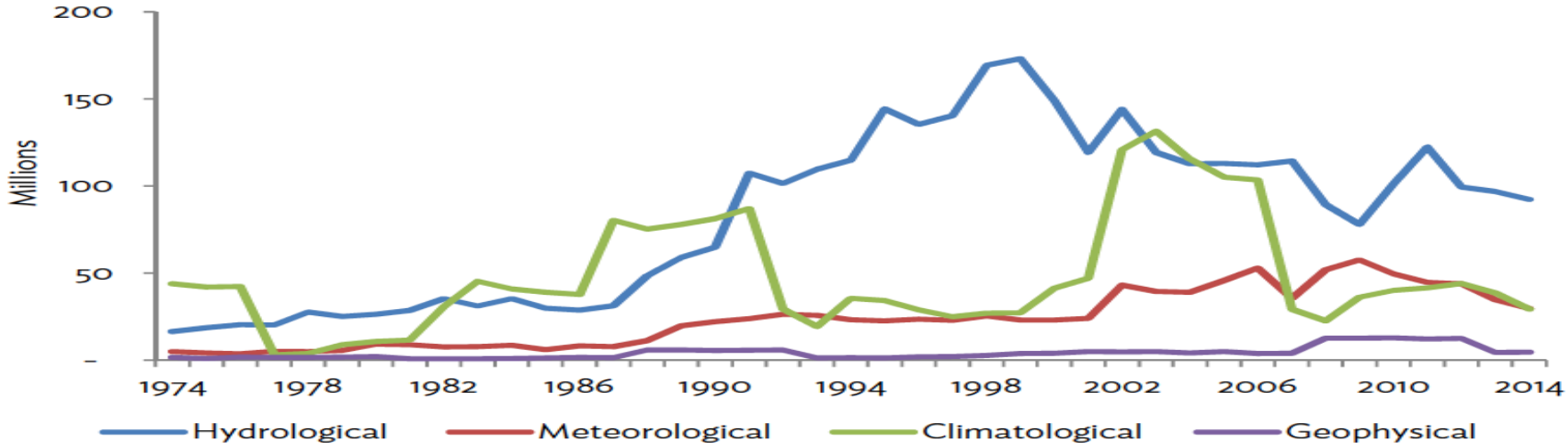


Quais as alterações/eventos do clima de maior impacto para o bem estar da comunidade?



- Alterações no volume e período das chuvas
- Calor Intenso
- Frio Intenso
- Ventos Fortes
- Outros
- Enchentes e cheias
- Poluição
- Mudança no clima
- Desmatamento e queimadas
- Estiagem e seca
- Não respondeu

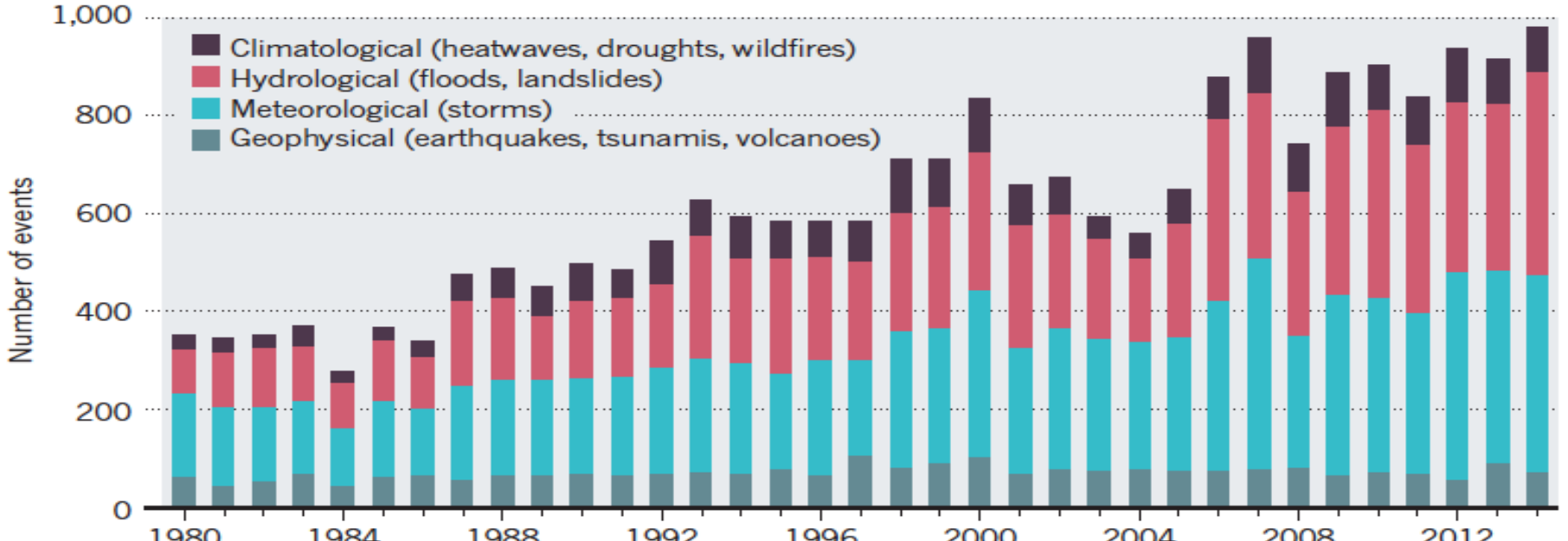
Figure 2. People Affected by Natural Disasters: Global Trends (1970–2014)



Source: EM-DAT Database. The number of people affected is based on a 5-year moving average.

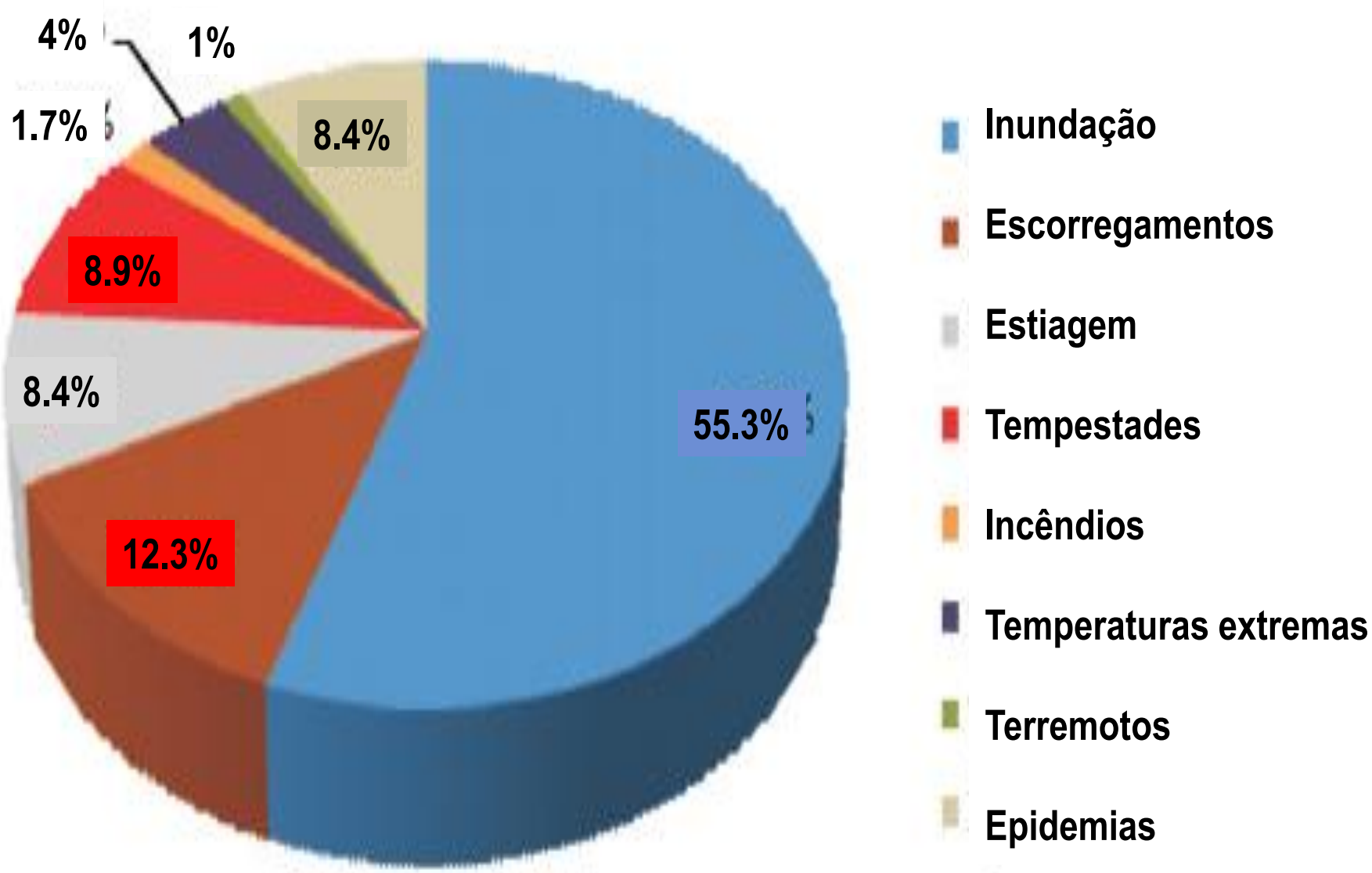
CATASTROPHIC RISE

The number of disasters caused by natural events has more than doubled since 1980.



SOURCE: MUNICHRE/NATCATSERVICE

Desastres naturais no Brasil



Young et al 2015-UFRJ

Gráfico 2 — Incidência de desastres por tipo

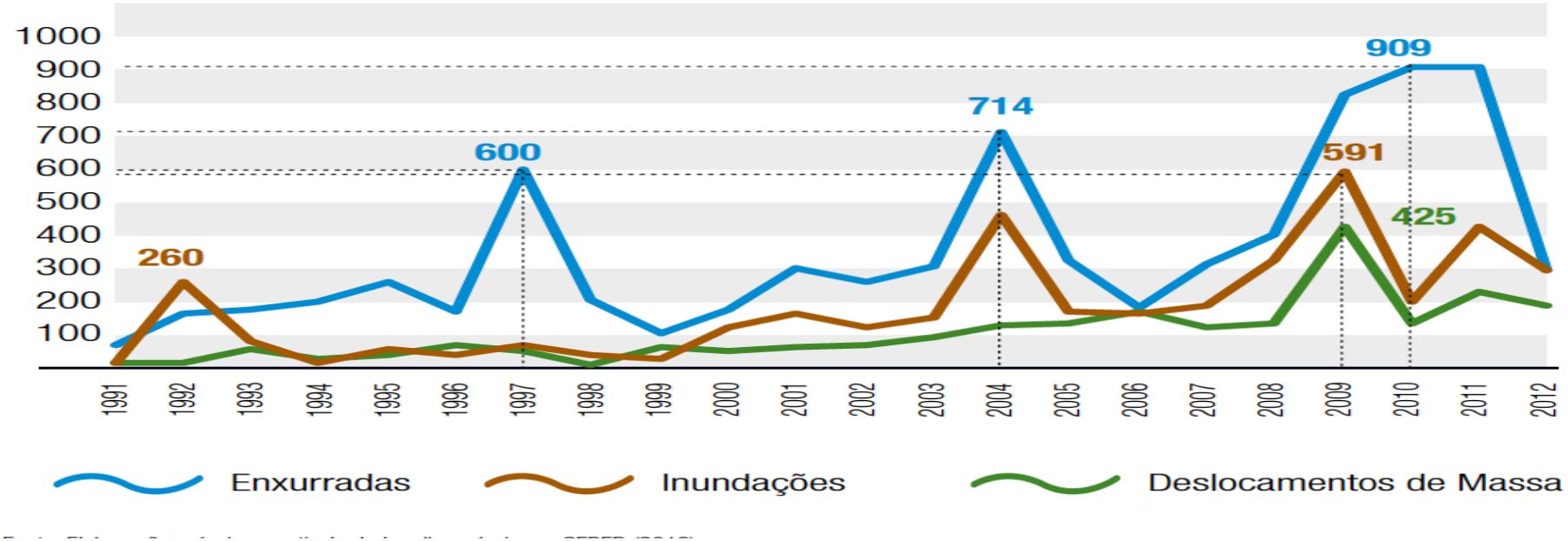


Tabela 3 — Número de ocorrências por região e por período

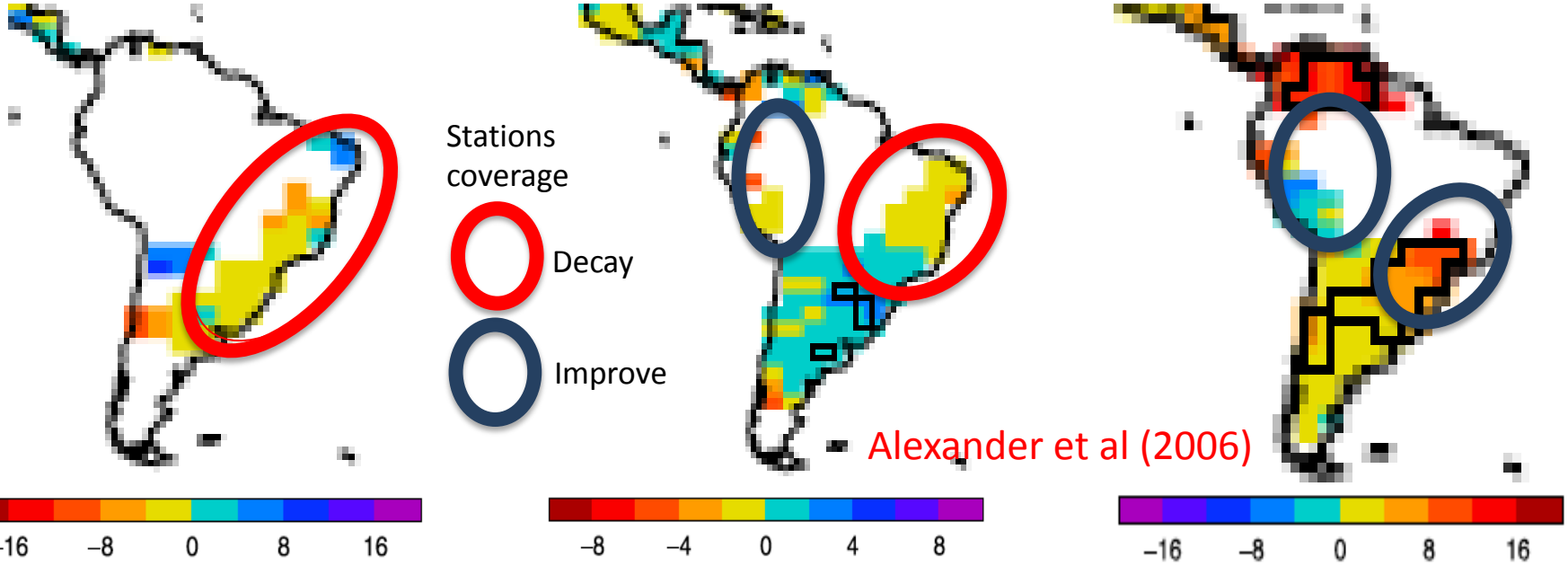
Região	1991-2001	2002-2012	TOTAL
Região Sul	1.806	2.455	4.261
Região Norte	288	794	1.082
Região Sudeste	693	3.910	4.603
Região Centro-Oeste	168	516	684
Região Nordeste	601	2.391	2.992
Brasil	3.556	10.066	13.622

Fonte: Elaboração própria a partir de dados disponíveis em CEPED (2013)

Consecutive dry days 1951-2003

Heavy precip days 1951-2003

Warm nights 1951-2003

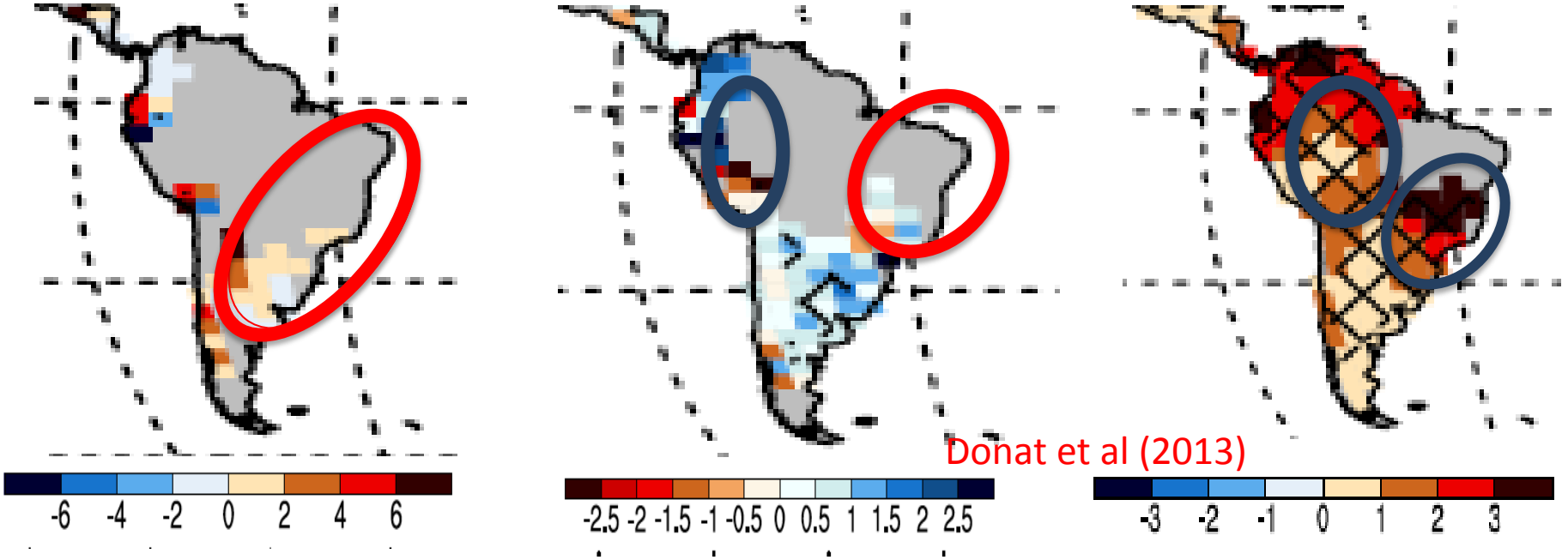


Alexander et al (2006)

Consecutive dry days 1951-2010

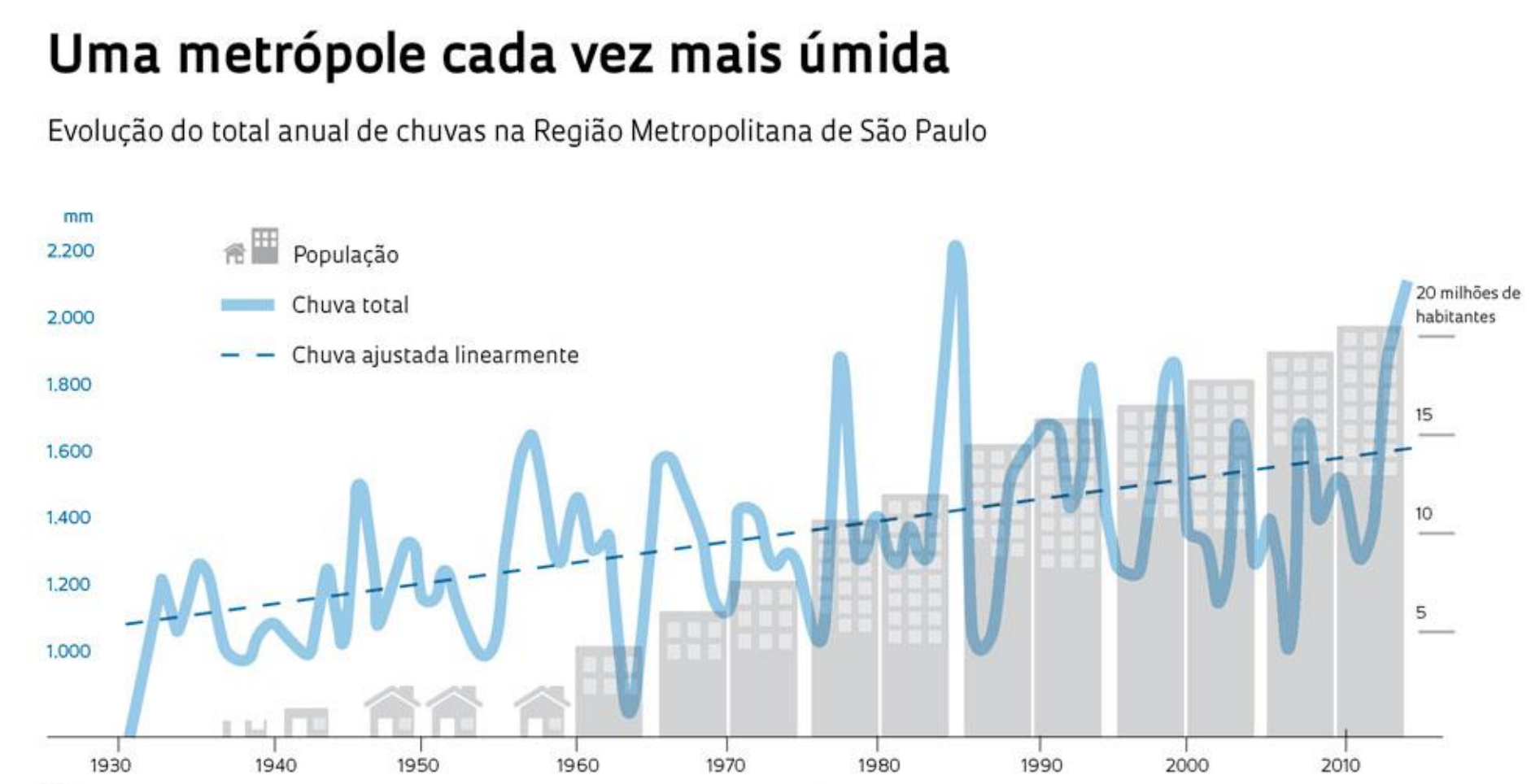
Heavy precip days 1951-2010

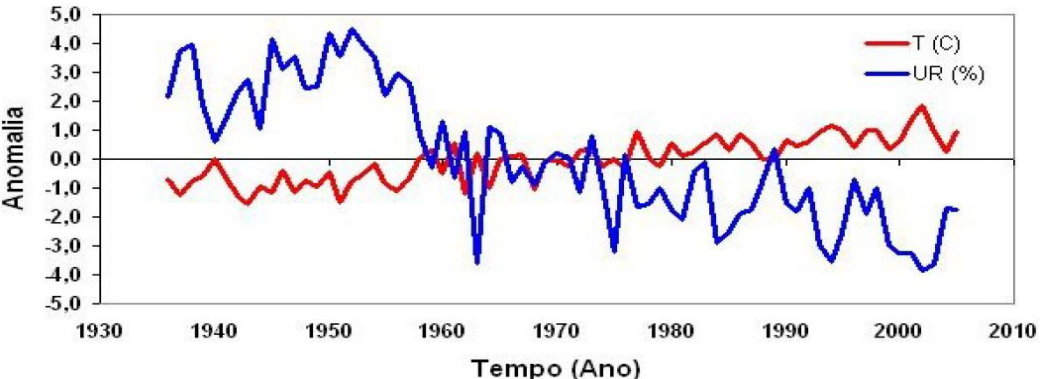
Warm nights 1951-2010



Donat et al (2013)

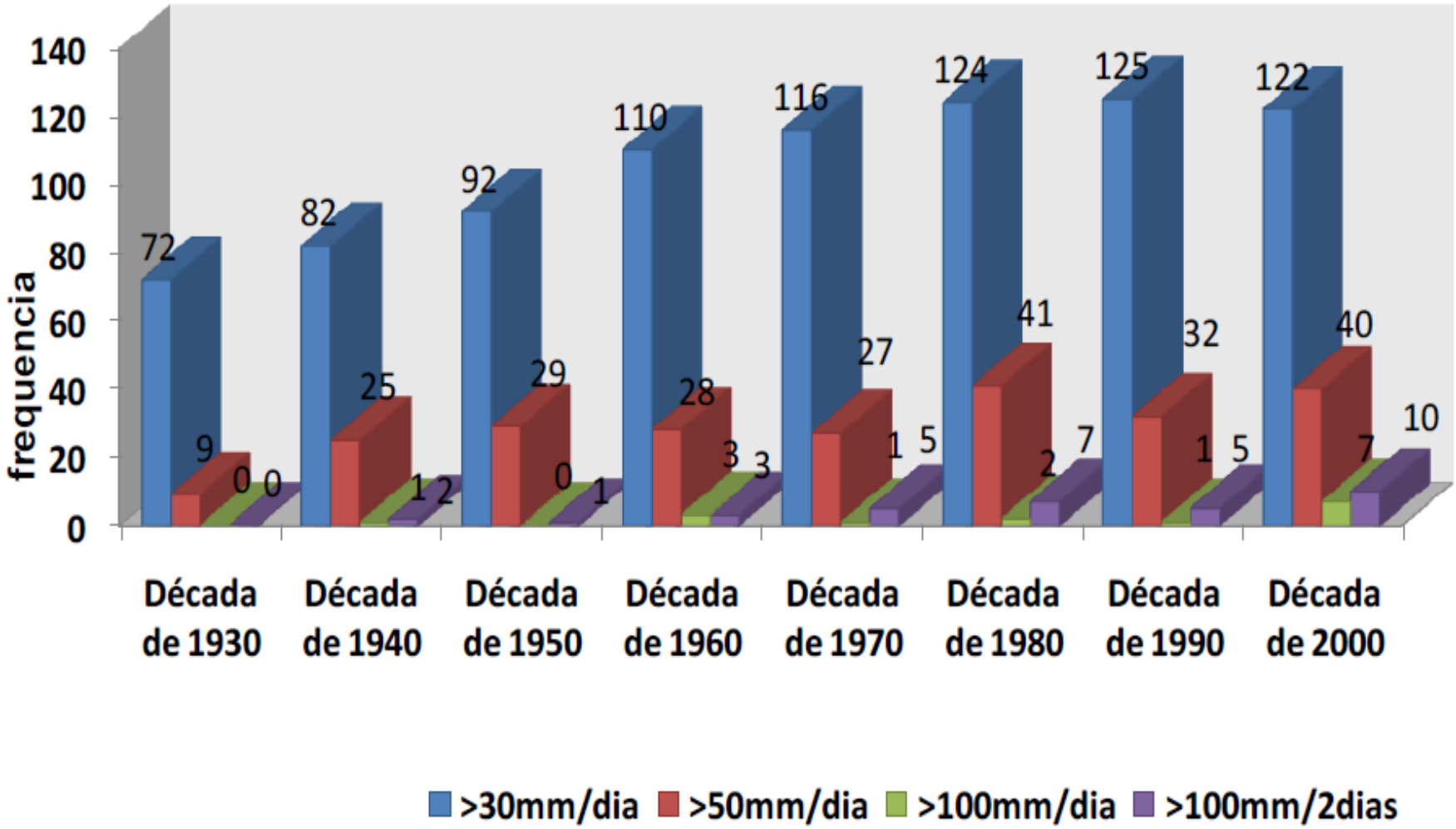
Aumentos osbervados na chuva de SP





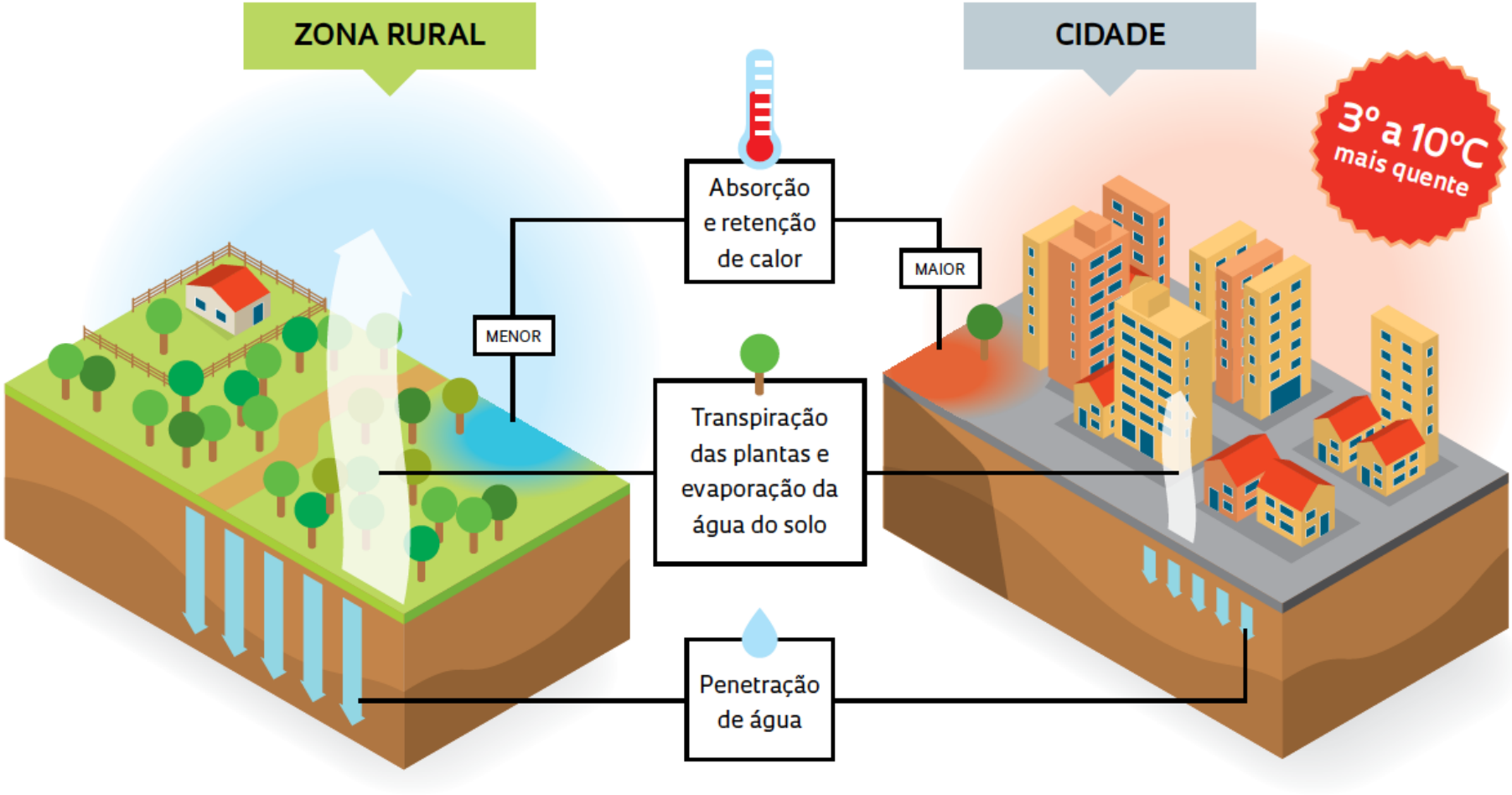
Fonte: M. Silva Dias, IAHG-USP

Trends in rainfall extremes in the city of São Paulo 1930-2010. Days with rainfall above 30, 50, and 100 mm and 100 mm/2 days,



Nobre et al (2011) Mudancas de clima e megacidades-SP

Por que ocorre o efeito ilha urbana de calor



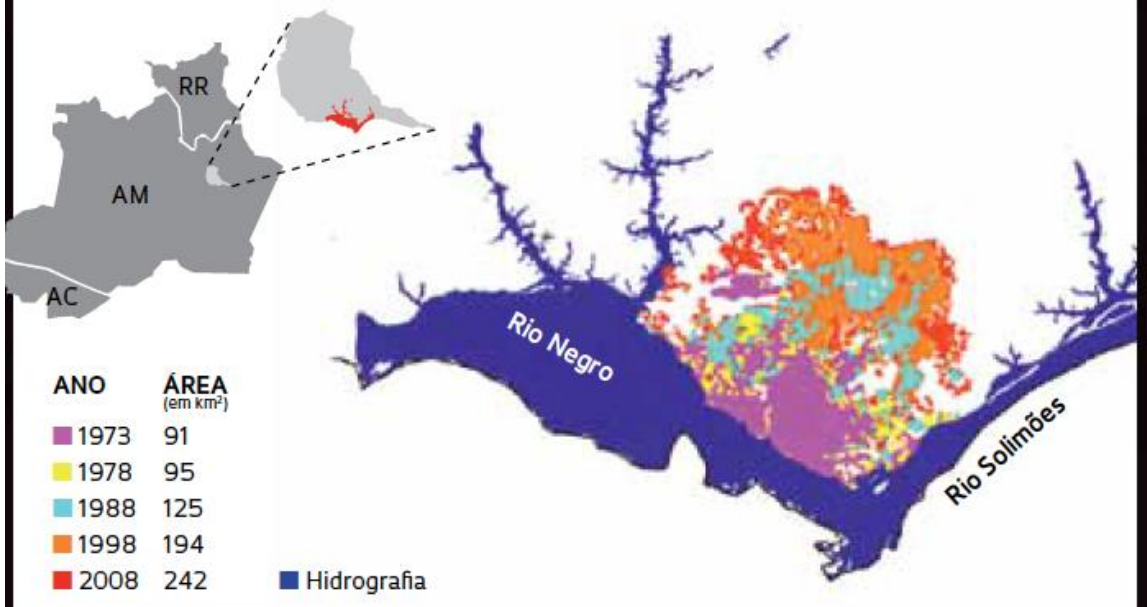
Ilha de calor

Ilha de calor (ou ICU, ilha de calor urbana) é a designação dada à distribuição espacial e temporal do campo de temperatura sobre a cidade que apresenta um máximo, definindo uma distribuição de isotermas que faz lembrar as curvas de nível da topografia de uma ilha, dai a origem do nome ilha de calor.

Há um contraste térmico entre a area mais urbanizada e menos urbanizada ou periférica, que inclusive pode ser area agrícola.

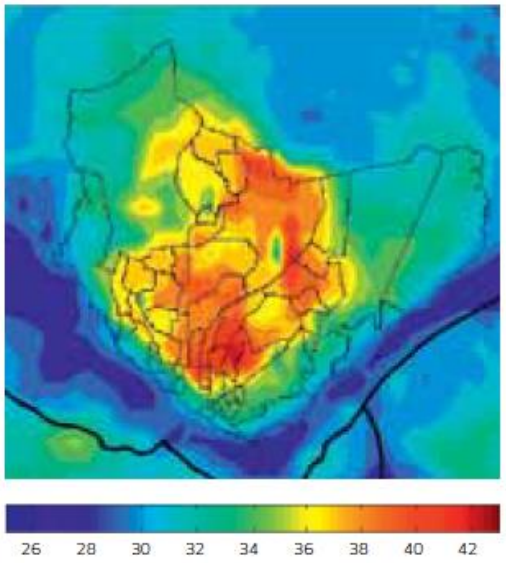
A origem das ilhas de calor decorre da simples presença de edificações e das alterações da paisagem feitas pelo homem nas cidades

Crescimento da área urbana de Manaus

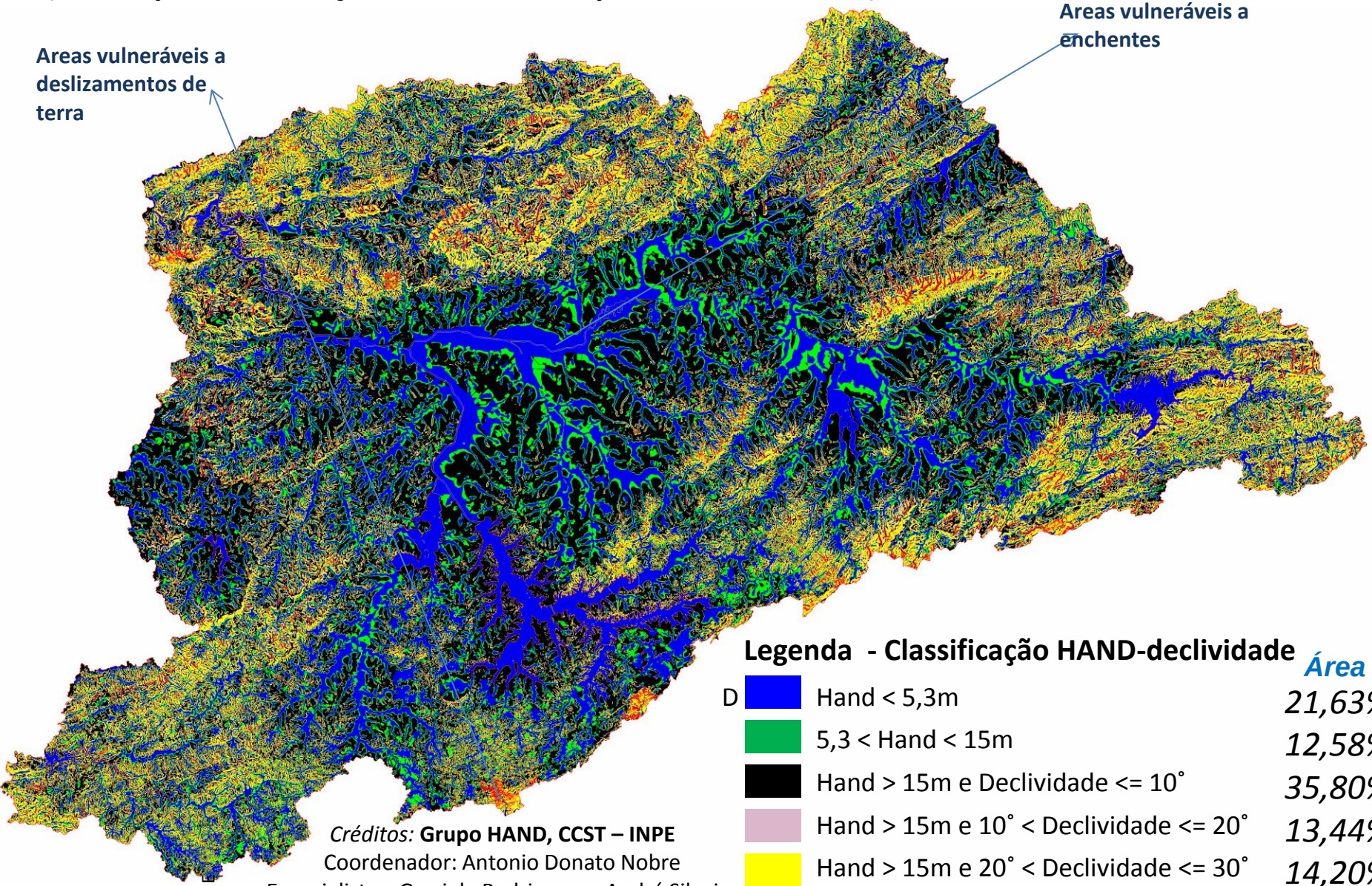


Temperatura média da superfície

(ago./set. - 2009)



Região Metropolitana de SP – Mapeamento das áreas de risco (HAND para inundação e declividade para deslizamento)



Créditos: **Grupo HAND, CCST – INPE**

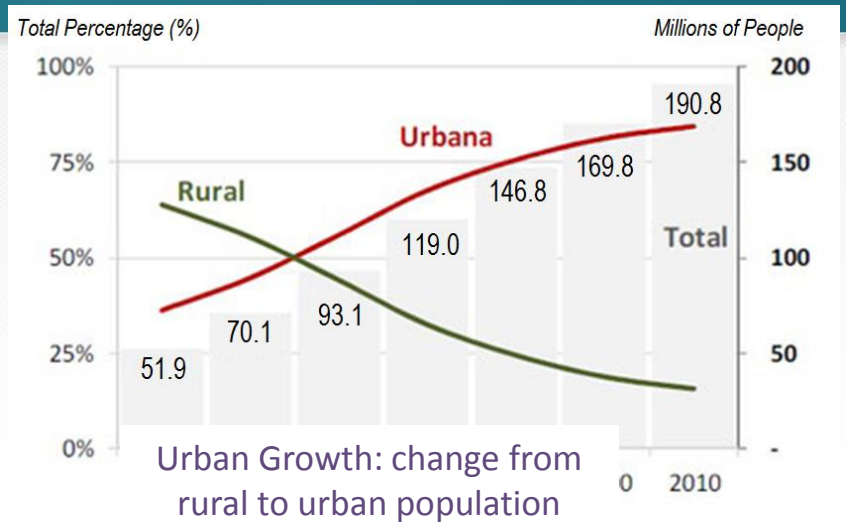
Coordenador: Antonio Donato Nobre

Especialistas: Grasiela Rodrigues e André Silveira

Mapa produzido pelo modelo de ambientes HAND (Nobre et al, 2010) com base num MDT fornecido por Andrea Young do NEPO/UNICAMP e produzido pelo Centro de Estudos da Metrópole que obteve as curvas de nível da Emplasa com base nos dados do IBGE.

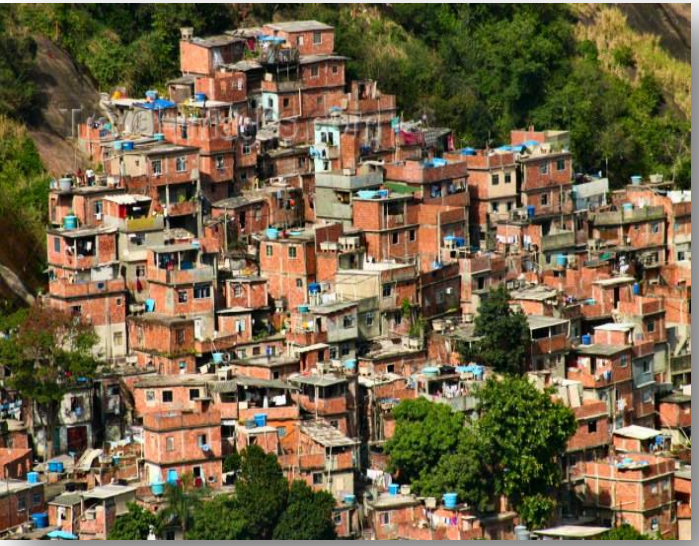
MDT com resolução horizontal de 30 m e vertical de 5 m

Recent Disasters
Risk Reduction Policies in Brazil



Urban Growth: change from rural to urban population

Source: IBGE, 2010



Natural disaster of 11-12 January 2011 in the mountains west of Rio: over 900 fatalities, 350 disappearances and thousands left homeless. A catalyst for DRR policies focused on prevention→ Creation of CEMADEN

Over 5 million people, mostly poor and vulnerable, living in areas of high disaster risk in Brazilian cities

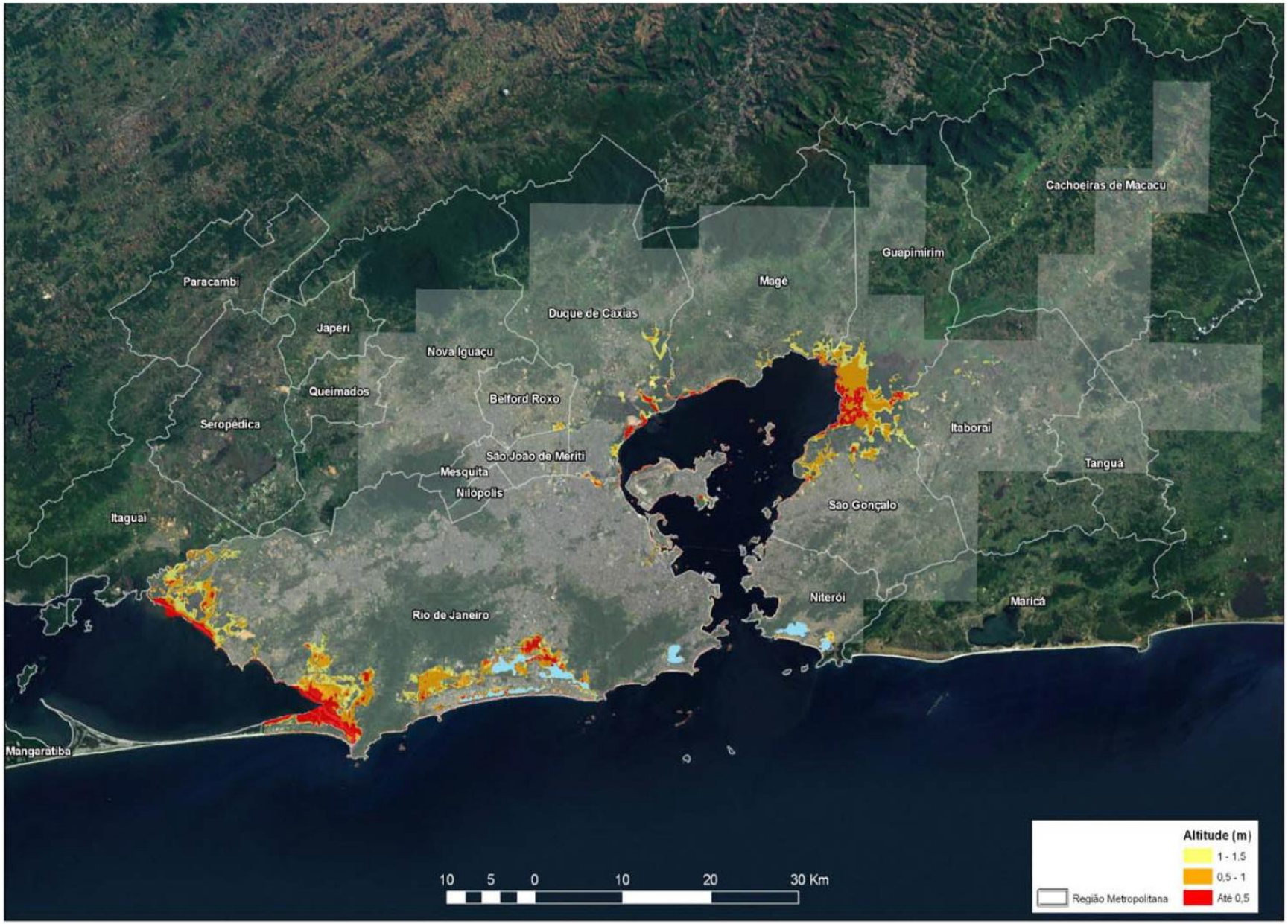


Figura 2: Áreas vulneráveis a redefinição da linha de costa pela elevação do nível médio do mar

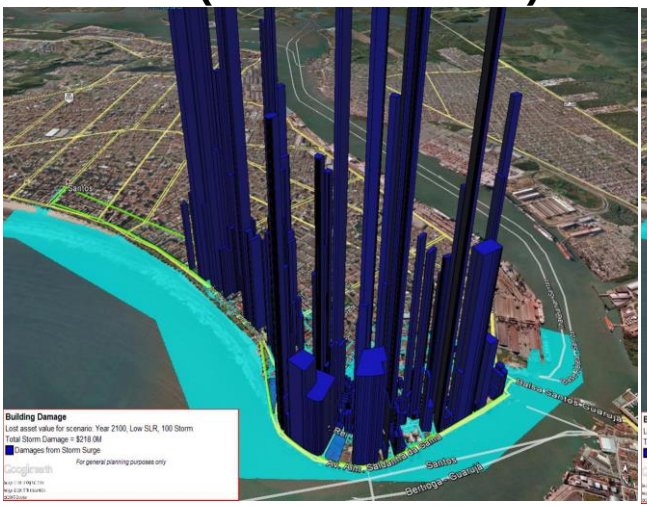
SLR scenarios-No action: SE Zone

2100 (0.36 m + 1.66 m)

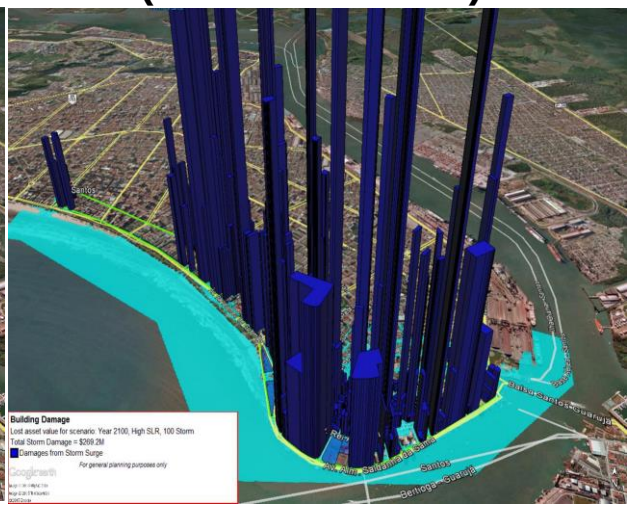
2100 (0.45 m + 1.66 m)

2100 (IPCC: 1.0 m + 1.66 m)

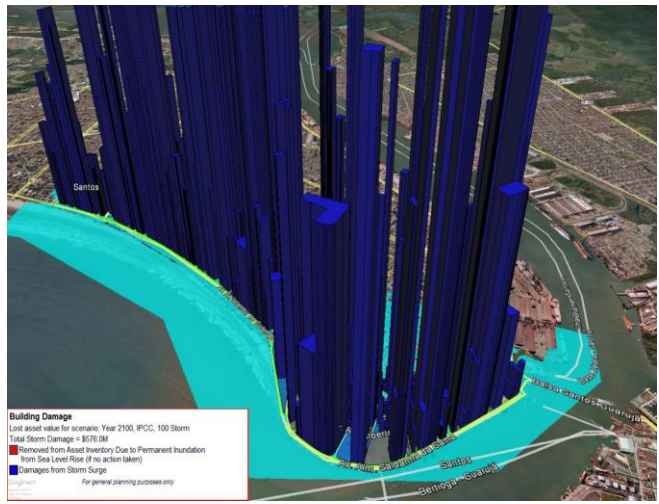
2100 (0.36 m + 1.66 m)



2100 (0.45 m + 1.66 m)



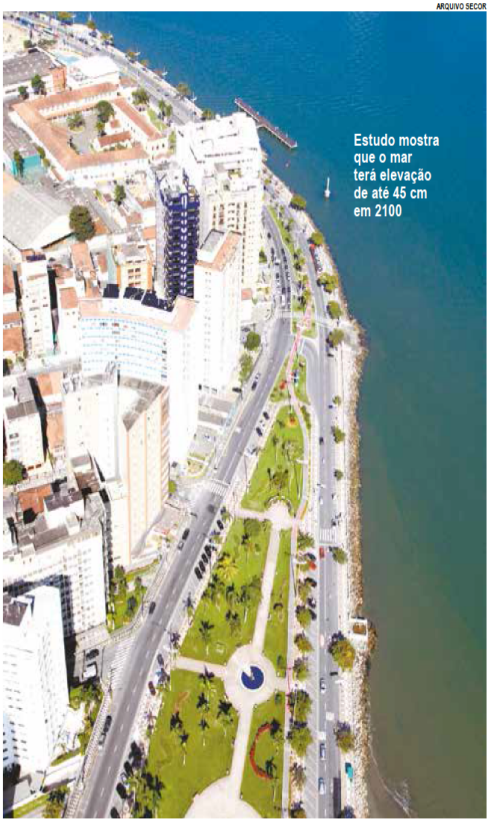
2100 (IPCC: 1.0 m + 1.66 m)



Comissão vai elaborar plano para enfrentar elevação do mar

Documento analisará cenários, impactos, áreas estratégicas e planejará programas e ações necessários

ARQUIVO SECOR



No prazo de um ano, Santos contará com plano para enfrentar as alterações climáticas como a elevação do nível do mar. O documento será elaborado pela Comissão Municipal de Adaptação à Mudança do Clima.

O grupo será coordenado pelo secretário de Desenvolvimento Urbano (Sedurb), Nelson Gonçalves, com representantes titulares e suplentes do Gabinete do Prefeito, da própria Sedurb e das pastas de Comunicação e Resultados (Secor), Meio Ambiente (Semam), Serviços Públicos (Seserp), Infraestrutura e Edificações (Siedi), Assuntos Portuários e Marítimos (Seport), Segurança (Seseg), Desenvolvimento Econômico e Inovação (Sedes) e da Fundação Parque Tecnológico de Santos (FPTS).

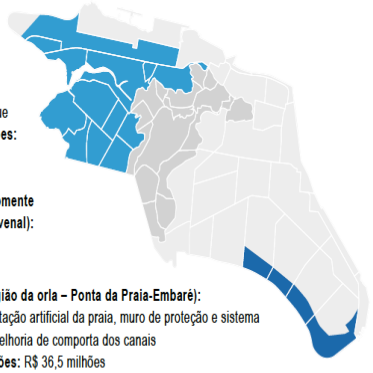
INTEGRANTES

Os integrantes da comissão serão indicados pelas secretarias e órgãos e, em seguida, nomeados pelo prefeito Paulo Alexandre Barbosa.

O documento, que deverá estar em consonância com o Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima (PNA) e o Plano Diretor de Desenvolvimento e Expansão Urbana de Santos, avaliará cenários, impactos, áreas estratégicas, além de planejar programas e ações, entre outras atribuições.

Medidas previstas

ZONA NOROESTE: dragagem, sistema de comportas e estações de bombeamento e recuperação de mangue
Custo das intervenções: R$ 201,9 milhões
Prejuízo estimado se nada for feito (somente com imóveis/valor venal): R$ 236,4 milhões



ZONA SUDESTE (região da orla – Ponta da Praia-Embaré): engordamento/alimentação artificial da praia, muro de proteção e sistema de bombeamento e melhoria de comporta dos canais
Custo das intervenções: R$ 36,5 milhões
Prejuízo estimado se nada for feito (somente com imóveis/valor venal): R$ 1 bilhão

Medidas de adaptação precisarão de investimento de R$ 238 milhões

A Cidade precisa investir R$ 238 milhões em medidas de adaptação para enfrentar a elevação do do mar – que deverá ser de até 45 cm em 2100. Os dados foram apresentados e debatidos ontem na Associação Comercial, no segundo workshop do Projeto Metrópole, pesquisa internacional que Santos participa e que busca soluções contra as consequências das alterações climáticas.

As medidas foram sugeridas em encontro realizado em 30 de setembro, com representantes de vários setores da sociedade, e calculadas pelos cientistas por meio da plataforma Coast (Ferramenta para Adaptação Litorânea da Elevação do Nível do Mar, em inglês).

AUXÍLIO

"A Prefeitura sempre esteve junto com a gente. É impossível fazer este projeto sem este auxílio, porque precisamos de dados para alimentar a plataforma", explicou a professora doutora Lucí Hidalgo Nunes, do Instituto de Geociências da Unicamp.

Para o pesquisador e coordenador do projeto, José Antonio Marengo Orsin, do Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais, o resultado da iniciativa, que terminará em setembro de 2016, irá auxiliar a Cidade na elaboração do seu plano de adaptação às mudanças climáticas. "Queremos deixar um legado para Santos enfrentar a elevação do nível do mar".

Impacts of METROPOLE: In January 2016, and considering the results of METROPOLE project, the Municipality of Santos created the *Plano Municipal de Adaptacao a Mudanca de Clima* (Municipal Plan for Adaptation to Climate Change).

In this plan the City of Santos is preparing to cope with SLR and changes in weather extremes, access to information, territorial occupation planning, resilient housing, mobility, transportation and port operation, protection and adaptation for vulnerable population and also to define vulnerable strategic areas for intervention in terms of flood protection for areas that are currently exposed to storm and flood damage. The plan includes also monitoring and environmental education and also creates an

Munich Re 2015

The five largest natural catastrophes in 2014

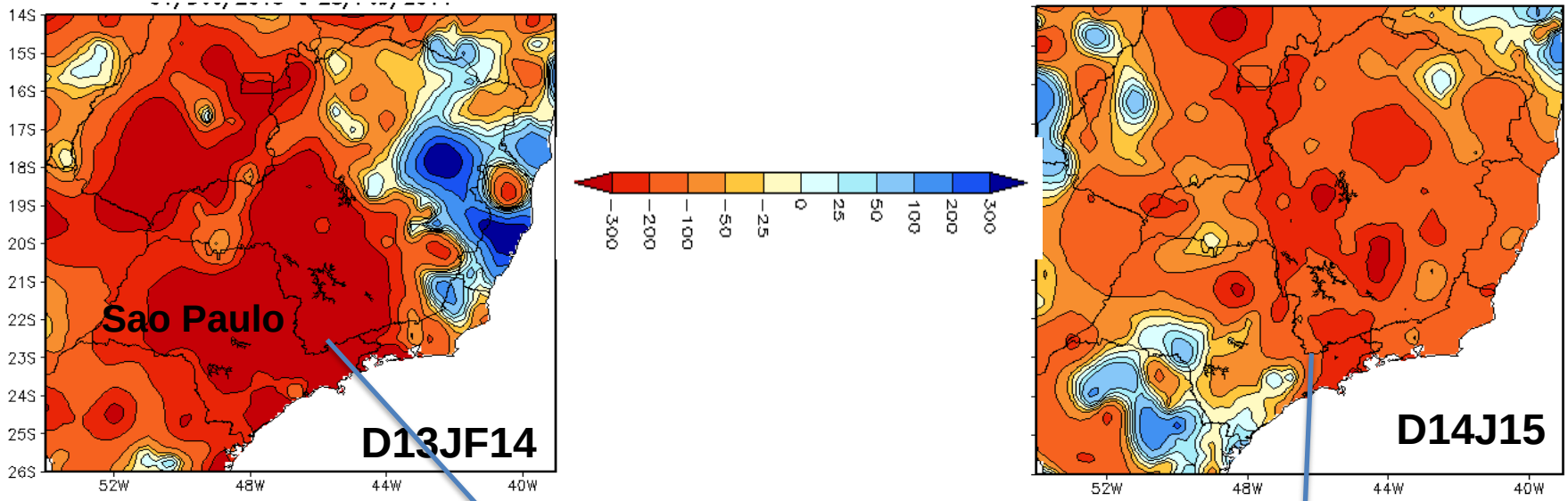
Ranking by overall losses

Drought: Brazil
Overall losses: US$ 5,000m
Insured losses: minor

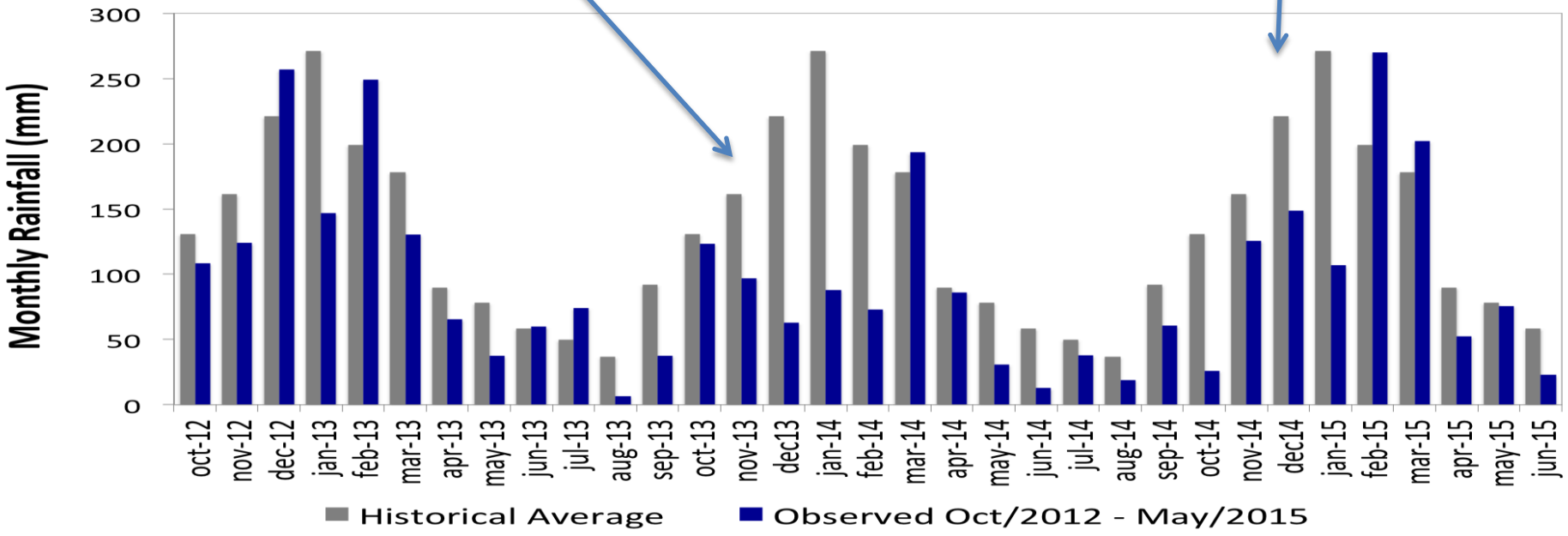
was insured. The absence of rain since December 2013 in southeast Brazil had a severe effect on the agricultural sector. Coffee and sugar cane plantations were particularly hard hit. The overall loss from this drought so far has been estimated at US$ 5bn. An earthquake with a mag-

Date	Country/Region	Event	Fatalities	Overall losses US$ m	Insured losses US$ m
11-13.10.2014	India	Cyclone Hudhud	84	7,000	530
7-16.2.2014	Japan	Winter damage	37	5,900	3,100
3-15.9.2014	India, Pakistan	Floods	665	5,100	330
3.8.2014	China	Earthquake	617	5,000	-
2014	Brazil	Drought	-	5,000	-

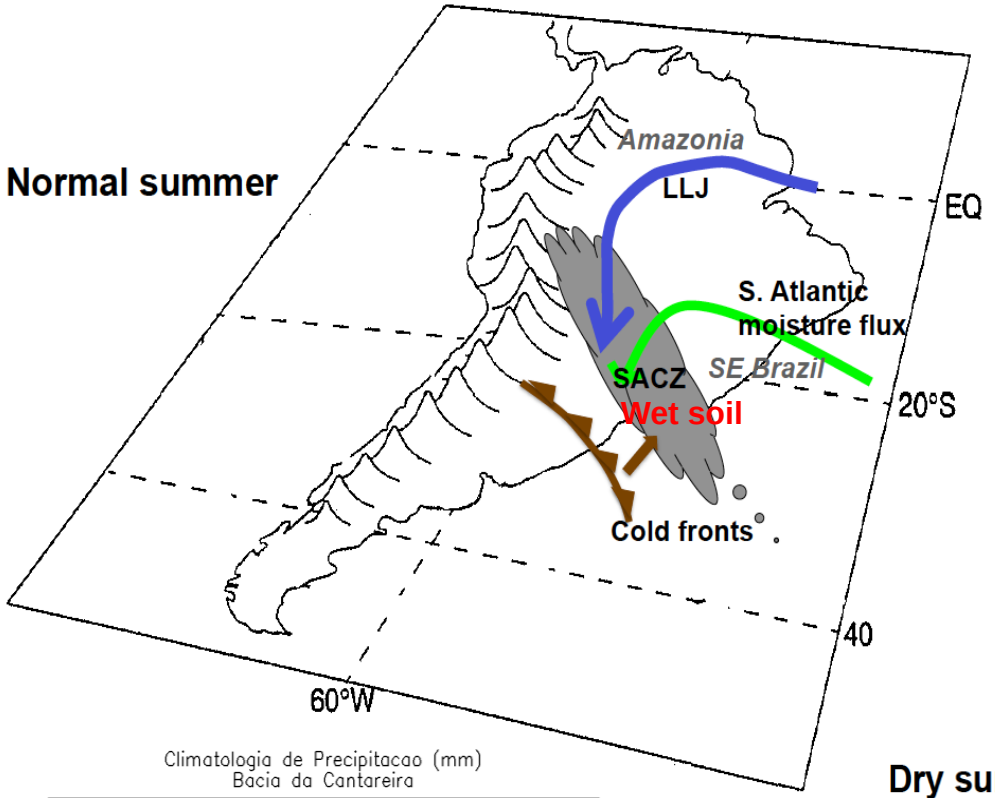
Anomalias de chuvas sazonais nos verões de 2013-14 e 2014-15 no Sudeste do Brasil

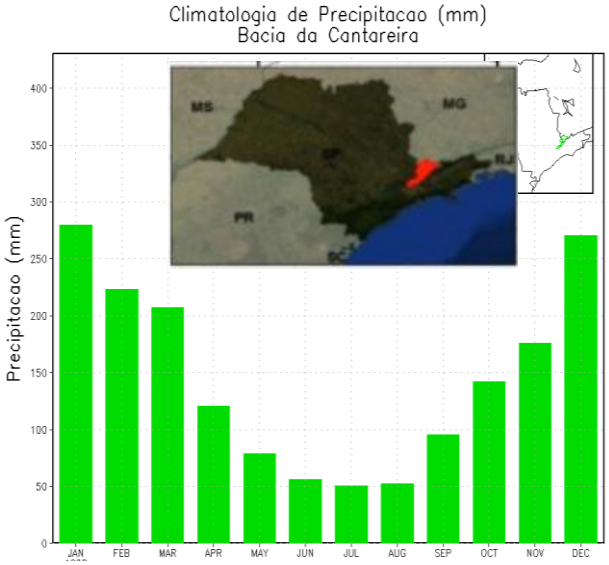


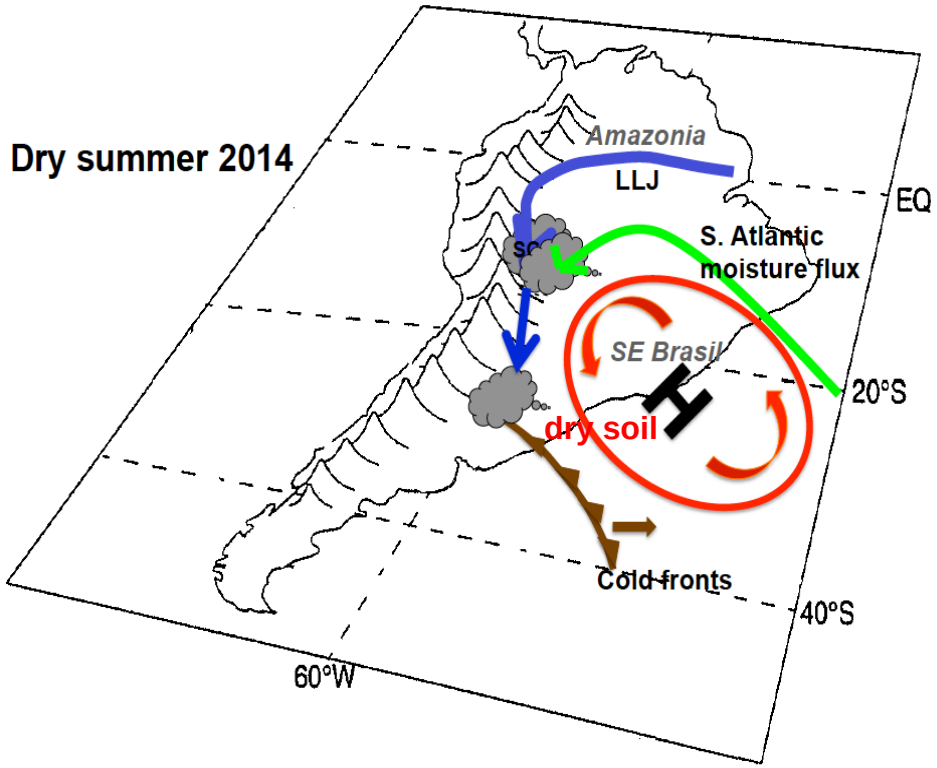
Marengo et al 2015



Circulação atmosférica próxima da superfície na América do Sul durante um verão normal e um verão seco (como em 2014)



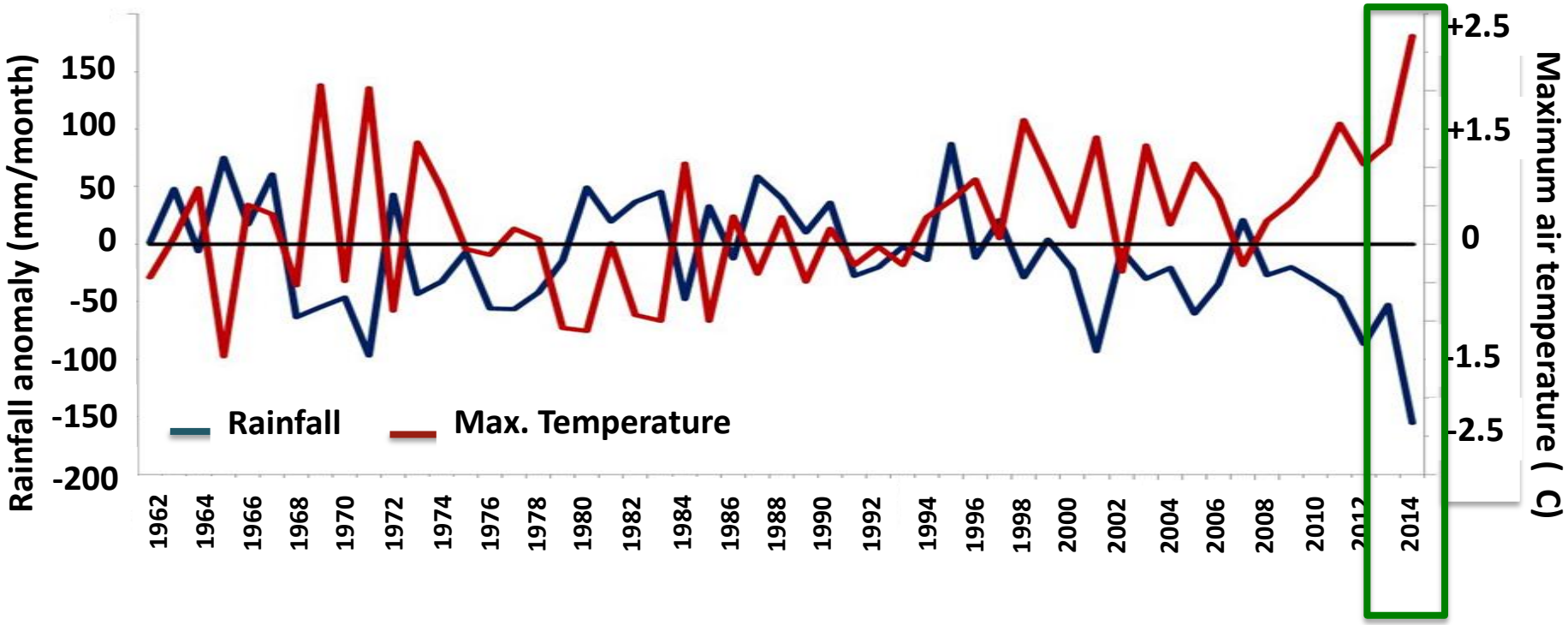




Marengo et al 2015

Nobre et al 2015

Precipitação e temperatura máxima do ar em DJF sobre a região da Cantareira



verão de 2014 o mais quente seco desde 1961...

IPCC AR5 (2014)

Zonas costeiras

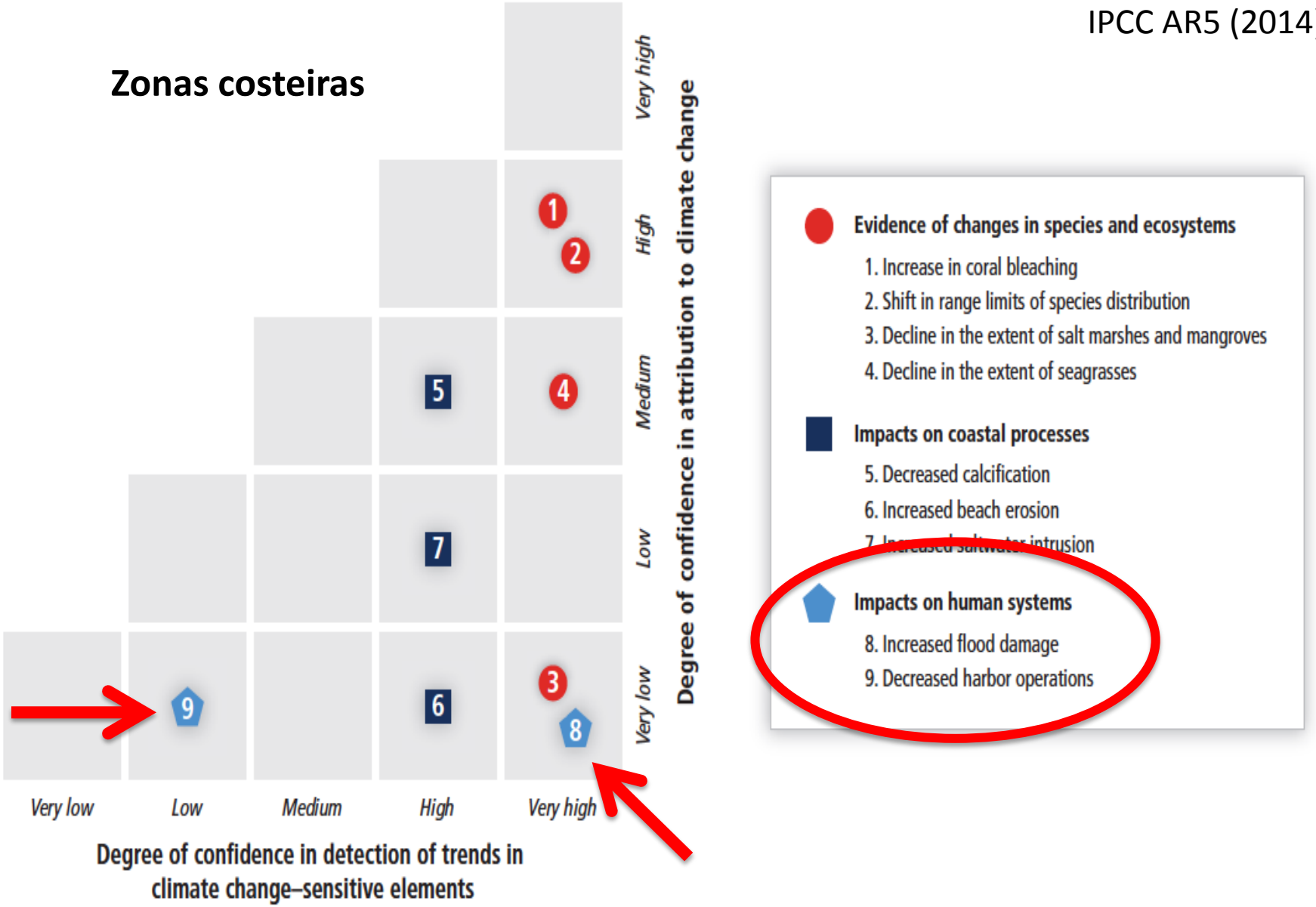


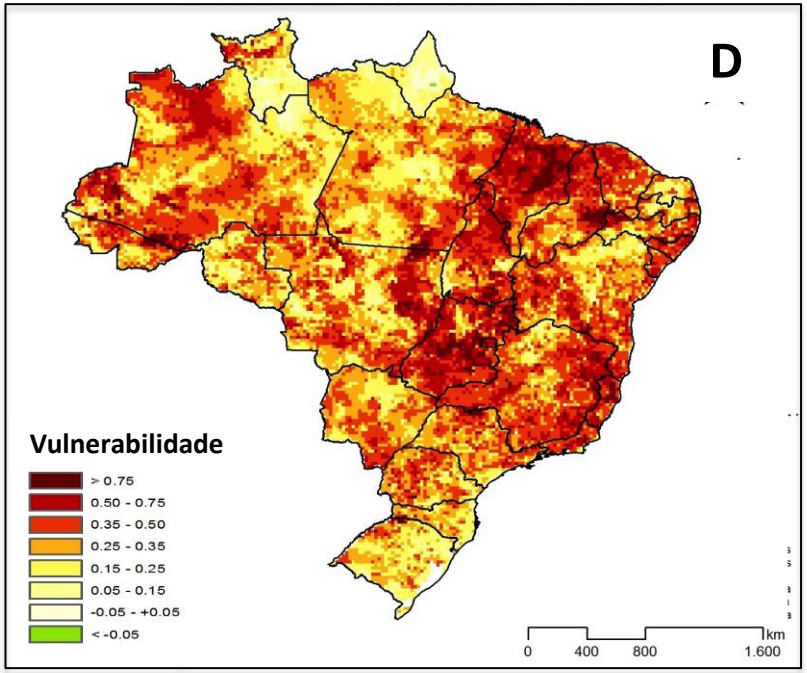
Figure 5-5 | Summary of detection and attribution in coastal areas.

Vulnerabilidade a desastres naturais para 2071-2100 (Fontes: Debortoli, Camarinha)

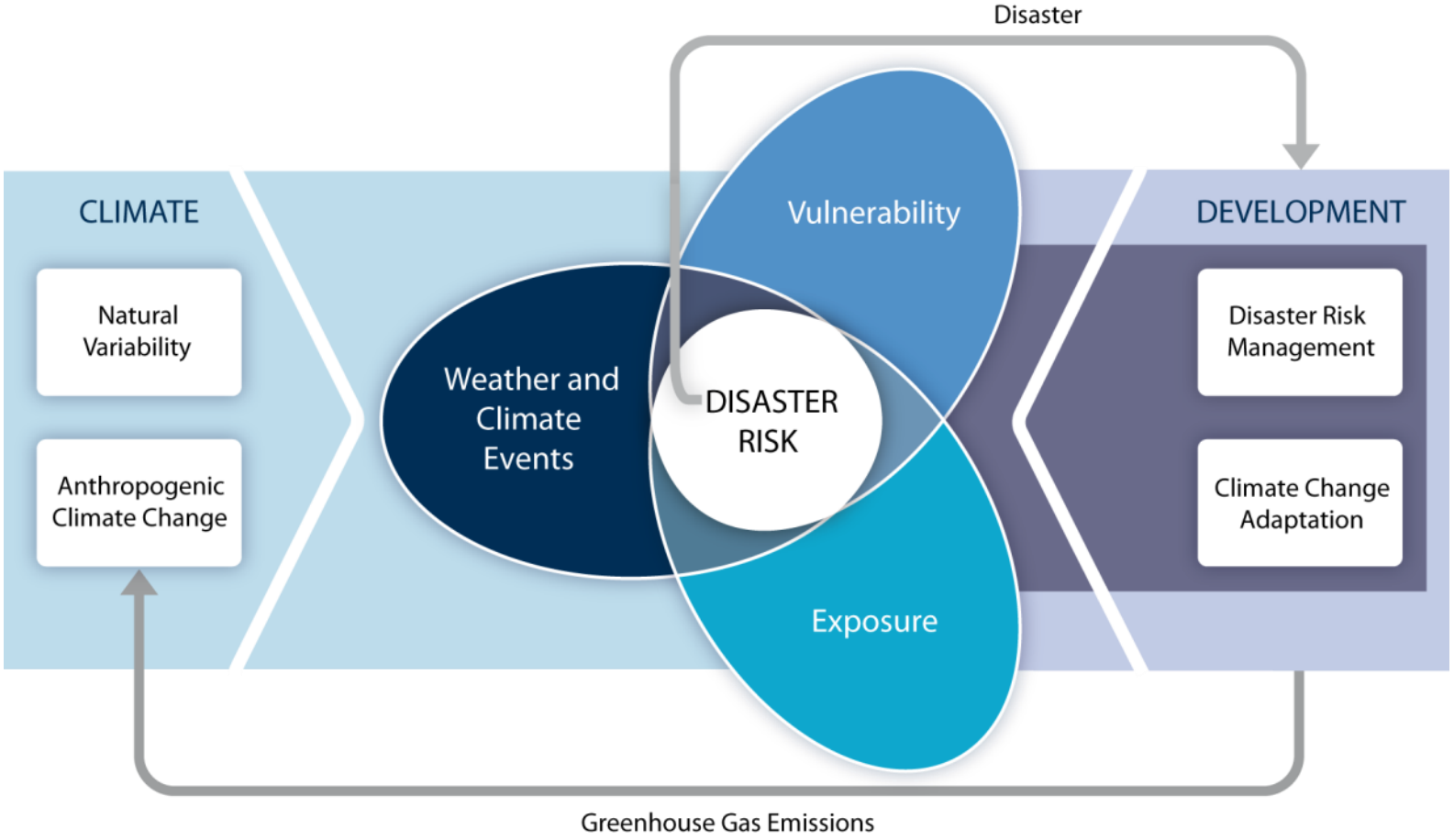
Vulnerabilidade a enxurradas, enchentes e alagamentos para 2071-2100

Vulnerabilidade a movimentos de massa

Vulnerabilidade a seca



Desenvolvimento socio-economico interage com variacoes naturais e clima e mudancas climaticas



Gerenciamento do risco de desastres e adaptacao as mudancas climaticas podem inlfuenciar o grau no qual ***eventos extremos podem gerar impactos e desastres***

As maiores cidades do Brasil estão na faixa litorânea, mostrando altos níveis de vulnerabilidade a enchentes e movimentos de massa, sendo que nessas áreas os extremos de chuva têm aumentado nos últimos 50 anos e tendem a aumentar segundo as projeções de clima futuro.

Secas como a de 2012-2015 no Nordeste, 2014-2015 no Sudeste e 2015 na Amazônia mostraram as vulnerabilidades de cidades como São Paulo, Belo Horizonte, Rio de Janeiro, Recife, João Pessoa, Fortaleza e Manaus, com falta de água, gerando crises hídricas.

É preciso pensar em estratégias de adaptação no presente para enfrentar os possíveis problemas no futuro.

Ainda que diversos municípios brasileiros tenham iniciativas associadas a questão da mudança do clima, algumas ligadas a iniciativas internacionais, os governos locais têm atuado de forma ainda tímida em ações de adaptação e mitigação à mudança do clima.

No Brasil, onde as grandes cidades passaram por um processo rápido de urbanização, a presença de infraestrutura em áreas de risco ocupadas por assentamentos informais ou a própria ocupação dessas áreas eleva o grau de vulnerabilidade da população.

Espera-se que a elaboração do Plano Nacional de Adaptação, coordenado pelo MMA/MCTIC, contribua como diretriz para gestores incluírem a questão climática nas suas ações.