



**16.º Simpósio de Hidráulica e Recursos Hídricos dos
Países de Língua Portuguesa**
XI Congresso sobre Planeamento e Gestão das Zonas Costeiras
dos Países de Expressão Portuguesa



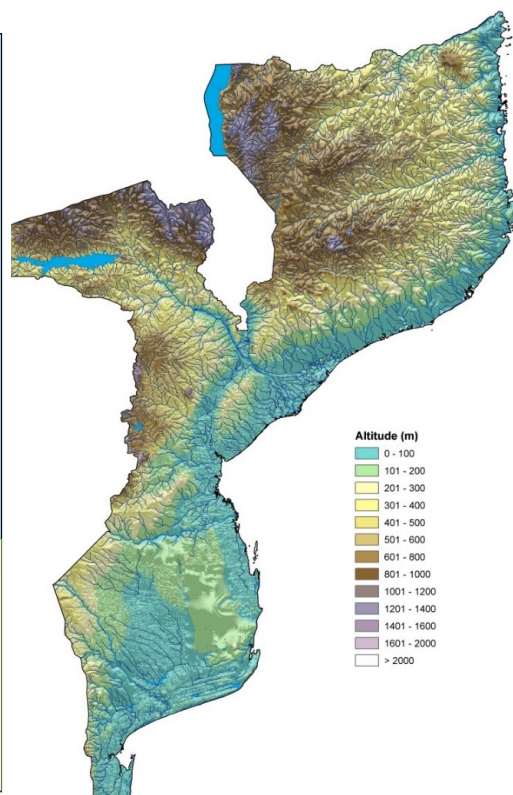
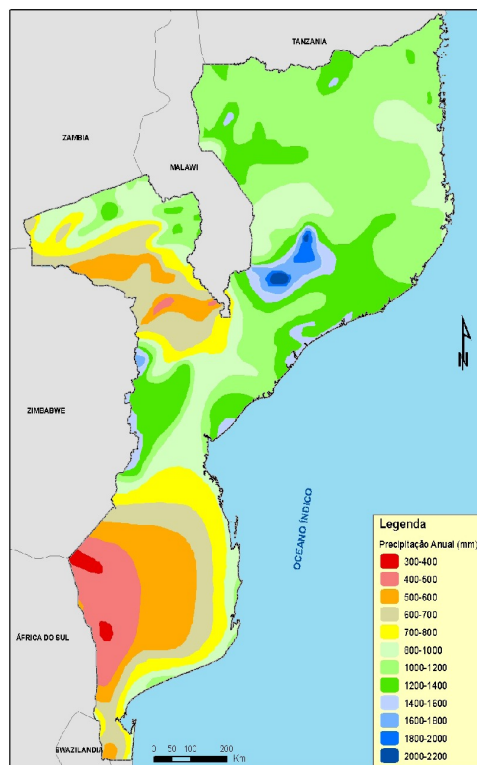
Análise das maiores cheias recentes em Moçambique, factores determinantes.

Prof. Dinis Juízo

Professor de Hidrologia e Recursos Hídricos

Universidade Eduardo Mondlane





CONTEXTUALIZAÇÃO

Os rios com extensas planícies;
Precipitações intensas
Caudais transfronteiriços
Intensificação da ocupação
humana nos últimos 50 anos;
Localização em zona de
intensa actividade ciclónica.

Distribuição da precipitação anual média em
Moçambique

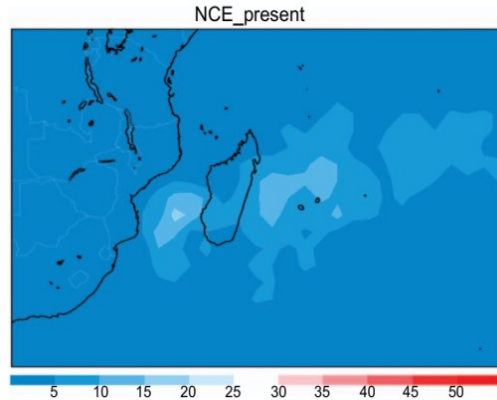
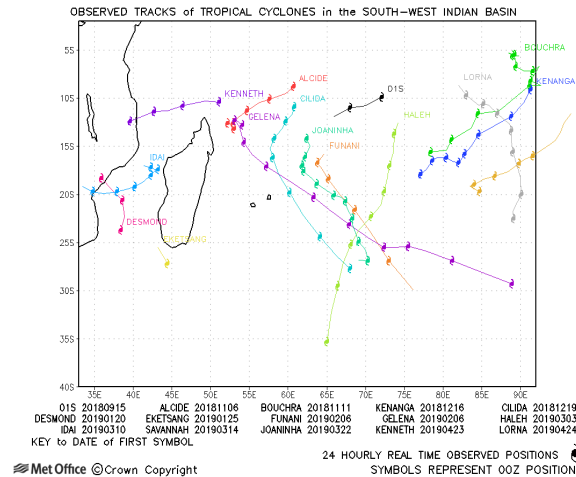
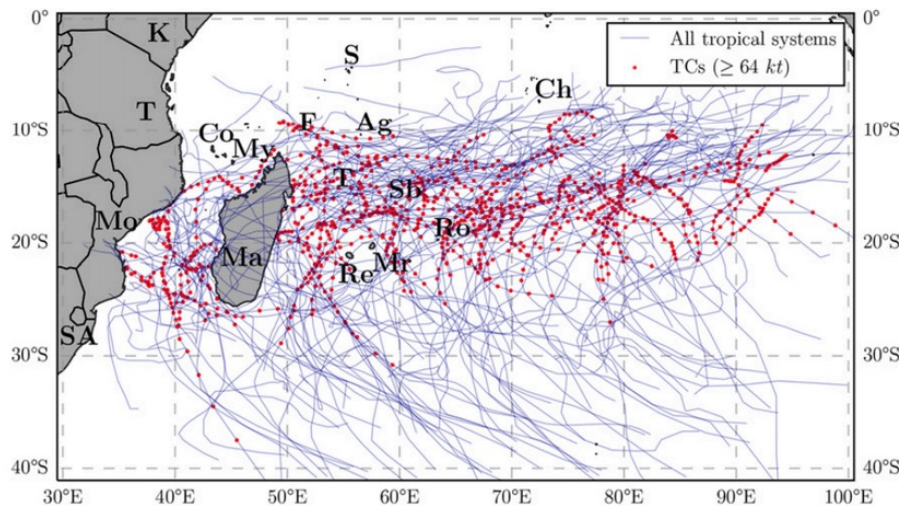


Figure 1. Frequency of tropical cyclone-like vortice centres at a 2° spatial resolution and six hourly temporal resolution under present-day climate (1971–2000); as simulated by NCEP/NCAR reanalysis.



CICLONES E CHEIAS EM MOÇAMBIQUE

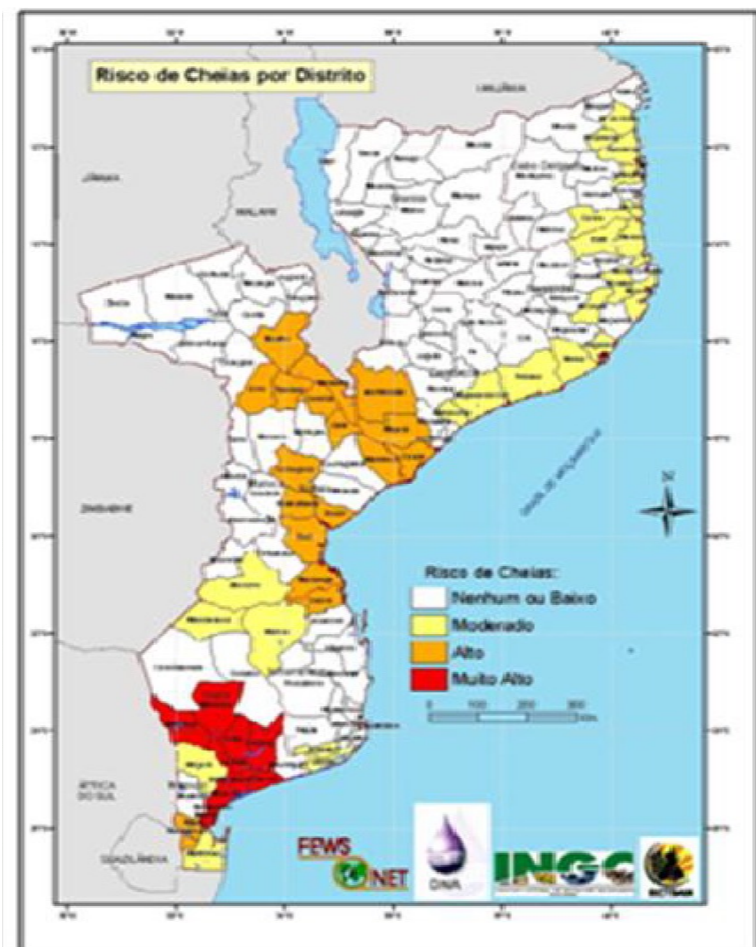
Somente 5% dos ciclones atingem a costa na África Austral. Cilone Eline foi o mais devastador percorreu 2000 km do Índico ao Atlântico no ano 2000.





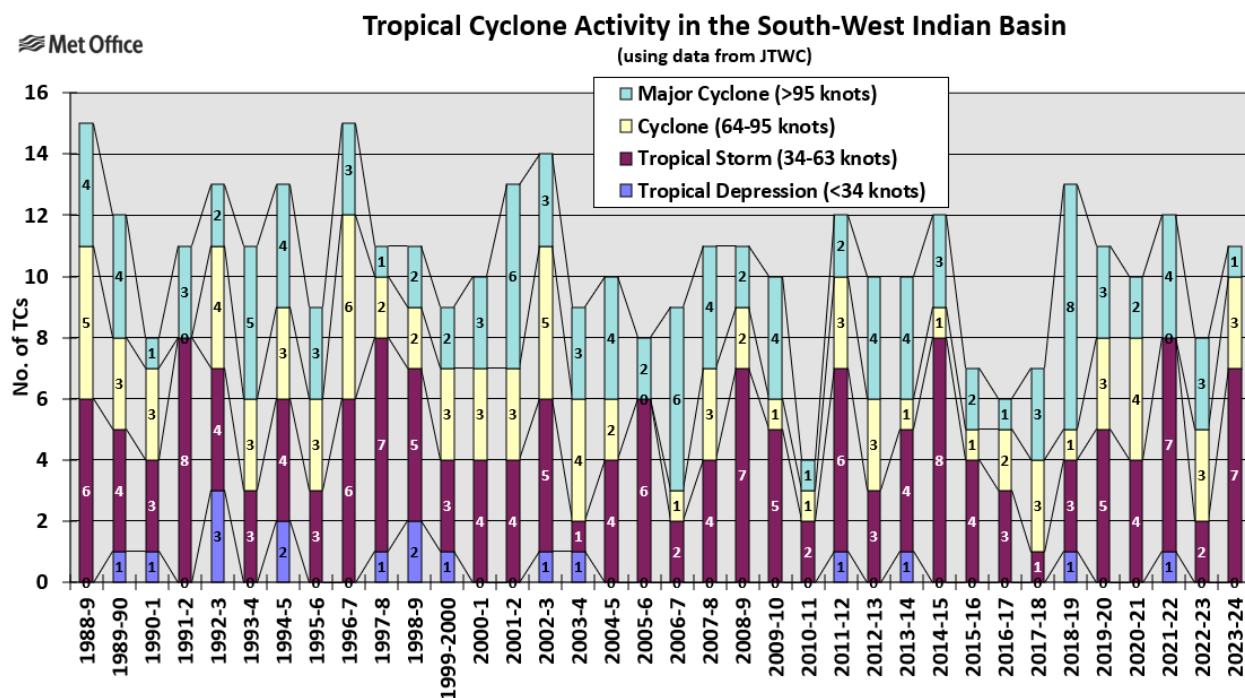
CHEIAS HISTÓRICAS EM MOÇAMBIQUE

BACIA	ANO
Maputo	1984, 2000
Umbeluzi	1977, 1984, 1985, 2000, 2011
Incomati	1984, 1985, 1996, 2000, 2013
Limpopo	1977, 1978, 1981, 1988, 1996, 2000, 2013
Save	2000
Buzi	2000, 2015, 2019
Púnguè	1999, 2001, 2008, 2019, 2021
Zambeze	1978, 1997, 2001, 2007, 2008, 2013, 2015, 2021, 2022
Licungo	2013, 2014, 2015, 2019, 2022
Messalo	2015, 2019





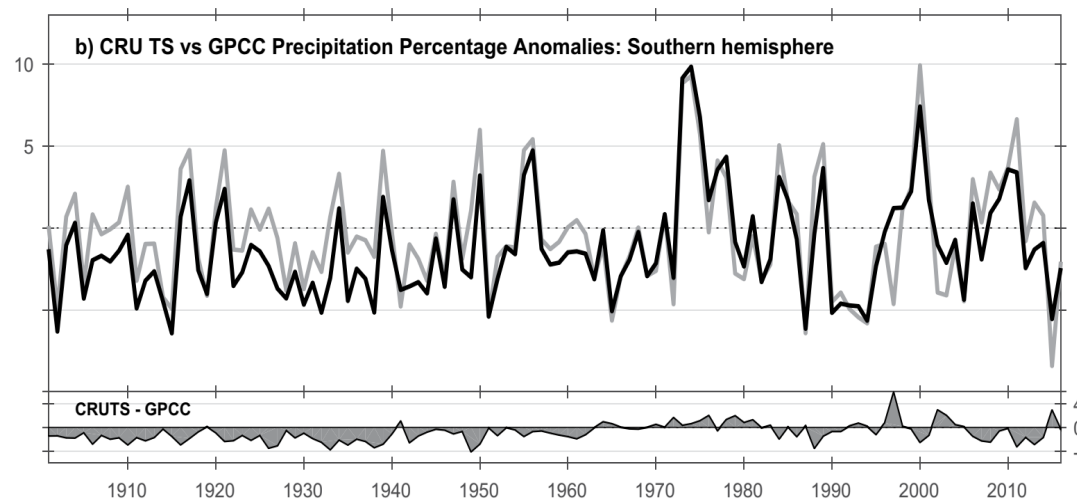
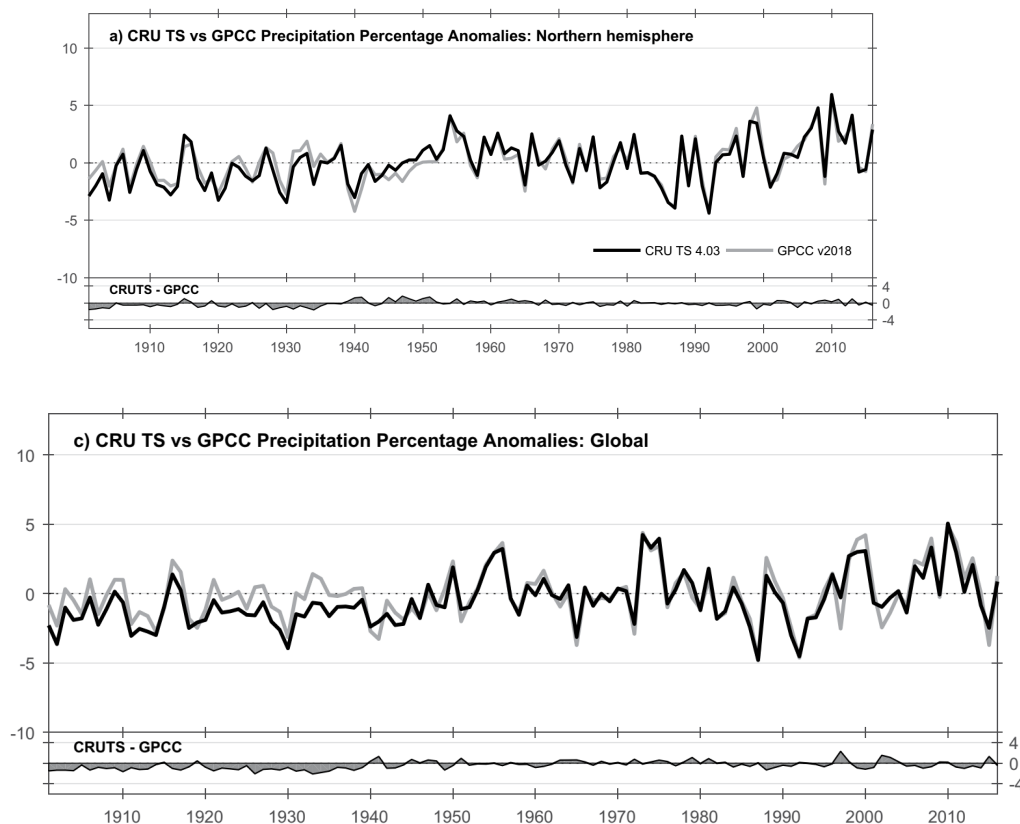
PRADRÕES DOS FACTORES DETERMINANTES PARA CHEIAS



- Dados da UK_metoffice
(Past tropical cyclones - South-West Indian tropical cyclone activity - Met Office)



Evolução histórica do clima – dados observados



CRU TS (*Harris et al.*
(2020) [doi:10.1038/s41597-020-0453-3](https://doi.org/10.1038/s41597-020-0453-3))

CHEIAS RECENTES EM MOÇAMBIQUE





CHEIAS RECENTES EM MOÇAMBIQUE

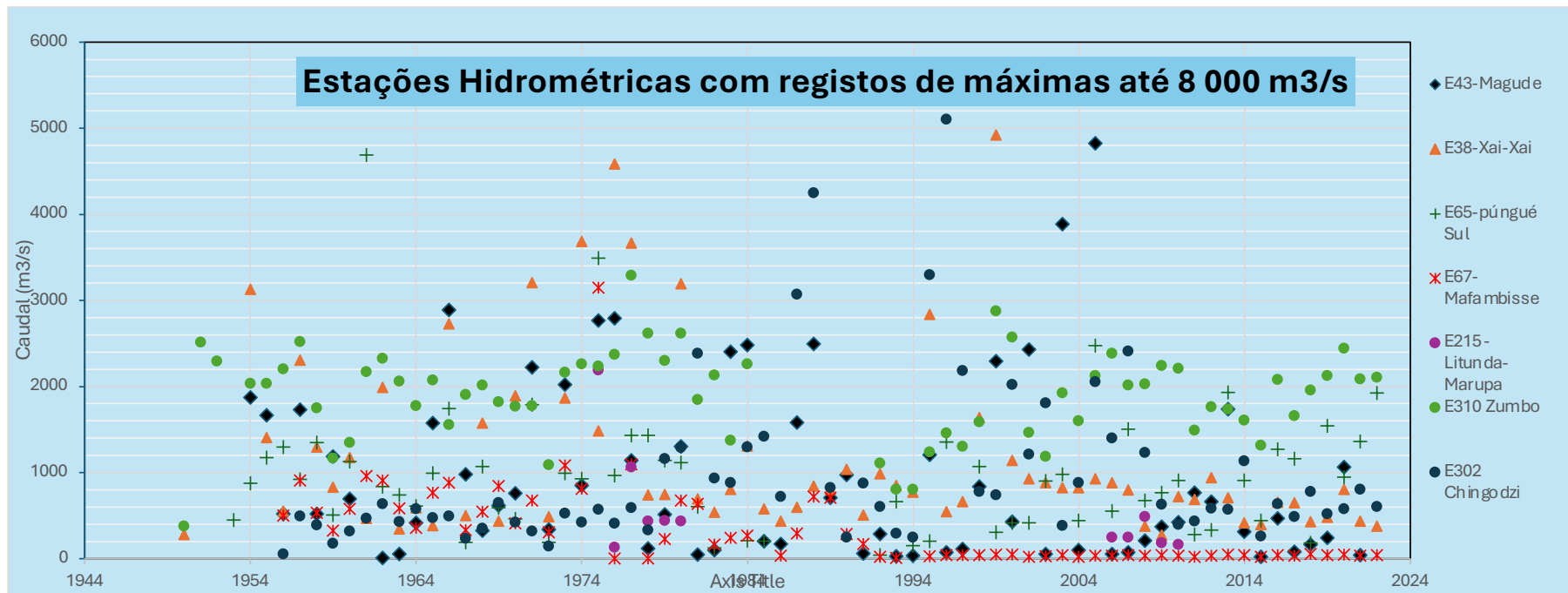




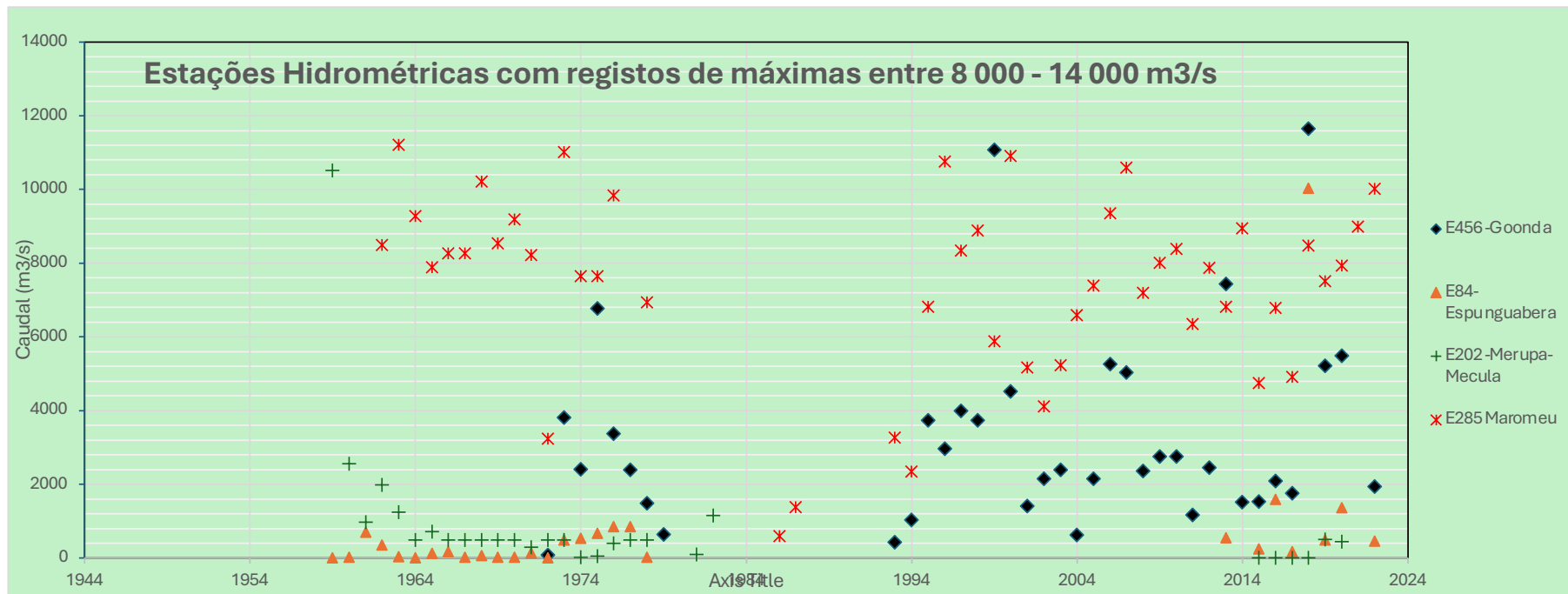
QUAIS SÃO AS PREOCUPAÇÕES HIDROLÓGICAS COM AS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS

1. Teremos novos extremos, ou seja valores mais altos para o mesmo período de retorno? Esses caudais existem ou tem a probabilidade de ocorrer no clima passado ou actual?
2. A frequência irá aumentar? Um pouco como a pergunta anterior!
3. De que é que estamos a falar quando mencionamos impactos das alterações climáticas em hidrologia? Bem...! fundamentalmente a **ponta** e a **forma do hidrograma** de cheia.

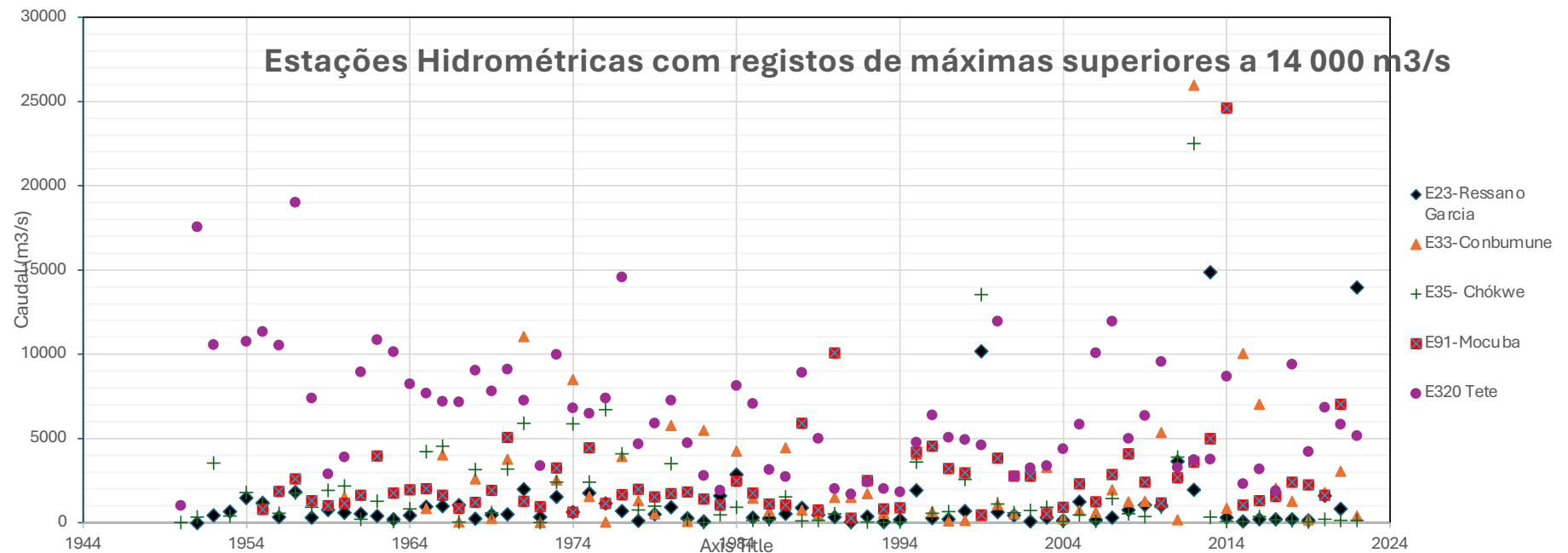
Alteração da frequência e magnitude

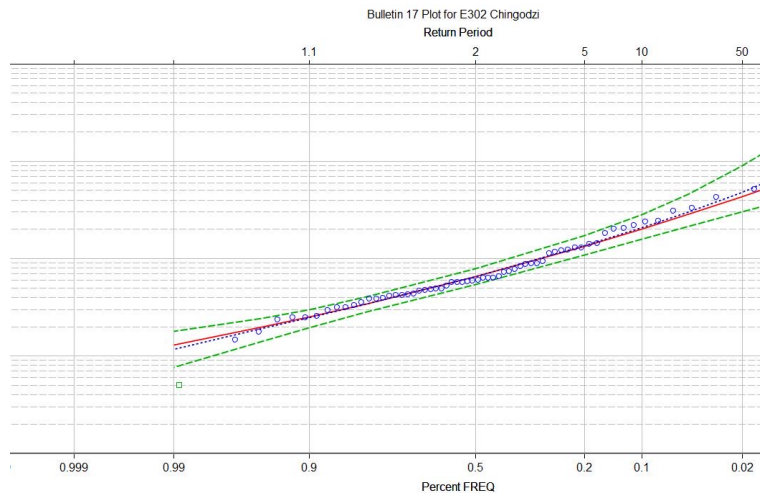
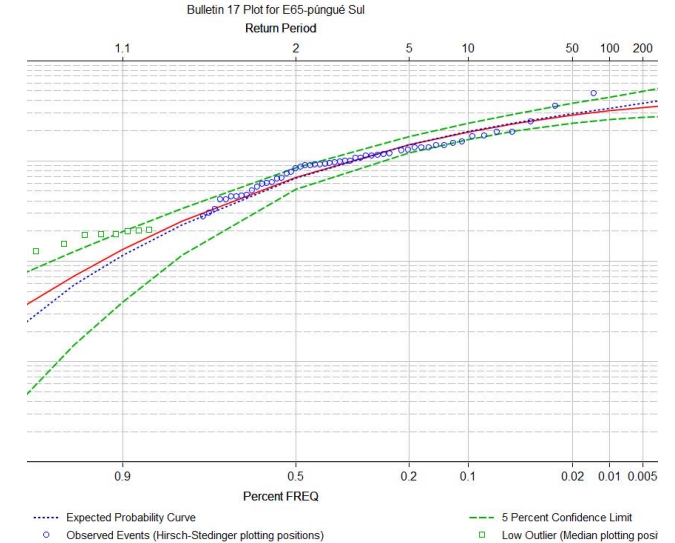
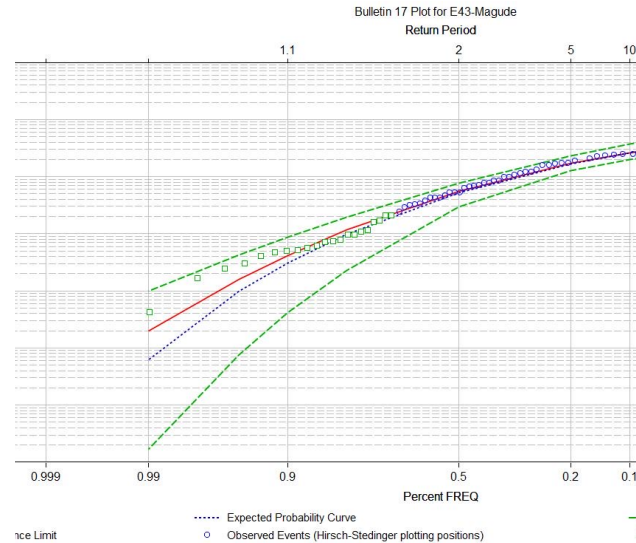
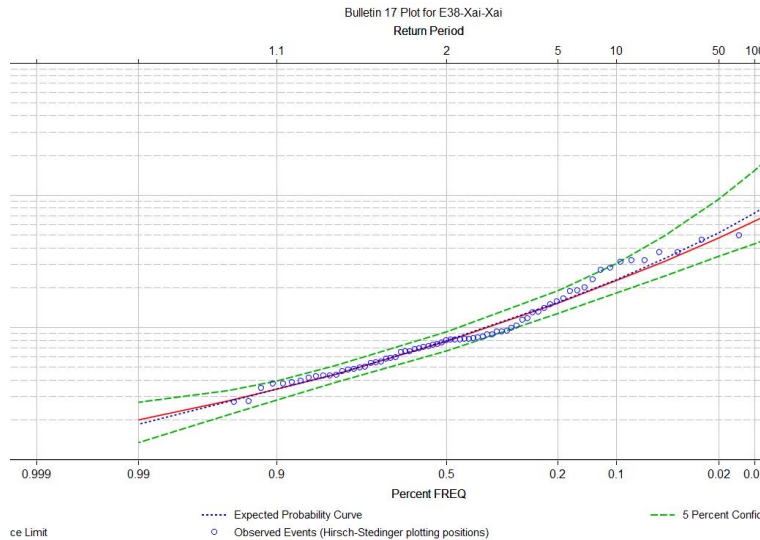


Alteração da frequência e magnitude



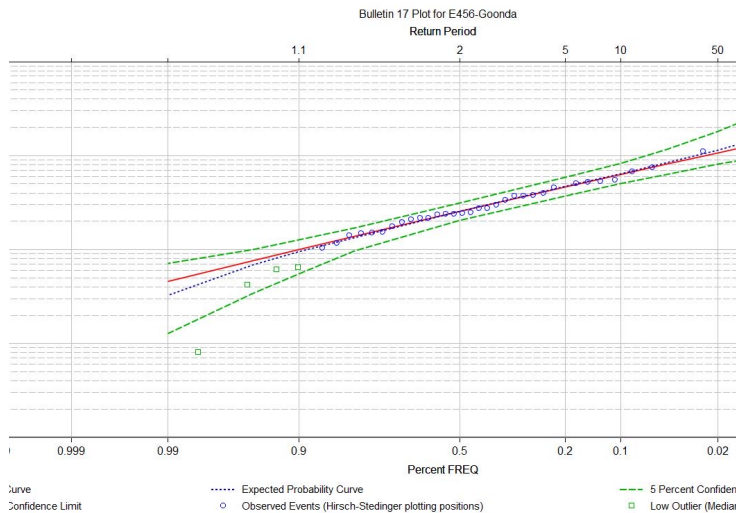
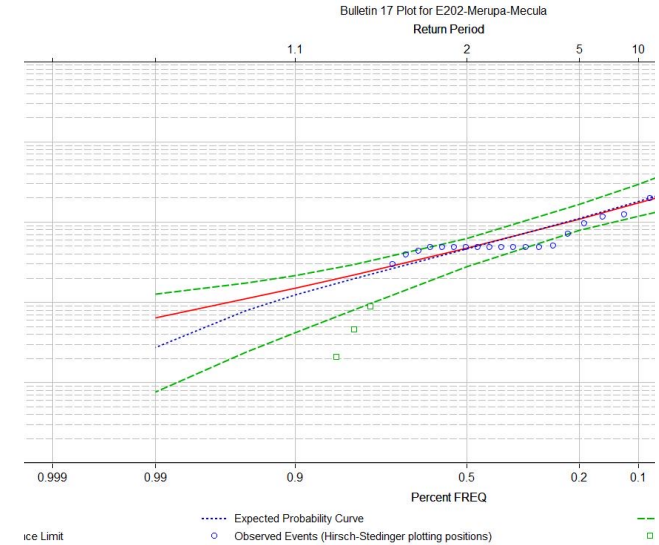
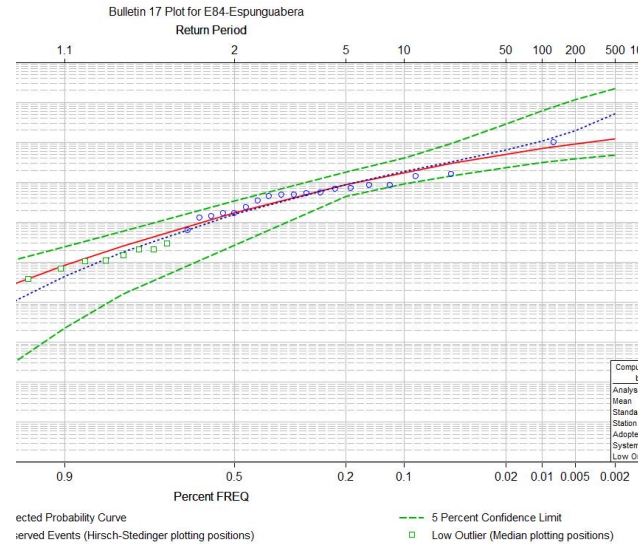
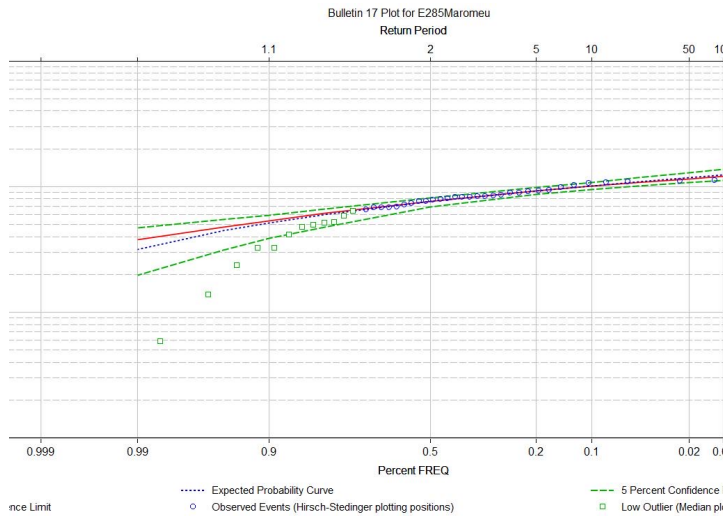
Alteração da frequência e magnitude



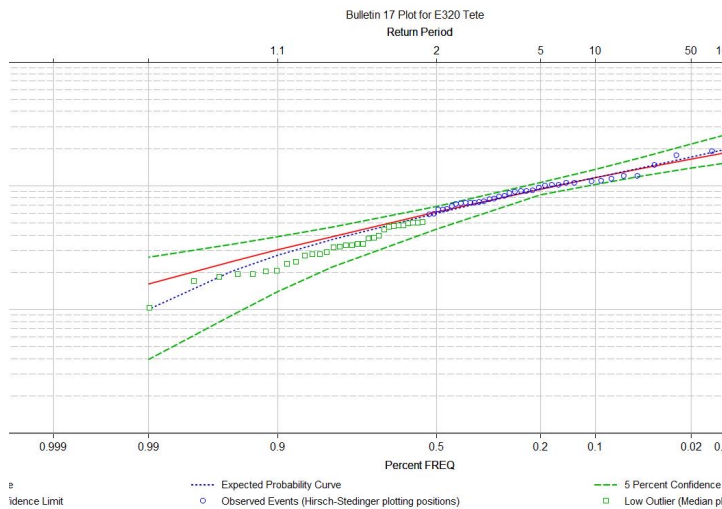
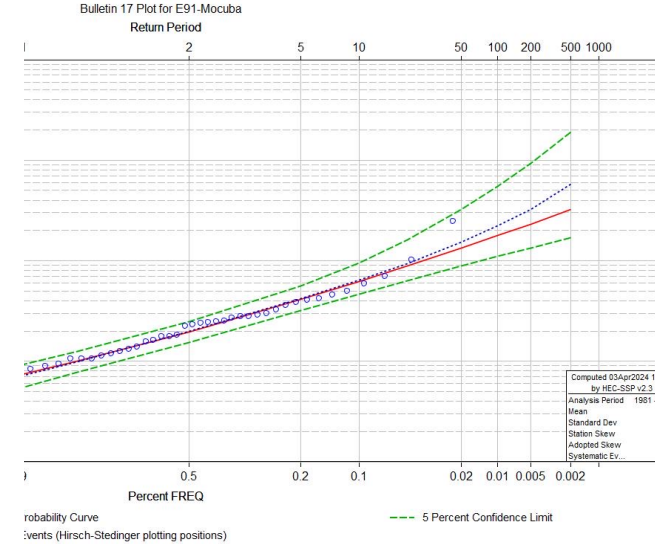
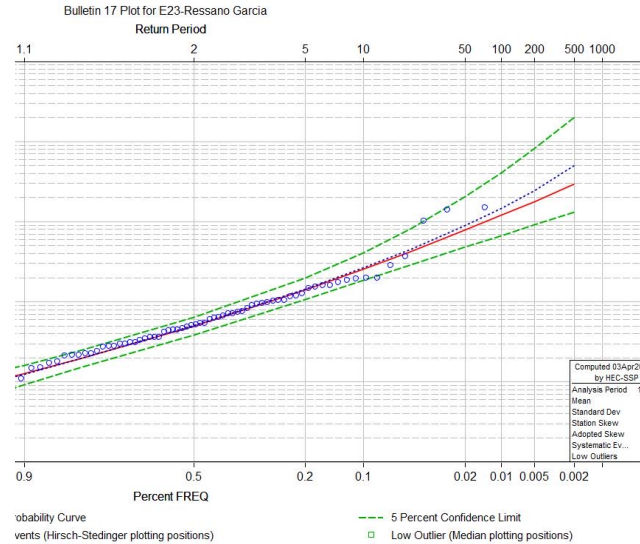
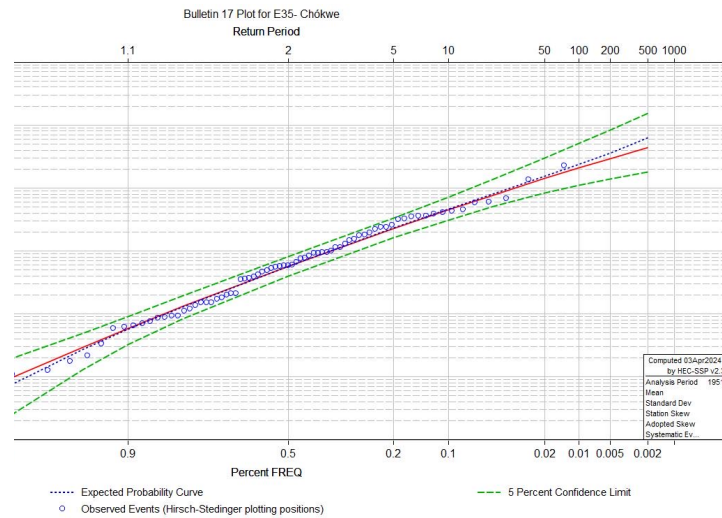


Avaliação da evolução de
cheias - $< 8\,000\text{ m}^3/\text{s}$
Alteração da frequência e magnitude





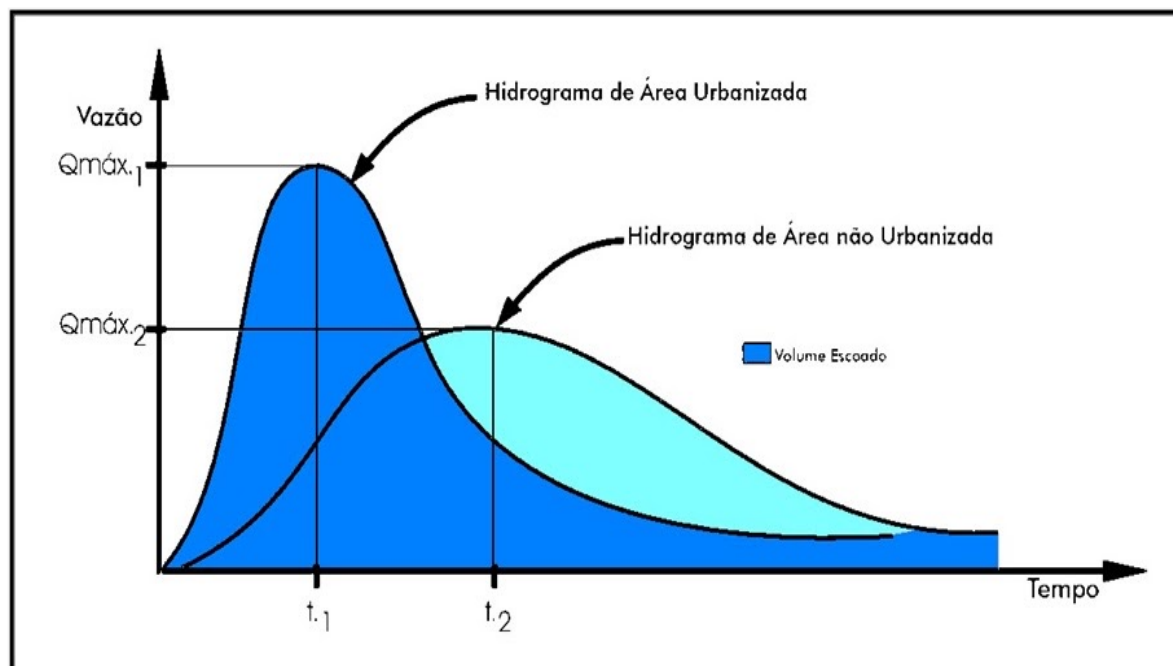
Avaliação da evolução de cheias
- 8 000 a 14 000 m³/s
Alteração da frequência e magnitude



Avaliação da evolução de cheias
>14 000 m³/s
Alteração da frequência e magnitude



IMPACTOS DA ALTERAÇÃO DA OCUPAÇÃO DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS NA HIDROLOGIA



ALTERAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE GERAÇÃO DO ESCOAMENTO

Forest Change (2000-2023)

Legend

TreeCover
Band 1: treecover2000 (Gray)
Loss Gain And Loss Gain

Treecover2000

Tree canopy cover for year 2000, defined as canopy closure for all vegetation taller than 5m in height.

Loss

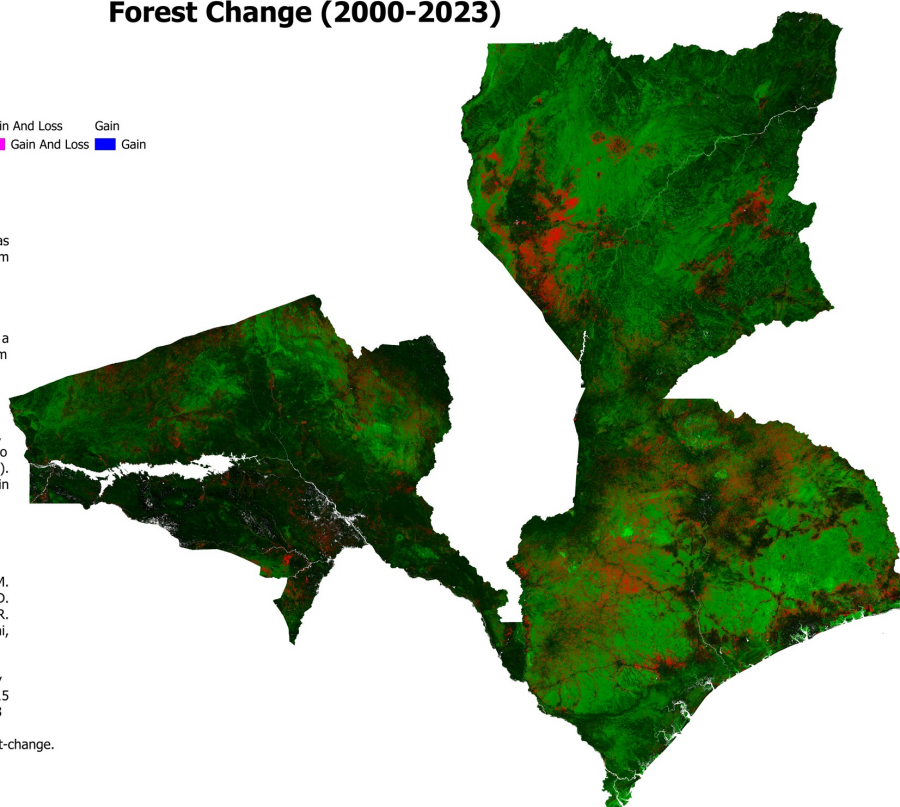
Forest loss during the study period, defined as a stand-replacement disturbance (a change from a forest to non-forest state).

Gain

Forest gain during the period 2000-2012, defined as the inverse of loss (a non-forest to forest change entirely within the study period). Note that this has not been updated in subsequent versions.

Hansen, M. C., P. V. Potapov, R. Moore, M. Hancher, S. A. Turubanova, A. Tyukavina, D. Thau, S. V. Stehman, S. J. Goetz, T. R. Loveland, A. Kommareddy, A. Egorov, L. Chini, C. O. Justice, and J. R. G. Townshend.

"High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change." Science 342 (15 November): 850-53. 10.1126/science.1244693
Data available on-line at:
<https://glad.earthengine.app/view/global-forest-change>.



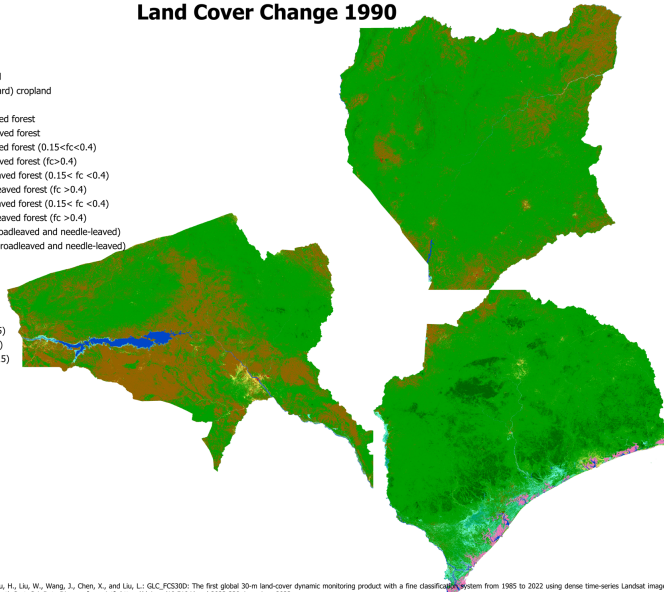
Desmatamento (2000 – 2023)

ALTERAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE GERAÇÃO DO ESCOAMENTO

Legend

GLC FCS 1990
Band 1 (Gray)
Rainfed cropland
Herbaceous cover cropland
Tree or shrub cover (Orchard) cropland
Irrigated cropland
Open evergreen broadleaved forest
Closed evergreen broadleaved forest
Open deciduous broadleaved forest (0.15 < fc < 0.4)
Closed deciduous broadleaved forest (fc > 0.4)
Open evergreen needle-leaved forest (0.15 < fc < 0.4)
Closed evergreen needle-leaved forest (fc > 0.4)
Open deciduous needle-leaved forest (0.15 < fc < 0.4)
Closed deciduous needle-leaved forest (fc > 0.4)
Open mixed leaf forest (broadleaved and needle-leaved)
Closed mixed leaf forest (broadleaved and needle-leaved)
Shrubland
Evergreen shrubland
Deciduous shrubland
Grassland
Lichens and mosses
Sparse vegetation (fc < 0.15)
Sparse shrubland (fc < 0.15)
Sparse herbaceous (fc < 0.15)
Swamp
Marsh
Flooded flat
Saline
Mangrove
Salt marsh
Tidal flat
Impervious surfaces
Bare areas
Consolidated bare areas
Unconsolidated bare areas
Water body
Permanent ice and snow

Land Cover Change 1990

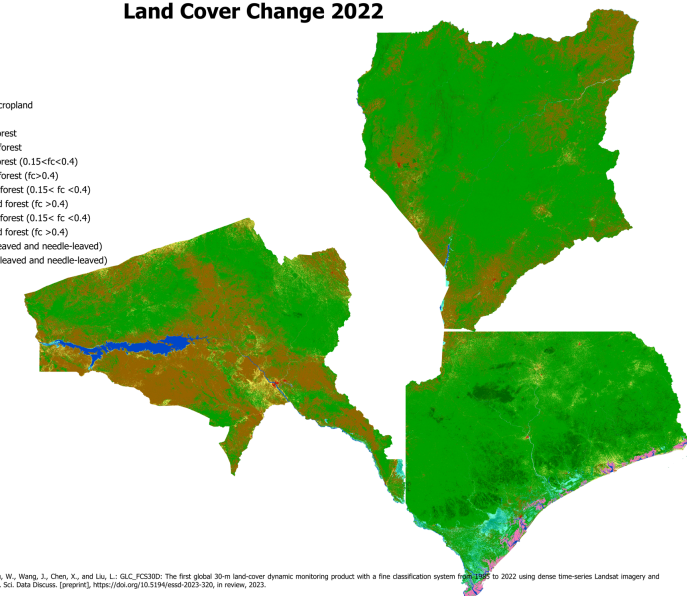


Dataset Source: Zhang, X., Zhao, T., Xu, H., Liu, W., Wang, J., Chen, X., and Liu, L.: GLC_FCS300: The first global 30-m land-cover dynamic monitoring product with a fine classification system from 1985 to 2022 using dense time-series Landsat imagery and continuous change-detection method, Earth Syst. Sci. Data Discuss. [preprint], <https://doi.org/10.5194/essd-2023-320>, in review, 2023.

Legend

GLC FCS 2022
Band 1 (Gray)
Rainfed cropland
Herbaceous cover cropland
Tree or shrub cover (Orchard) cropland
Irrigated cropland
Open evergreen broadleaved forest
Closed evergreen broadleaved forest
Open deciduous broadleaved forest (0.15 < fc < 0.4)
Closed deciduous broadleaved forest (fc > 0.4)
Open evergreen needle-leaved forest (0.15 < fc < 0.4)
Closed evergreen needle-leaved forest (fc > 0.4)
Open deciduous needle-leaved forest (0.15 < fc < 0.4)
Closed deciduous needle-leaved forest (fc > 0.4)
Open mixed leaf forest (broadleaved and needle-leaved)
Closed mixed leaf forest (broadleaved and needle-leaved)
Shrubland
Evergreen shrubland
Deciduous shrubland
Grassland
Lichens and mosses
Sparse vegetation (fc < 0.15)
Sparse shrubland (fc < 0.15)
Sparse herbaceous (fc < 0.15)
Swamp
Marsh
Flooded flat
Saline
Mangrove
Salt marsh
Tidal flat
Impervious surfaces
Bare areas
Consolidated bare areas
Unconsolidated bare areas
Water body
Permanent ice and snow

Land Cover Change 2022

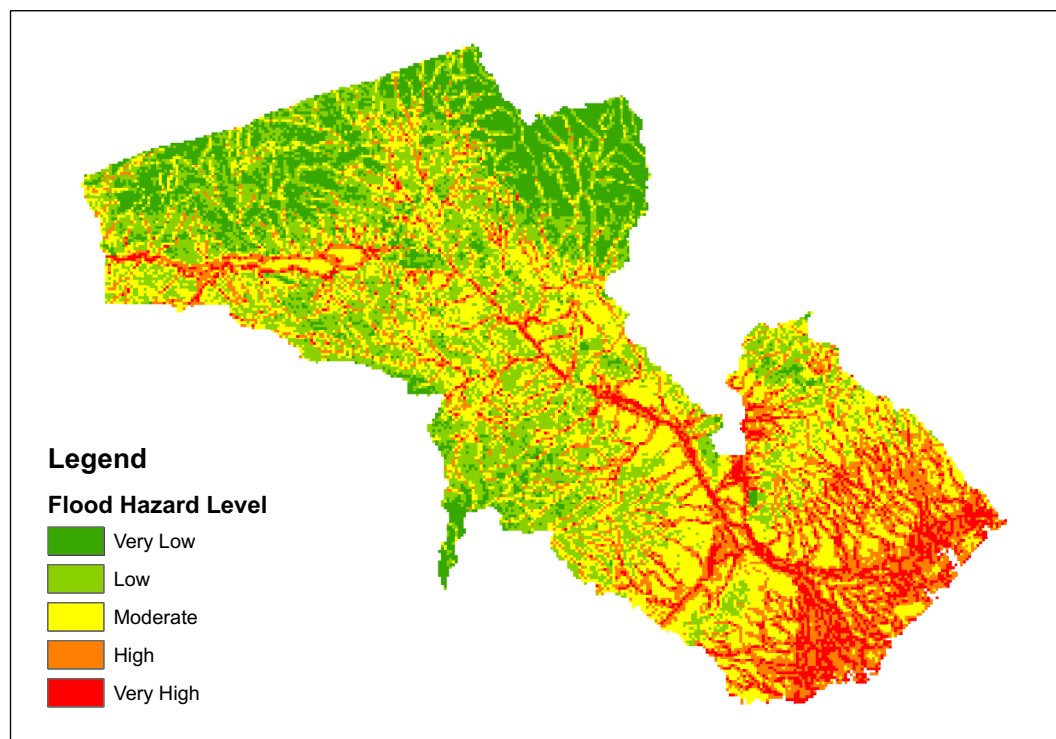


Dataset Source: Zhang, X., Zhao, T., Xu, H., Liu, W., Wang, J., Chen, X., and Liu, L.: GLC_FCS300: The first global 30-m land-cover dynamic monitoring product with a fine classification system from 1985 to 2022 using dense time-series Landsat imagery and continuous change-detection method, Earth Syst. Sci. Data Discuss. [preprint], <https://doi.org/10.5194/essd-2023-320>, in review, 2023.

Coberto vegetal (1990 e 2022)



Notas de reflexão



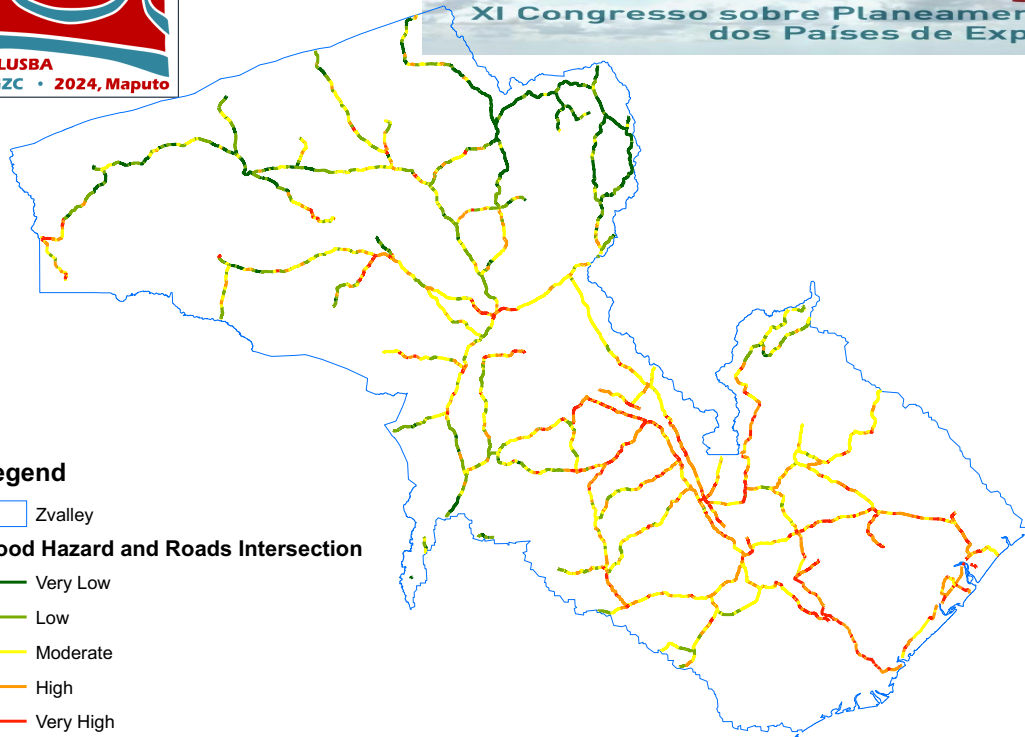
Technical Assistance to Develop Capacity for a Climate Resilient Road Sector
Salamon, Lda subcontractada pela Finnoc (ANE – RFP N.º 08/DG/360/2016)



Avaliação do perigo de inundações da rede viária no vale do Zambeze

Legend

- Zvalley
Flood Hazard and Roads Intersection
 Very Low
 Low
 Moderate
 High
 Very High



F Saimone, A Martins and D Juizo (2019): **Flood Hazard Mapping Using GIS Techniques in Zambezi Valley**
(Salomon Lda)

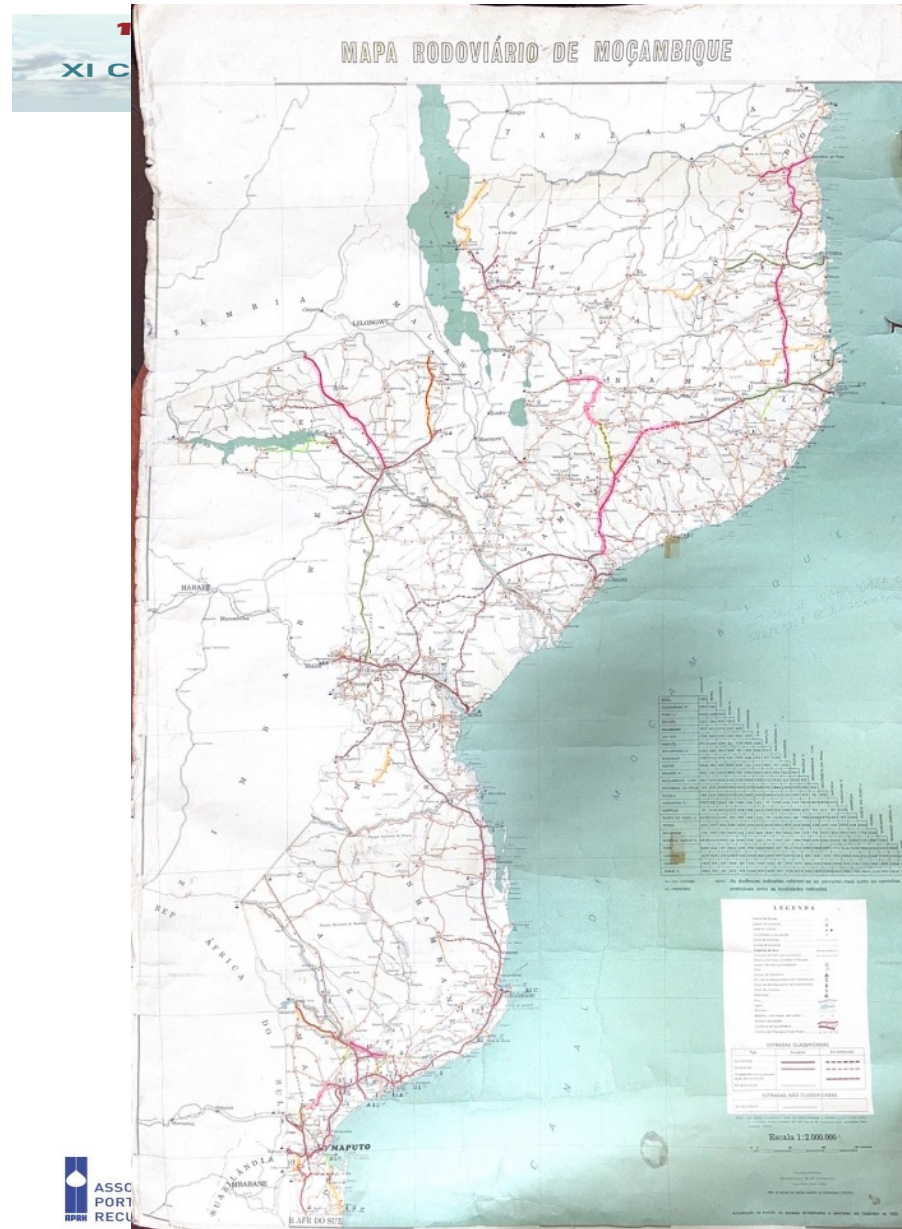
Perigo	Extensão da Estrada (km)	contribuição (%)
Muito baixo	729	13
Baixo	1182	21
Moderado	1872	34
Alto	1255	22
Muito alto	542	10
TOTAL	5579	100



Ocupação da planície de inundação

- Cheias com características hidrológicas semelhantes, podem causar impactos negativos muito diferentes **em função da ocupação da planície de inundação**
- Diques e estradas que constroem o escoamento normal do rio agravam os impactos negativos
- Exº do rio Zambeze: pontes (D.Ana, Caia, pontes de Tete) construídas sem invadirem a planície de inundação – nem sempre é possível
- Planeamento da ocupação da planície de inundação é indispensável

- Mudanças que influenciam o risco
- $R = p * v * (\text{exposição})$





REFLEXÕES SOBRE EVOLUÇÃO DE CHEIAS EM MOÇAMBIQUE

A maioria de infra-estruturas, particularmente estradas, linhas férreas, pontes e diques, são antigas, não dimensionadas para as cheias actuais

Falta de manutenção reduz drasticamente a sua capacidade de vazão

Necessário um trabalho sistemático de verificação das capacidades das infra-estruturas, começando pelas mais afectadas pelas cheias nos tempos mais recentes

Garantir recursos (financeiros, equipamentos, pessoas) adequados para a manutenção

Financiar pesquisa técnico/científica sobre cheias em Moçambique.

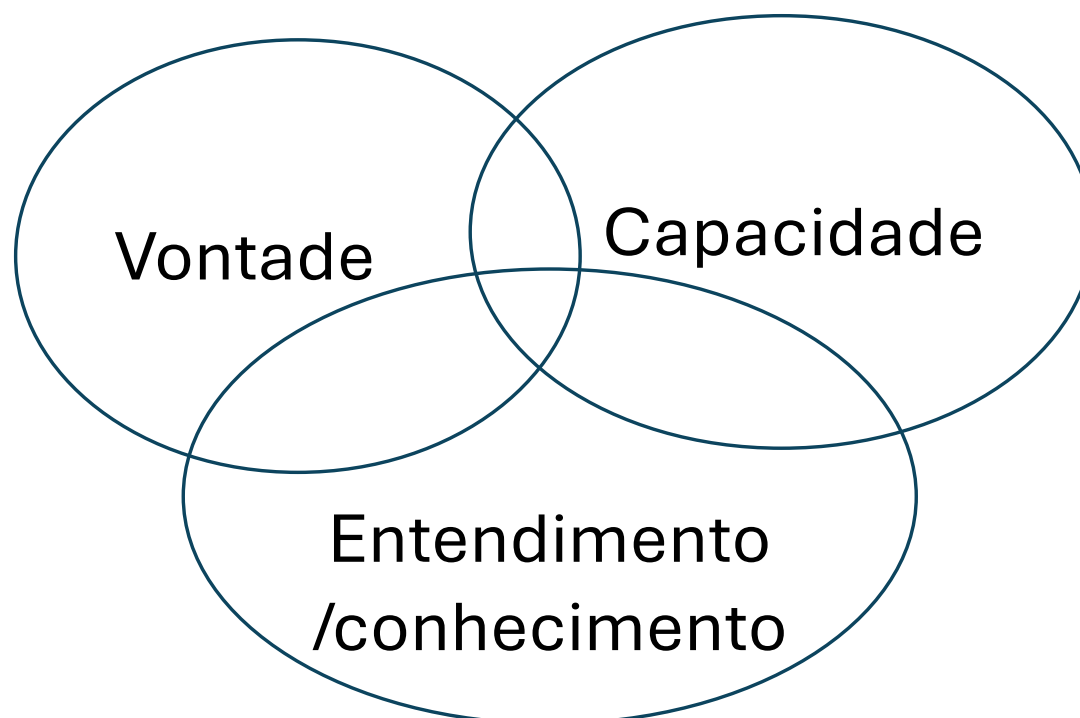


REFLEXÕES SOBRE EVOLUÇÃO DE CHEIAS EM MOÇAMBIQUE

Planeamento é indispensável na ocupação das planícies de cheias
Ocupação informal por população rural: **necessário prever vias de escape (estradas) que se mantenham transitáveis e zonas de refúgio**
Algumas infra-estruturas (escolas, centros de saúde, administrações) podem ser tornadas menos vulneráveis a cheias e funcionar como centros de refúgio
Investir no conhecimento sobre cheias – medições, estudos etc.



REFLEXÕES SOBRE EVOLUÇÃO DE CHEIAS EM MOÇAMBIQUE - Como sair de uma crise





OBRIGADO!

Dinis Juízo, Ph.D.
Professor Catedrático de Hidrologia e Recursos Hídricos
Universidade Eduardo Mondlane
juizo@uem.mz

