

# **MOÇAMBIQUE:**

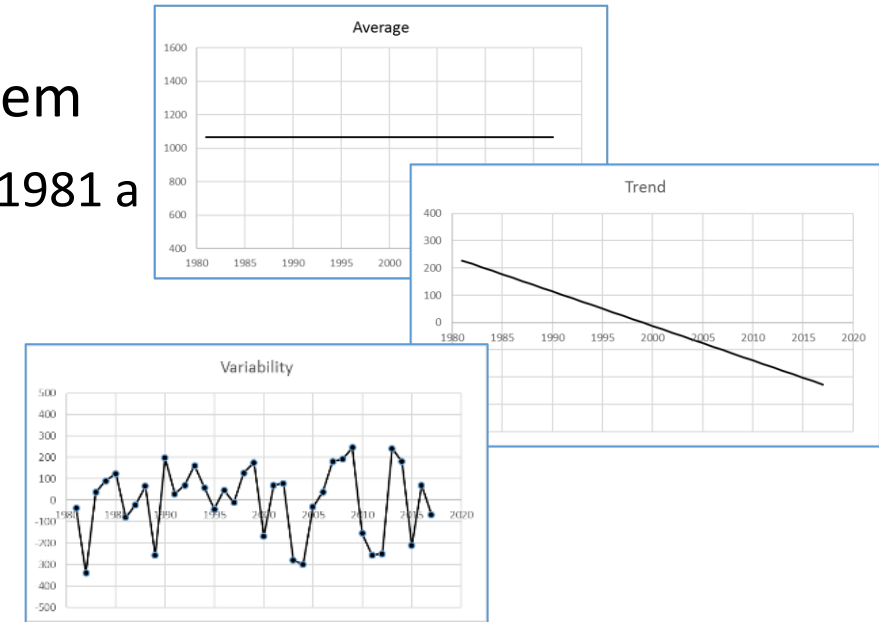
## **Análise de Riscos Climáticos**

# Objectivos



# Sumario

- Esta análise do risco climático de Moçambique baseia-se em
  - registos de **PLUVIOSIDADE** com dados de 36 anos (CHIRPS), de 1981 a 2015
  - registo de **TEMPERATURA** de 1981 a 2015
  - dados de satélite do **ÍNDICE DE VEGETAÇÃO** de 1981 a 2015
- Usaram-se: médias, variações e tendências.
  - Médias- descrevem as características gerais do clima
  - Variações interanuais- descrevem mudanças anuais de elevada frequência
  - Tendências- avaliam o grau e a direcção das variações de longo prazo
- Inclui análise específica do início, fim e duração da estação das chuvas- para descrição de **padrões e tendências de mudança nos calendários da estação de crescimento.**
- Analisados os **efeitos das fases da ENSO**, através do mapeamento das variações da pluviosidade entre as estações dominadas pelo El Niño e La Niña versus estações neutras.



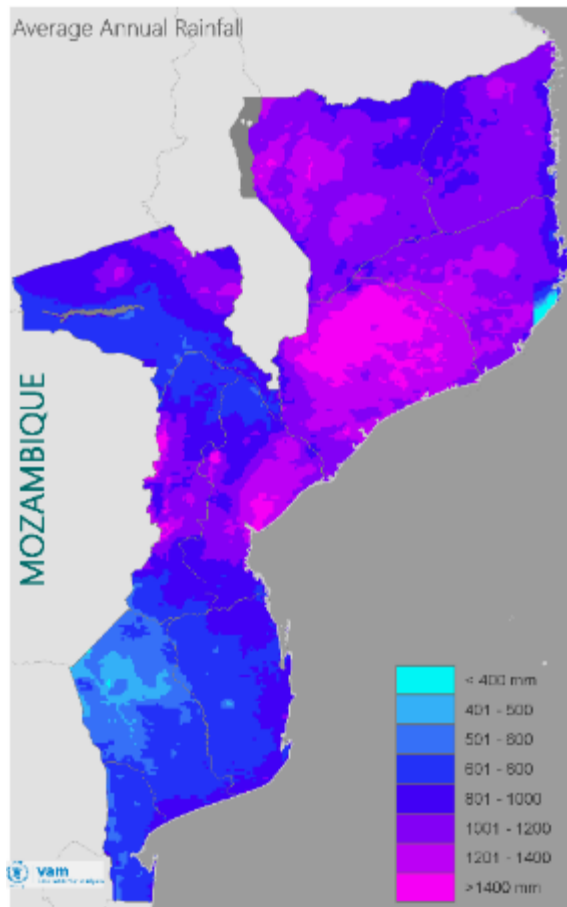
# MOÇAMBIQUE: Análise do Clima

## Verificação da consistência

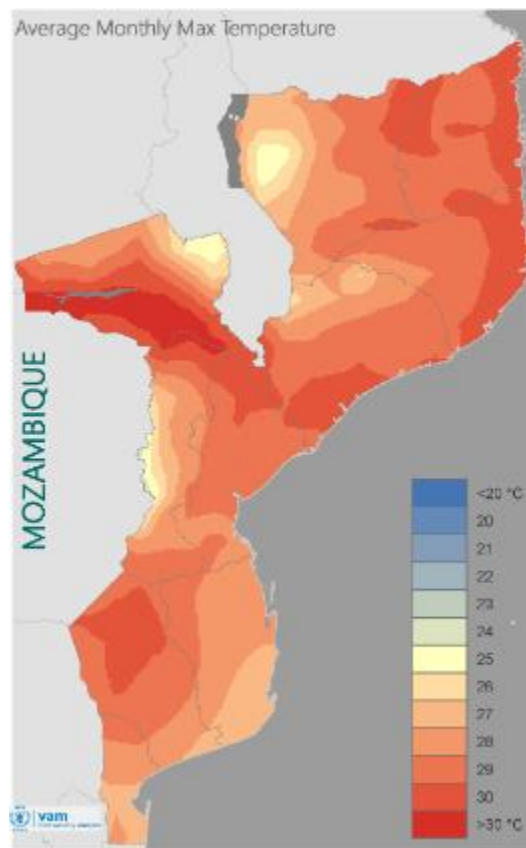
Média  
Variação  
Tendências  
Tendências sazonais

Média  
Variação  
Tendências  
Tendências sazonais

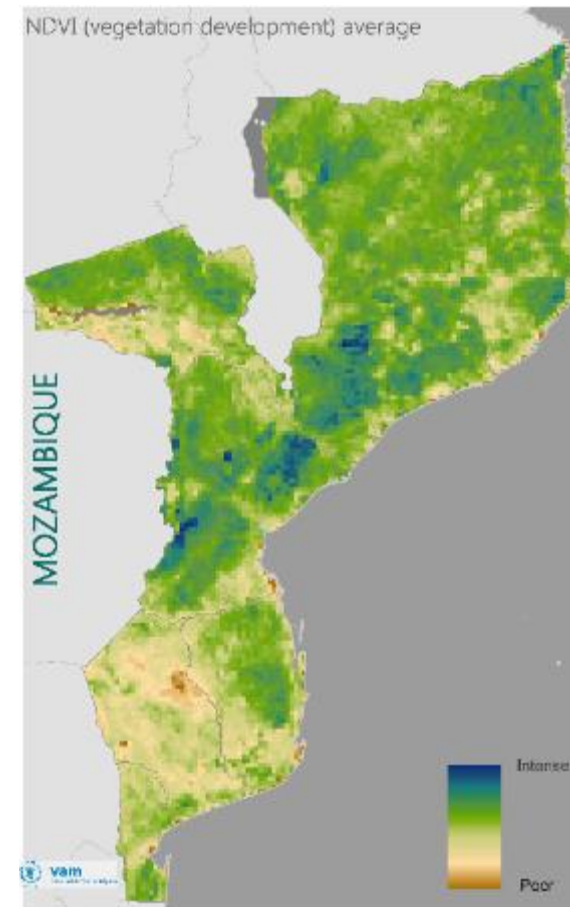
Média  
Variação  
Tendências  
Tendências sazonais



**Pluviosidade: CHIRPS**  
Dados matriciais aproximados gerais da pluviosidade.  
10 dias de intervalo, resolução de 5Km  
1981 – até à data



**Temperatura: CRU**  
Dados matriciais gerais da temperatura.  
Mensalmente (média da T máx., T média, T mínima)  
Resolução 0,5 deg  
1981-2015



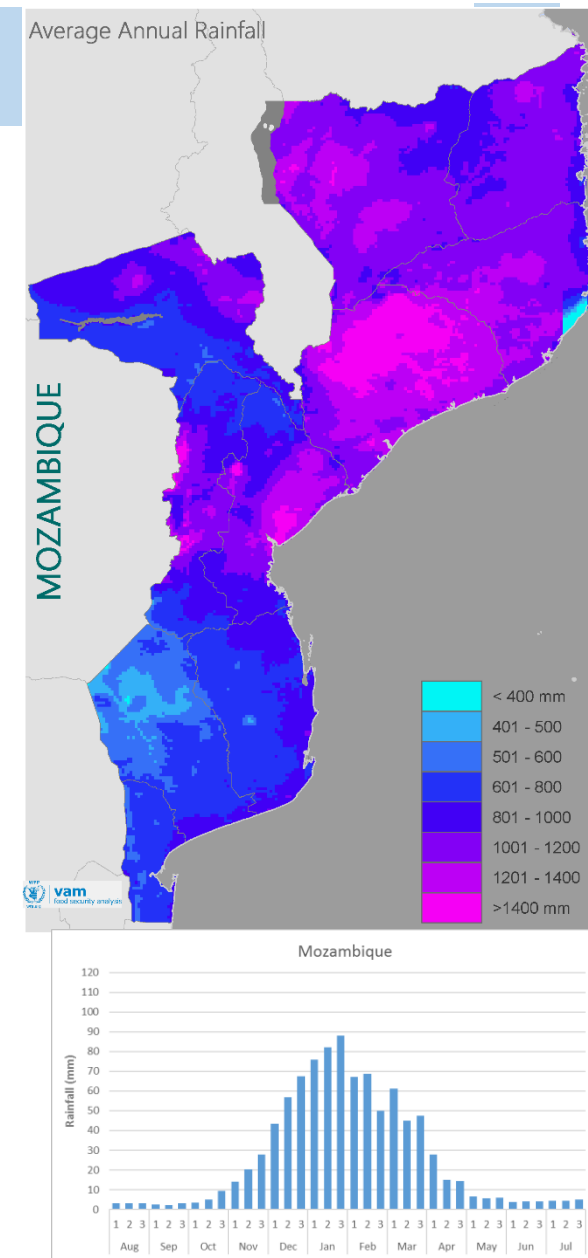
**Vegetação: NDVI**  
NDVI Global GIMMS.  
15 dias, resolução de 8Km  
1981-2015

# PLUVIOSIDADE

Confirma que

- **Estação das chuvas em Moçambique: Outubro a Maio**, com possibilidade de pequenas quantidades fora deste intervalo.
- Período de maior pluviosidade: **Dezembro a Janeiro**, com Janeiro a ser o mês maior pluviosidade em todo o País.
- Existe um claro **aumento na quantidade média da pluviosidade de sul para norte** e um aumento menor do interior para a zona costeira.
- **Zonas de menor pluviosidade: Maputo, Gaza e Inhambane e metade sul de Tete.** Zona oeste de Gaza, a pluviosidade é mais fraca, com quantidade sazonal de cerca de 500mm.
- **Zonas de elevada pluviosidade: Cabo Delgado, Niassa, Nampula e Zambézia.** Na Zambezia: quantidades sazonais podem atingir pouco mais de 2.000mm.
- Para além de mudanças plurianuais, o país sofre de uma **variação de pluviosidade interanual muito significativa**, particularmente nas zonas de maior seca do sul.

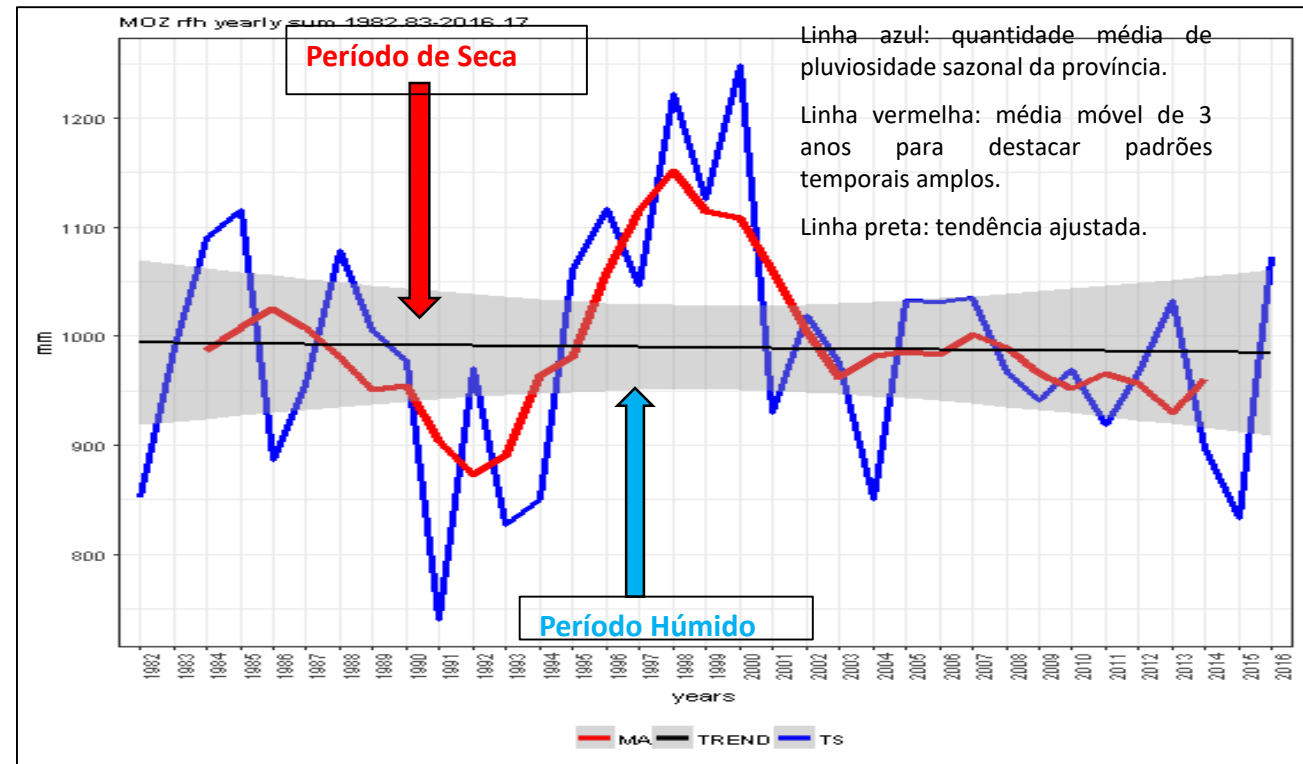
Fig.1 – Pluviosidade média anual



## Pluviosidade: Visão geral de longo prazo no País

- **1990-1995:** período com precipitação fraca que inclui 2 épocas de maior seca.
- **1996-2000:** Período extremamente húmido, com 3 maiores épocas chuvosas consecutivas.
- **2001-presente:** período de precipitação variável a volta da média com El Niño ocasional que induziu épocas de seca.
- variações significativas anualmente, com mudanças, por vezes, drásticas na pluviosidade de um ano para o outro (traço azul).
- não existe variações sazonais significativas (traço preto).
- Tendências: variações muito lentas de longo prazo.

## Pluviosidade sazonal em Moçambique 1982/83 a 2016/17



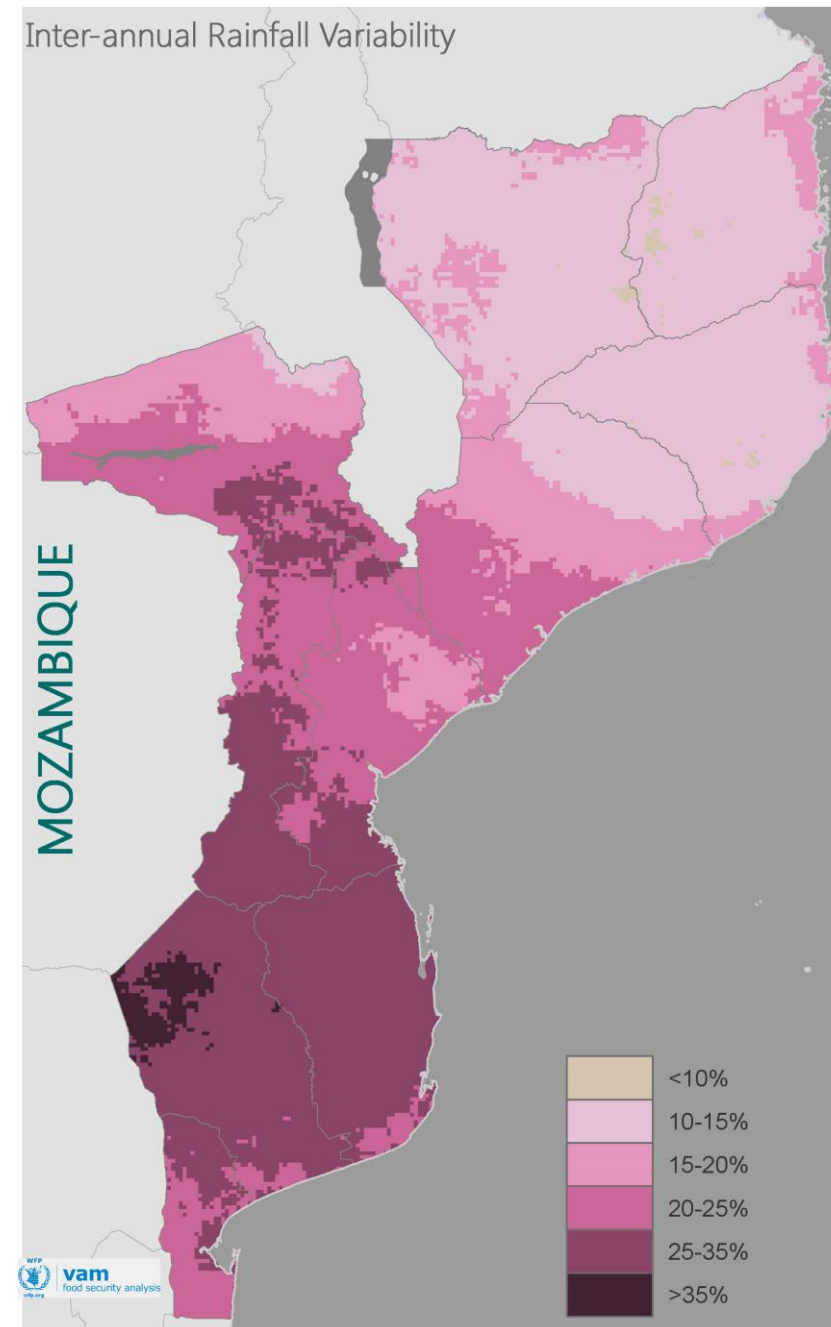
## Pluviosidade: Visão geral de longo prazo por província

- Nas três províncias do norte:
  - pluviosidade é menos variável (anualmente)
  - apresentam tendência para diminuição da pluviosidade sazonal
- Províncias do sul e centro: não apresentam tendência para o aumento da pluviosidade sazonal e apresentam variação interanual muito alta.
- Sequência do período de seca – época chuvosa: pode ser observada nas províncias do centro e norte

## Variação da pluviosidade interanual 1981-2016

- Variação interanual quantifica a variação da pluviosidade sazonal de uma estação para outra.
  - é mais elevada em Inhambane, Maputo e Gaza (particularmente a zona ocidental mais seca) que são zonas de menor pluviosidade sazonal, i.e., zonas mais secas, que são também mais variáveis ano após ano
- **é um factor climático de grande importância**, porque limita as opções de subsistência:
  - **grande variação da pluviosidade contribui para a adopção de estratégias e a mudança progressiva para meios de subsistência não agrícolas (da pastorícia, mineração).** Para além de um certo limite, os meios de subsistência agrícolas deixam de ser viáveis.
- inclui duas componentes: variações aleatórias de curto prazo anuais (dominante no País) e tendência temporal de prazo mais longo.
- **Zonas com maior variação interanual correspondem em grande parte às que apresentam maior risco de insegurança alimentar.**

Fig.3: Variação interanual da pluviosidade (CV) 1981-2016





## Tendências da pluviosidade anual (% / 10 anos)

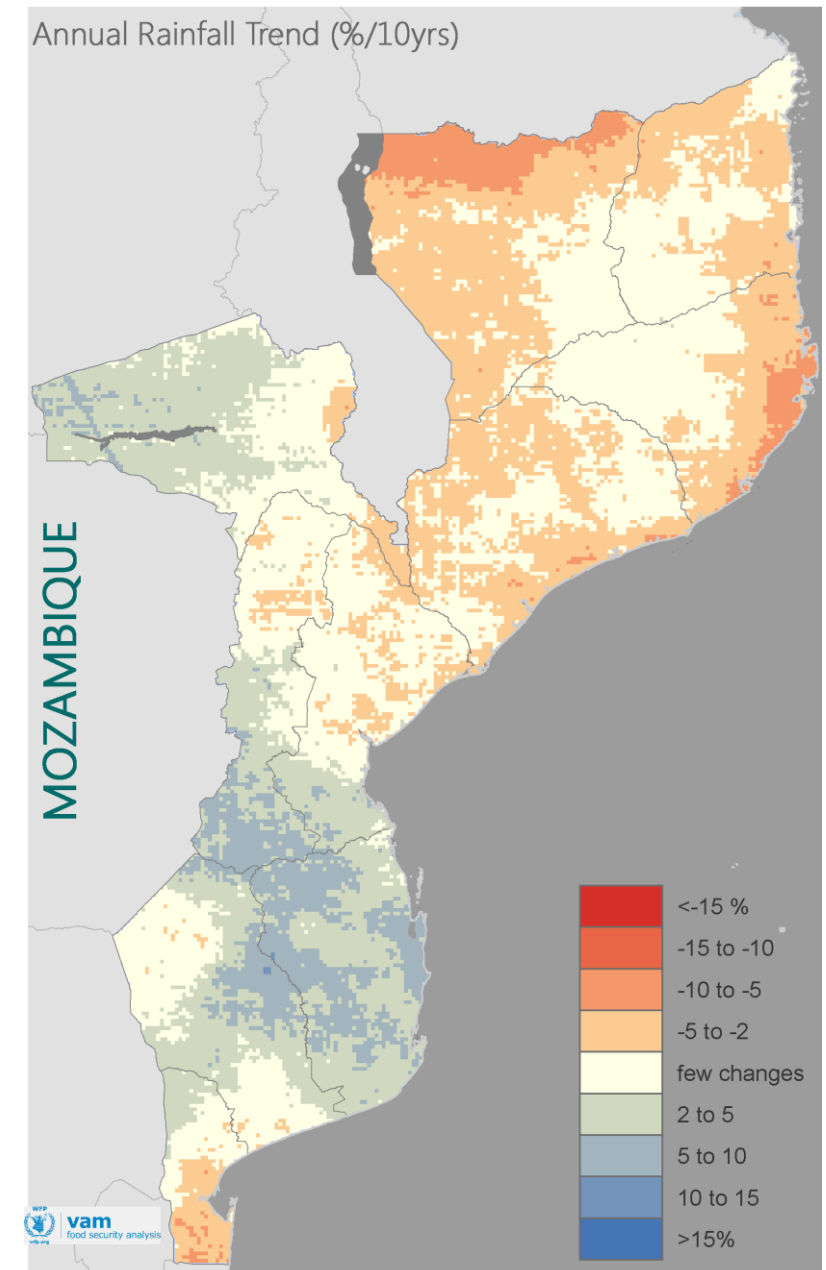
- Tendências da pluviosidade indica variações significativas a nível nacional
- Tendência de longo prazo da pluviosidade sazonal:
  - zonas sul e oeste apresentam tendência positiva (pluviosidade sazonal tende a aumentar) devido, principalmente, ao aumento, em Dezembro e Janeiro, do período de maior pluviosidade da estação.
  - regiões centro e norte têm tendências predominantemente negativas (pluviosidade sazonal tende a diminuir) devido principalmente, à diminuição da pluviosidade no início da estação (Outubro a Dezembro).
- A maior parte destas tendências de longo prazo é moderada, excepto nalgumas zonas do Niassa que fazem fronteira com a Tanzânia e algumas zonas do litoral de Nampula.

**Tendências:** Tendências quantificam tendências de longo prazo de uma dada variável, tal como, a pluviosidade.

Para a pluviosidade, as tendências expressam-se em mm/ano (mm de precipitação aumentada ou diminuída por ano). optou-se por expressar a tendência em termos de variação a cada 10 anos

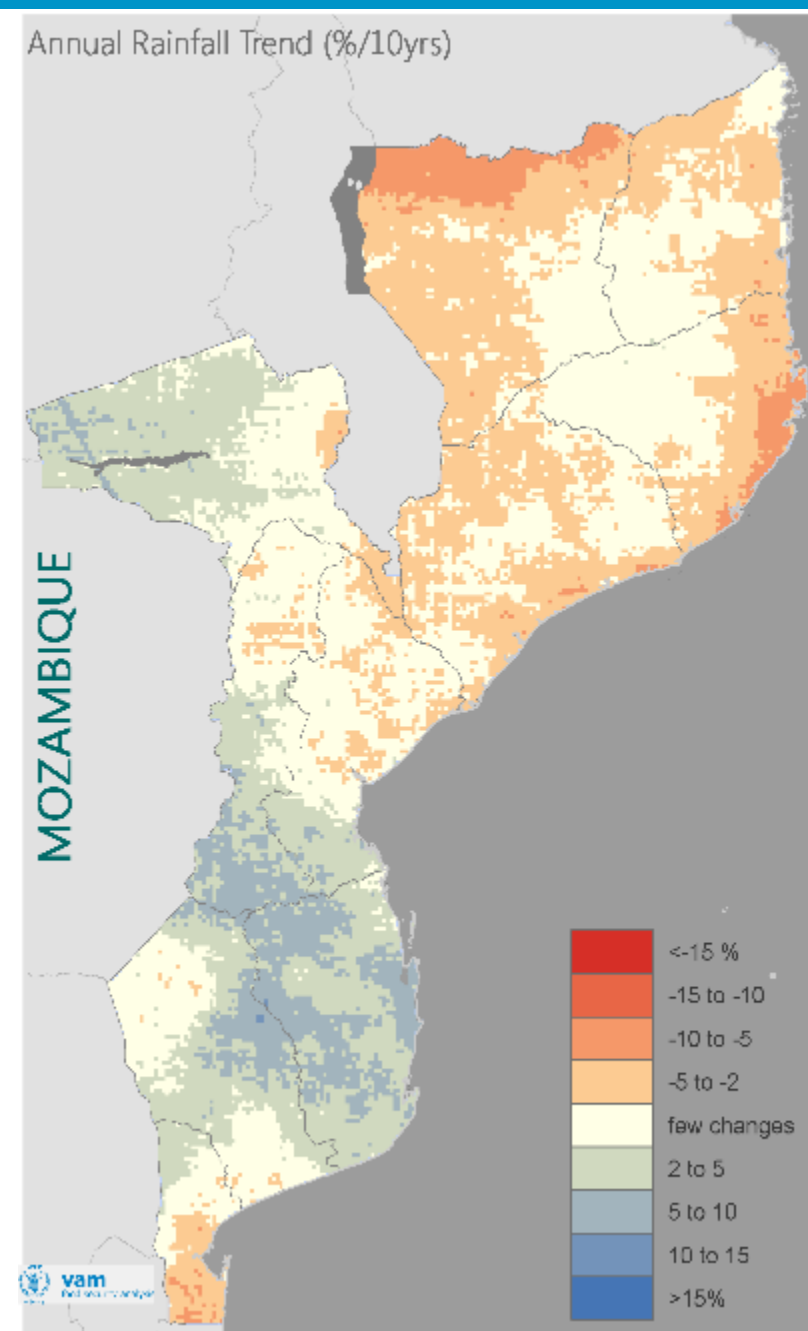
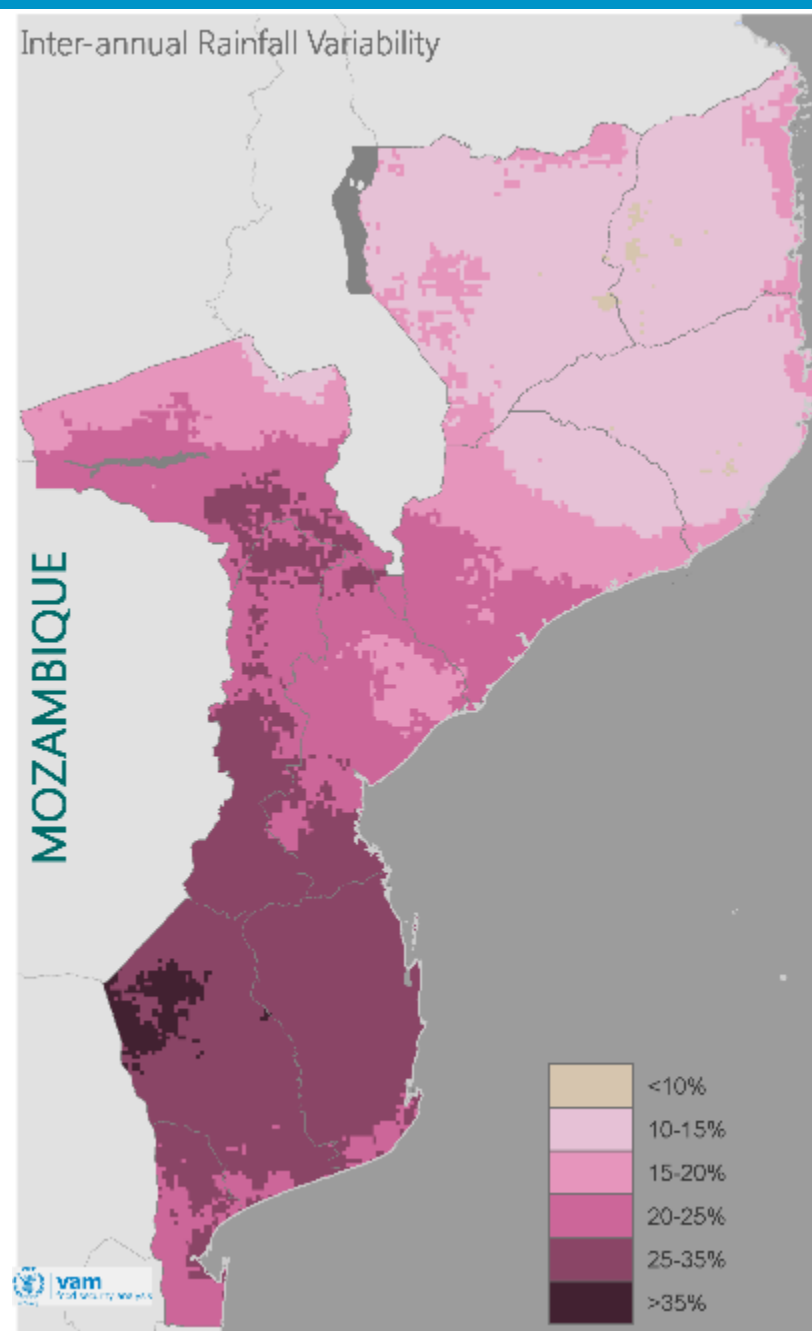
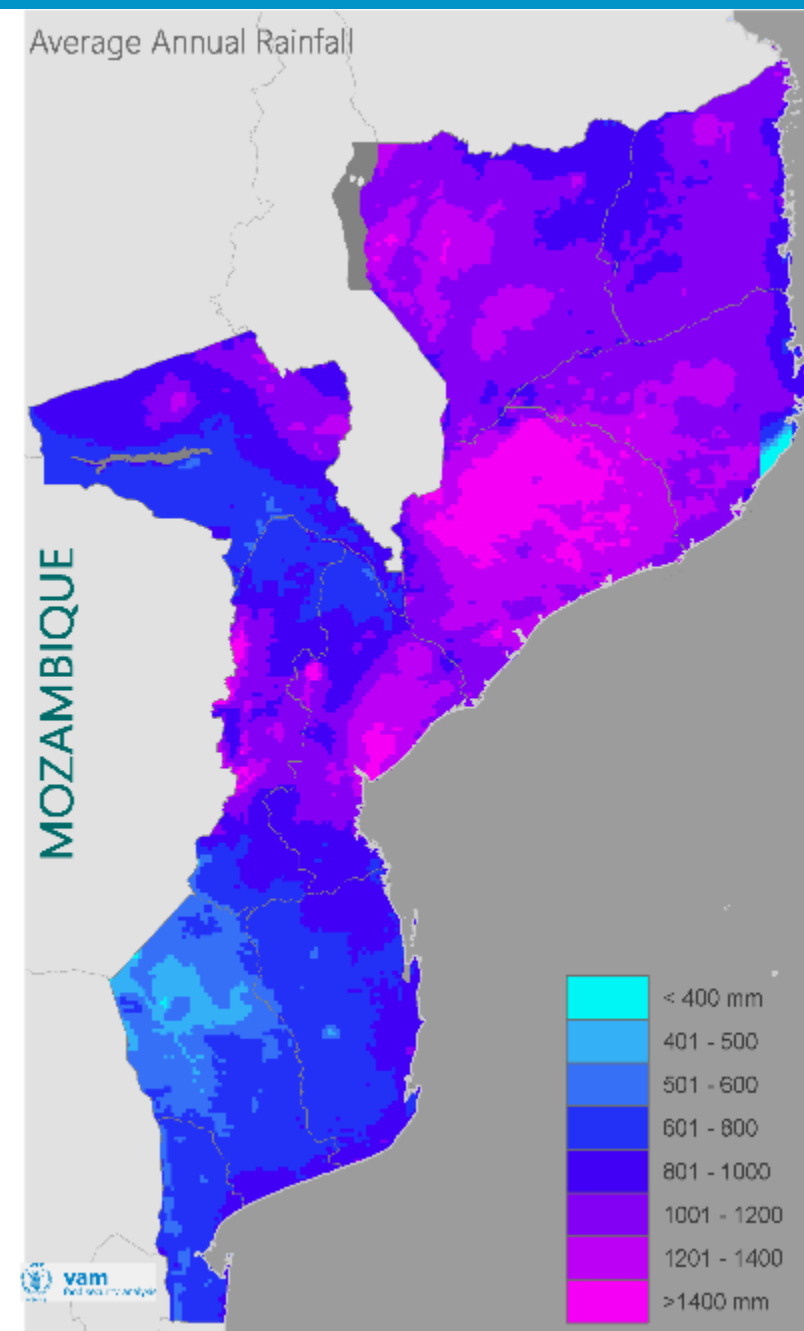
Exemplo: Uma tendência de -2,4 mm / ano para um local com pluviosidade média sazonal de 1.200 mm (Nampula) é aqui expressa em -2% / 10 anos. A mesma tendência para um local com pluviosidade sazonal média de 600 mm (Gaza) é expressa aqui como -4% / 10 anos, destacando o facto que em Gaza a mesma tendência leva à redução proporcionalmente maior da pluviosidade.

Fig.4: Tendência anual da pluviosidade (% / 10 anos)



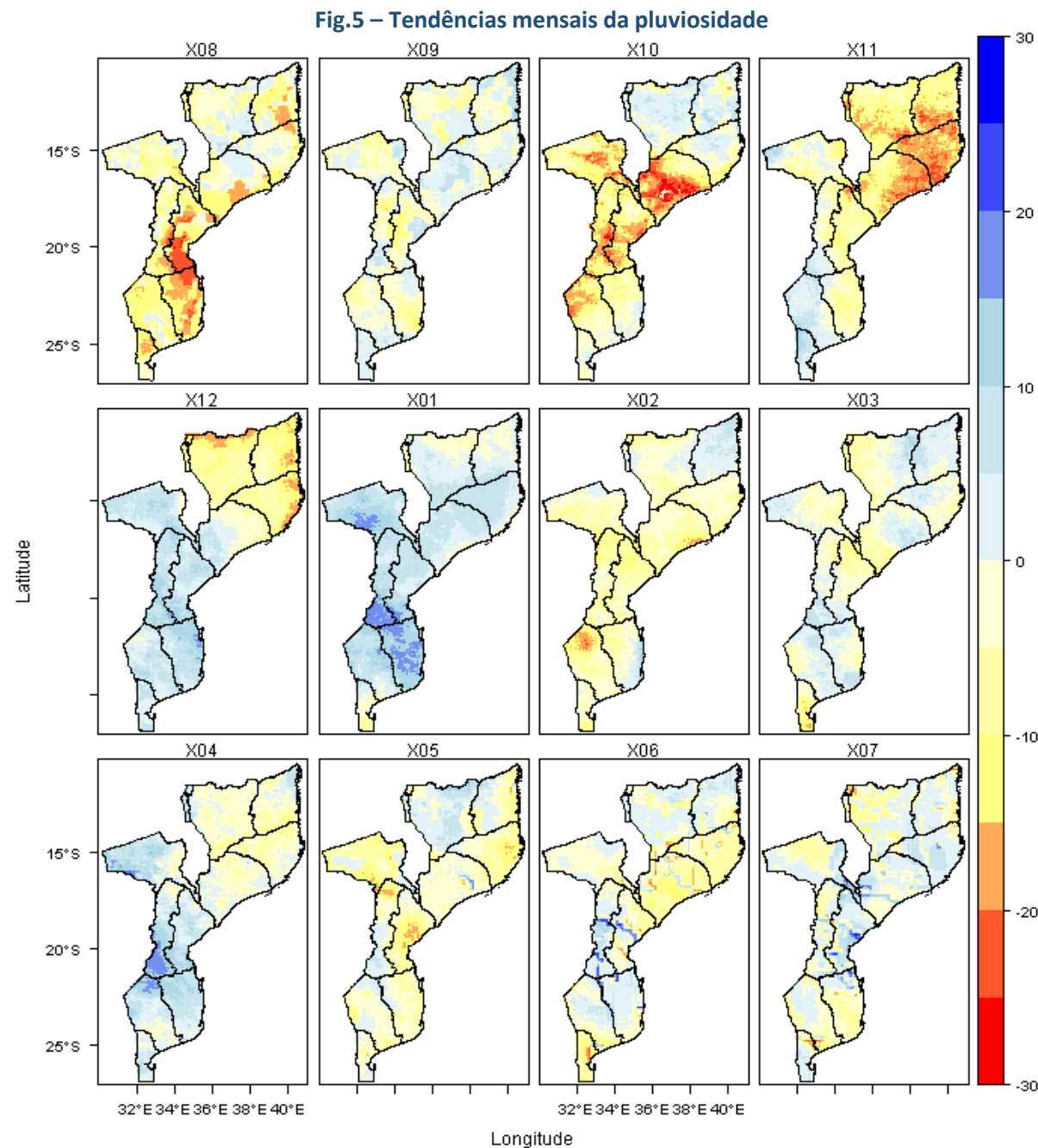


# Precipitacao: Media sazonal, variacao interanual e tendencias (%/10 anos)



## Tendências da pluviosidade mensal/ meses

- Diminuição na primeira metade e aumento na segunda metade da estação chuvosa
- Em Outubro e Novembro (e parte em Dezembro): Tendência negativa de pluviosidade, no centro e norte de Moçambique,
  - **Isto pode influenciar a tendência para o início tardio da estação de crescimento, devido à fraca pluviosidade cada vez mais frequente na fase inicial desta estação.**
- Dezembro e Janeiro, as tendências são, geralmente, positivas, em particular no centro e sul do país. Janeiro é o período de maior pluviosidade do país e tende a ficar cada vez mais húmido.
- Fevereiro e Março (segunda metade da estação): está menos definida, tendência para seca no sul de Moçambique, principalmente em Fevereiro.
- A partir de Abril, pluviosidade é relativamente pequena e as tendências tornam-se menos relevantes.



## Tendências da pluviosidade mensal por regiões

- Zona norte (azul- 3): tendências de diminuição de pluviosidade em Outubro e Novembro, mas mais negativas (diminuição) em Novembro e Dezembro, sem tendências significativas durante o resto da estação chuvosa.
- Zona centro (laranja- 2): tendências de diminuição de pluviosidade em Outubro e Novembro, com tendências de aumento ligeiro em Dezembro e Janeiro e diminuição moderada no resto do ano.
- Zona sul e oeste (verde- 4) indica as tendências decrescentes do início da estação chuvosa, mas aumento das tendências de pluviosidade, principalmente, em Dezembro e Janeiro.
- As tendências mensais confirmam as tendências gerais e acrescenta dados sub-sazonais úteis
  - A diminuição da pluviosidade sazonal no centro e norte do país resulta, principalmente, da diminuição significativa da pluviosidade durante a fase inicial da estação.
  - O aumento da pluviosidade sazonal nas regiões sul e oeste provém, principalmente, do aumento do período de maior pluviosidade da estação, com tendências moderadas para a fase inicial da estação cada vez mais seca.

Fig.6a: Zoneamento da tendência mensal da pluviosidade

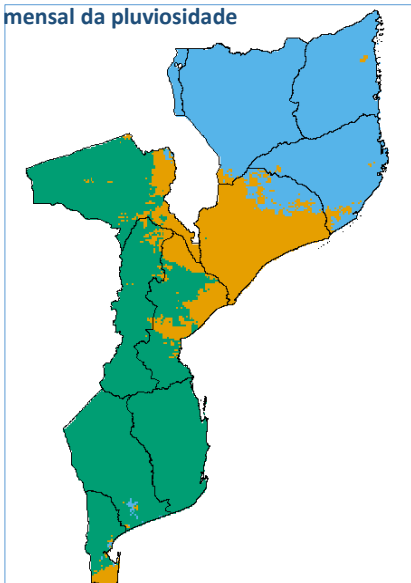
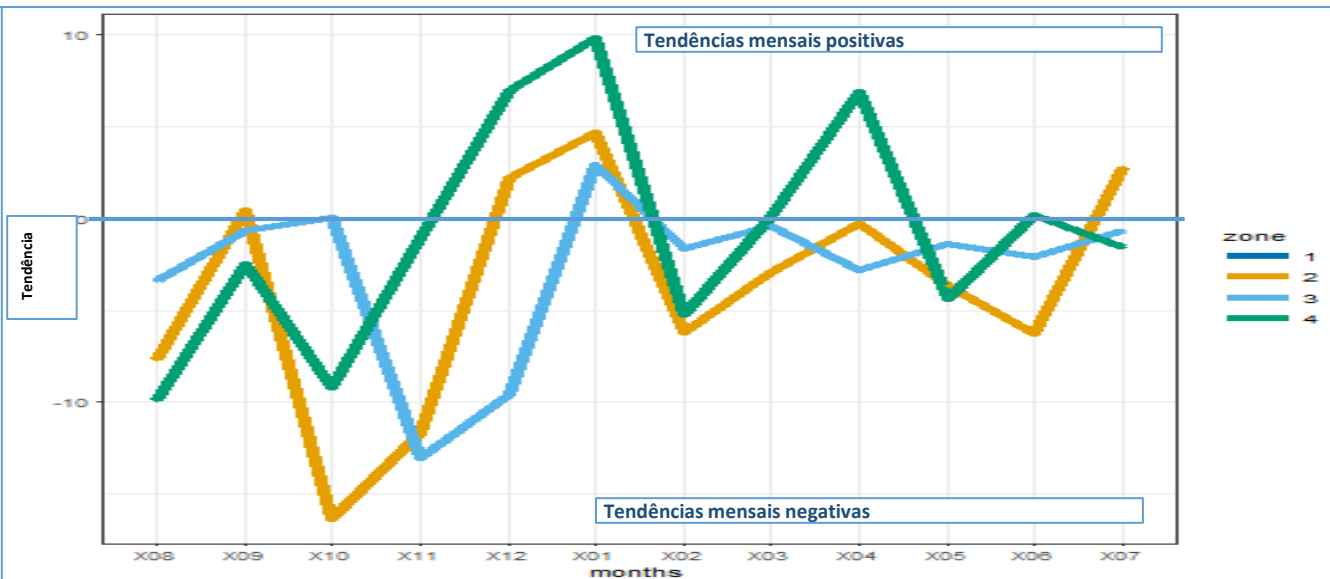


Fig.6b: Evolução temporal da tendência zonal mensal da pluviosidade



- **Media:**
  - Zonas com mais dias de precipitação: Zambézia e Niassa, zonas de Tete vizinhas do Malawi. Aqui, o número sazonal de dias de precipitação chega a 100, para um período de 130 a 140 dias da estação chuvosa.
  - Ocorrência de pluviosidade de menor frequência **em Gaza e oeste de Inhambane**, que correspondem a zonas de fraca pluviosidade sazonal, onde o número de dias de precipitação é, maioritariamente, entre 30 e 50, apesar de uma estação das chuvas relativamente longa. Isto sinaliza esta **região com probabilidade significativa de períodos de seca**.
- **Variação interanual** do número de dias de precipitação é maior na zona centro. No entanto, na zona onde a pluviosidade sazonal é mais variável (oeste de Gaza), o número de dias de precipitação tem uma variação relativamente baixa.
- **Tendência anual:** no número de dias de precipitação sazonal decrescente significativa a nível nacional
  - **diminuição acentuada nas províncias do Niassa, CD, Nampula e Zambezia com até menos seis dias de precipitação a cada 10 anos.**
  - **aumento moderado noutras regioes não superior a 2 dias por 10 anos.**
- Tendência na redução do número de dias de precipitação se concentrar na fase inicial da estação (Novembro a Dezembro).

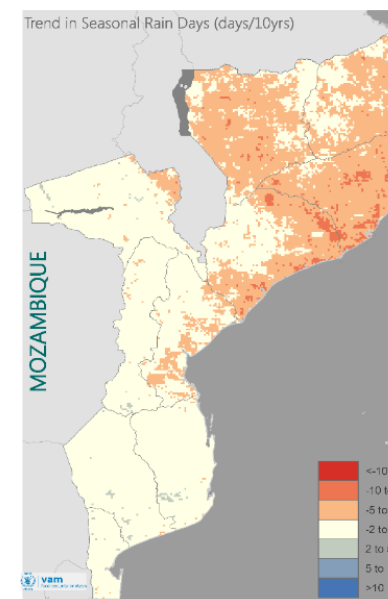
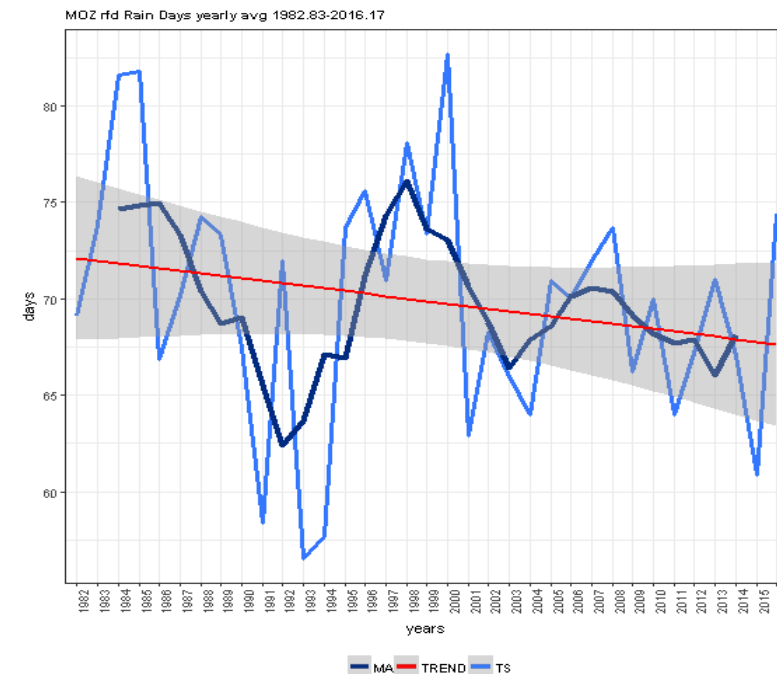


Fig.10: Tendência de dias de precipitação sazonal (dias/10anos)

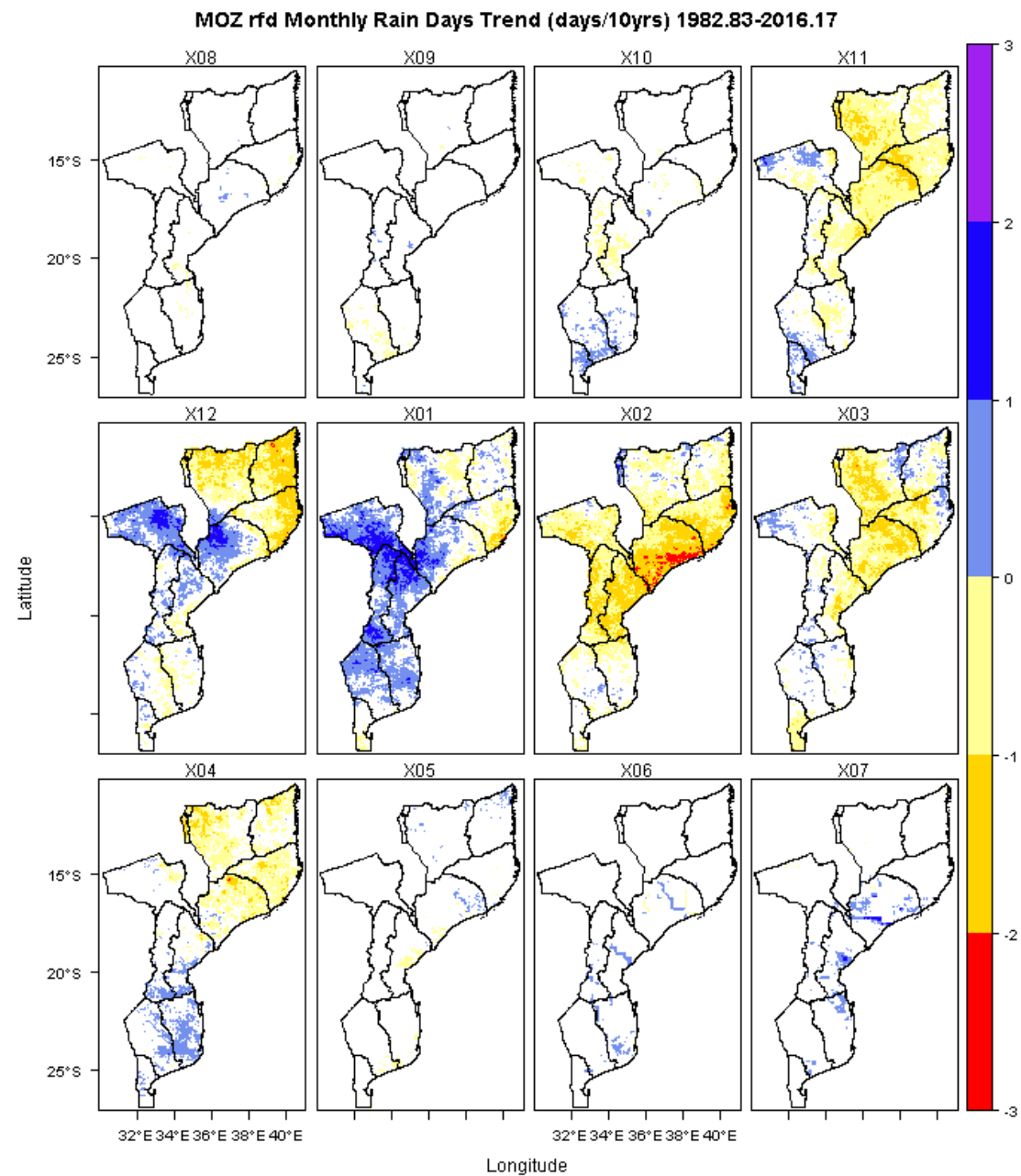
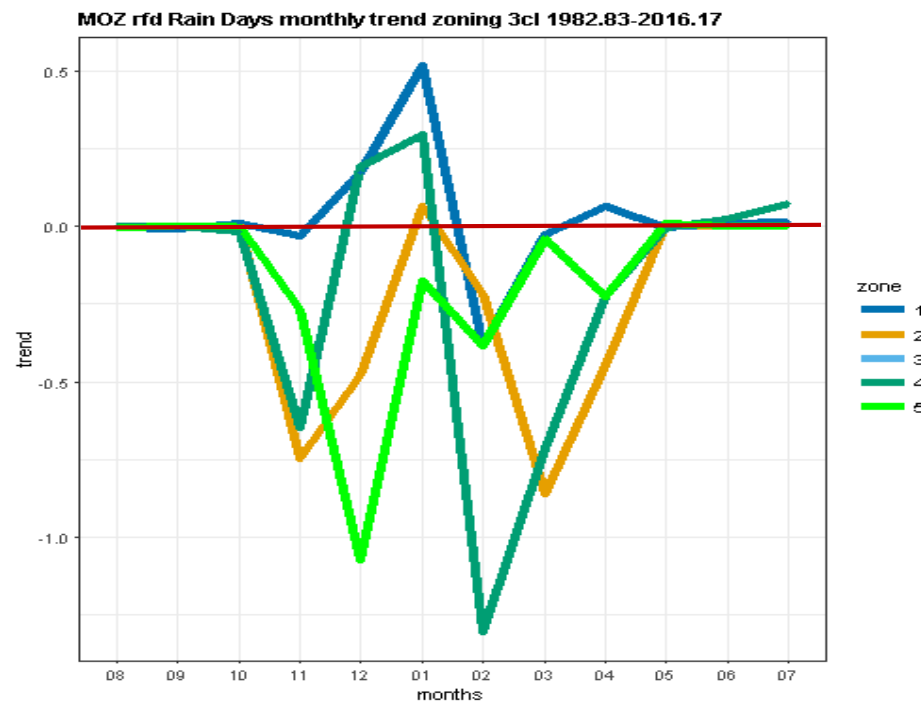
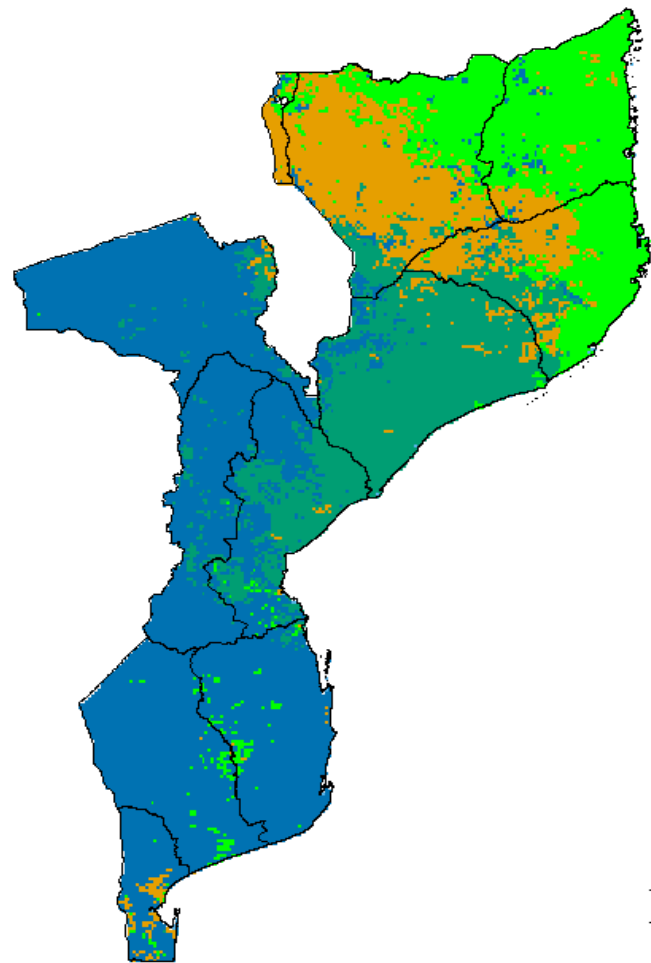


Fig. 12a: Zoneamento da tendência mensal dos dias de precipitação



## Tendências mensais de dias de precipitação/ região

A análise identifica as regiões onde as tendências mensais se comportam de forma semelhante.

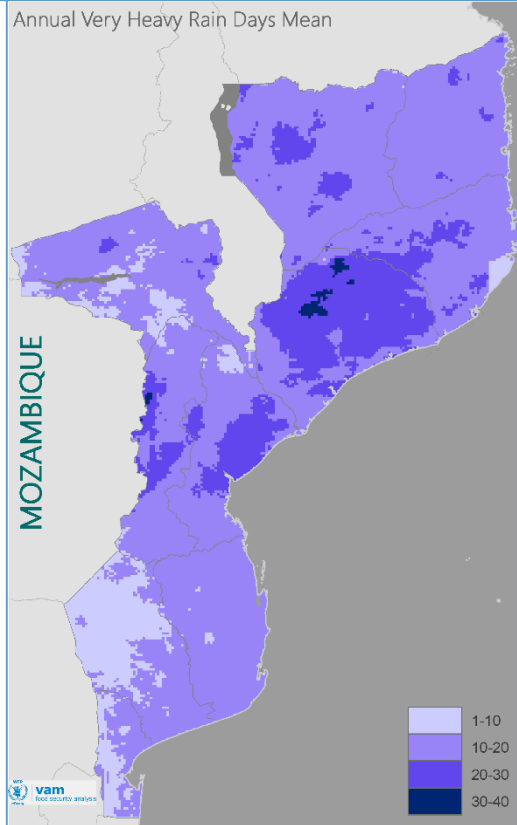
- **Zona 5 (verde claro)** é a área com número de dias de precipitação decrescente durante a estação, mas, em particular, em Dezembro.
- **Zona 2 (laranja)** indica, também, diminuição durante a estação, mas mais evidente em Novembro e Março.
- **Zona 4 (verde)** indica aumento moderado em Dezembro e Janeiro, mas grande diminuição em Fevereiro e Março.
- **Zona 1 (azul escuro)**, além de aumento moderado em Janeiro, indica apenas pequenas flutuações durante a estação.

Fig. 12b: Evolução sazonal da tendência mensal zonal dos dias de precipitação



# Dias de precipitação muito forte

Fig. 13: Média anual de dias de precipitação muito fortes



- **Precipitação muito forte define-se como dias com mais de 20mm de pluviosidade.**
- dias de **precipitação forte** prevalescem na província da Zambézia, zona com maior pluviosidade do país.
- Estes eventos de pluviosidade forte têm tendência moderada para diminuir na zona norte do país, reflectindo as tendências da pluviosidade sazonal e do número de dias de precipitação.
- épocas de seca são mais longas, mas também mais variáveis nas zonas mais secas do país.

Fig. 14: Tendência anual de dias de precipitação muito forte (% dias/10 anos)

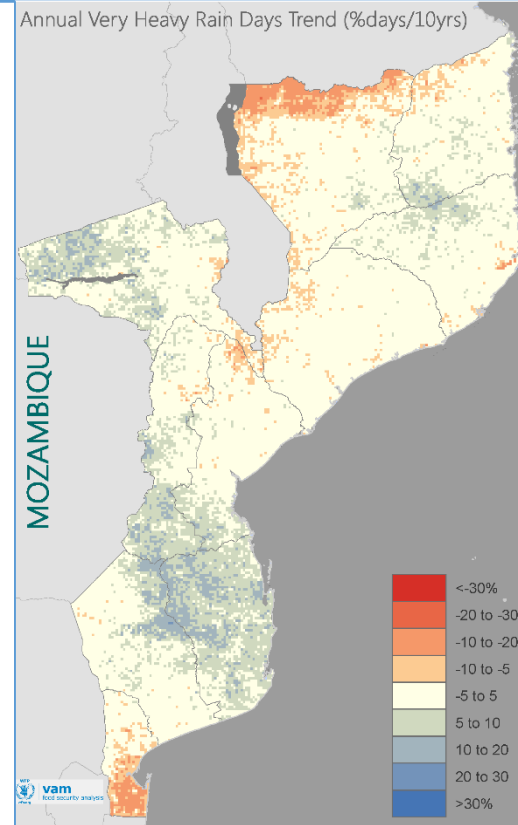
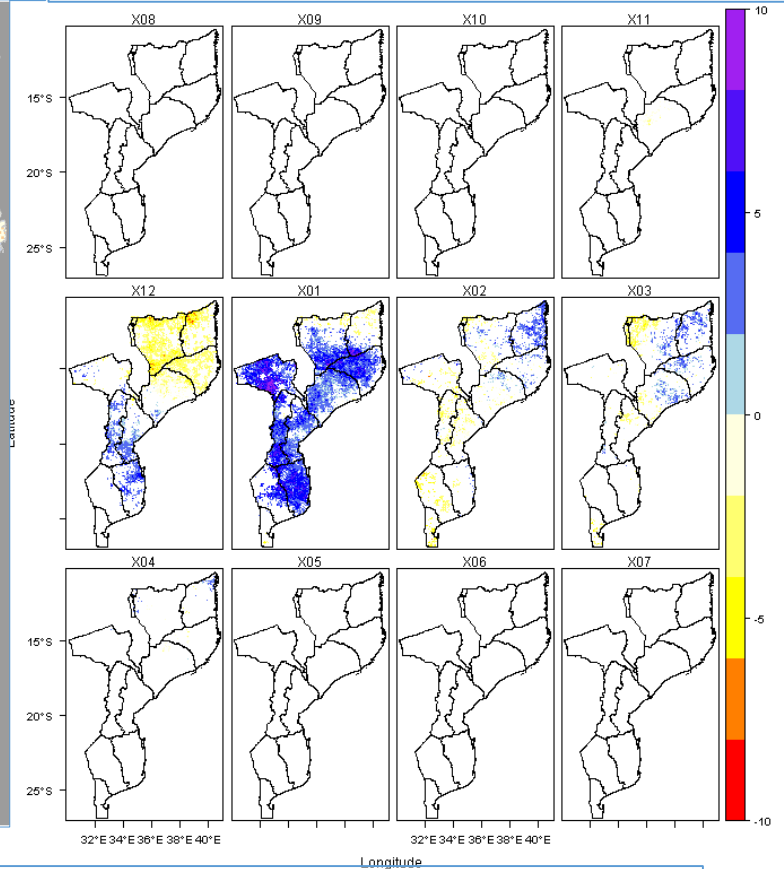


Fig. 15: Tendência mensal de dias de precipitação forte (dias/10 anos)



## Dias de precipitação muito forte: Média

Na província da Zambézia predominam dias de precipitação forte (entre 30 e 40 por estação) com bolsas na província de Sofala.

A frequência é mais fraca na parte ocidental da província de Gaza, onde em média se regista menos de 10 por estação.

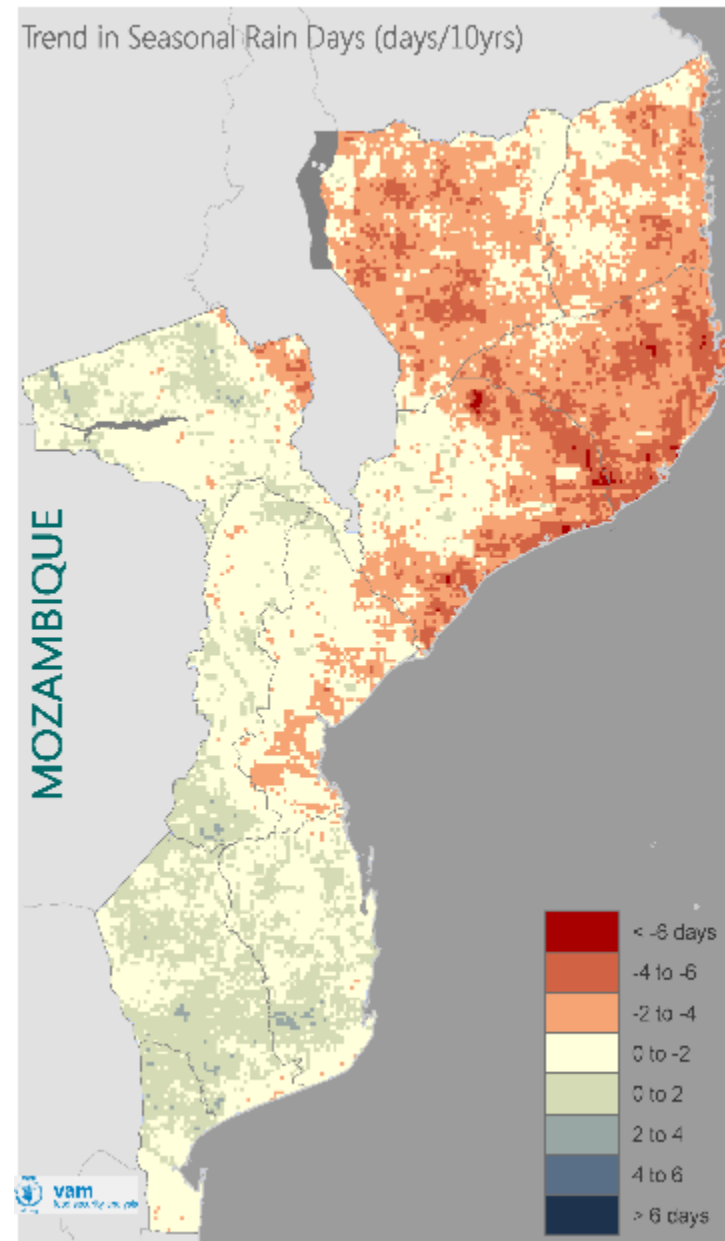
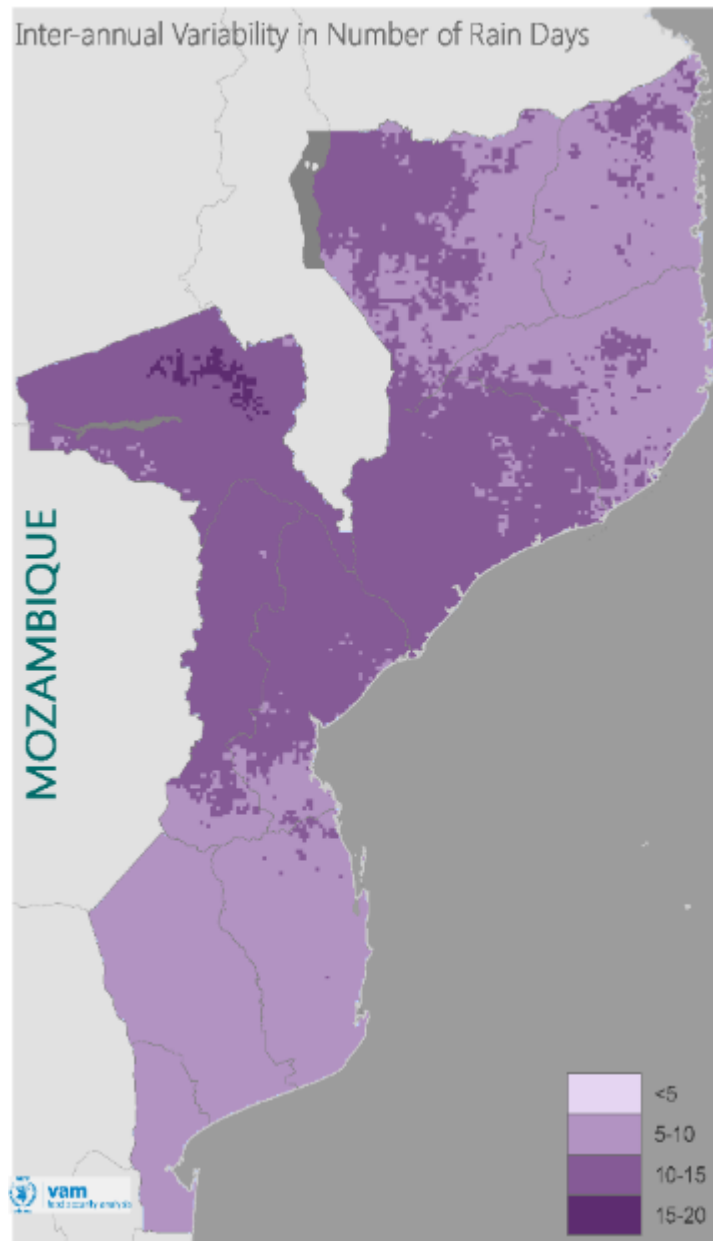
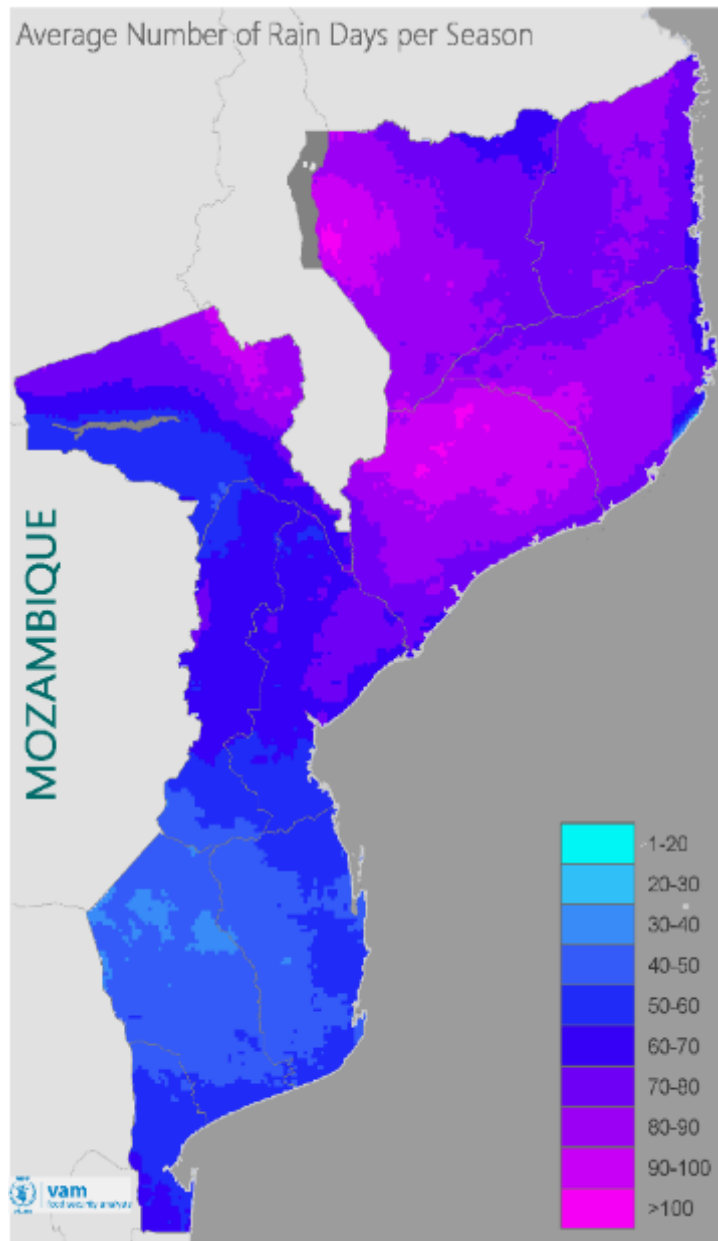
## Dias de precipitação muito forte: Tendências

No sul e oeste do país, o aumento do número de dias de pluviosidade muito forte é digno de nota, acompanhando a tendência de aumento da pluviosidade sazonal.

No norte, a tendência é diminuição ao longo da fronteira com a Tanzânia e o Malawi, e aumento muito moderado nos outros locais. O aumento dos dias de precipitação forte concentra-se principalmente em Janeiro (e alguns de Fevereiro a Março no norte), com Dezembro a dar menor contribuição.



# Precipitacao diaria: media, variacao e tendencias a longo prazo



## Períodos de seca: Média/Variação

- A quantidade de pluviosidade sazonal não é suficiente para avaliar a qualidade da estação de crescimento; a distribuição da pluviosidade é, igualmente, importante, em particular a ocorrência de períodos de seca que podem ser longos o suficiente para superar a resistência natural das culturas agrícolas.
- A presente secção analisa a ocorrência de períodos de seca durante o período sazonal principal de Dezembro a Fevereiro (DJF).
- zonas com os períodos de seca mais longos (20-25 dias) encontram-se nas províncias de Gaza e Inhambane.
- períodos de seca médios mais curtos ocorrem nas províncias do norte distante do litoral com duração de 5-10 dias.
- Regiões com períodos de seca médios relativamente longos apresentam, também, variação interanual muito grande (Fig. 17) durante o período de seca (6 a 8 dias).

Fig. 16: Período de seca mais longo em DJF

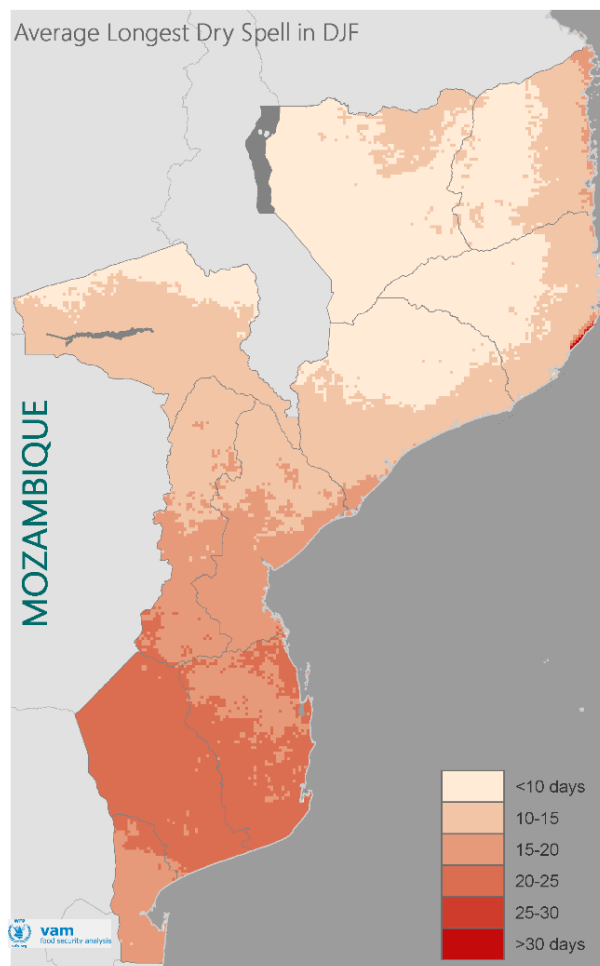
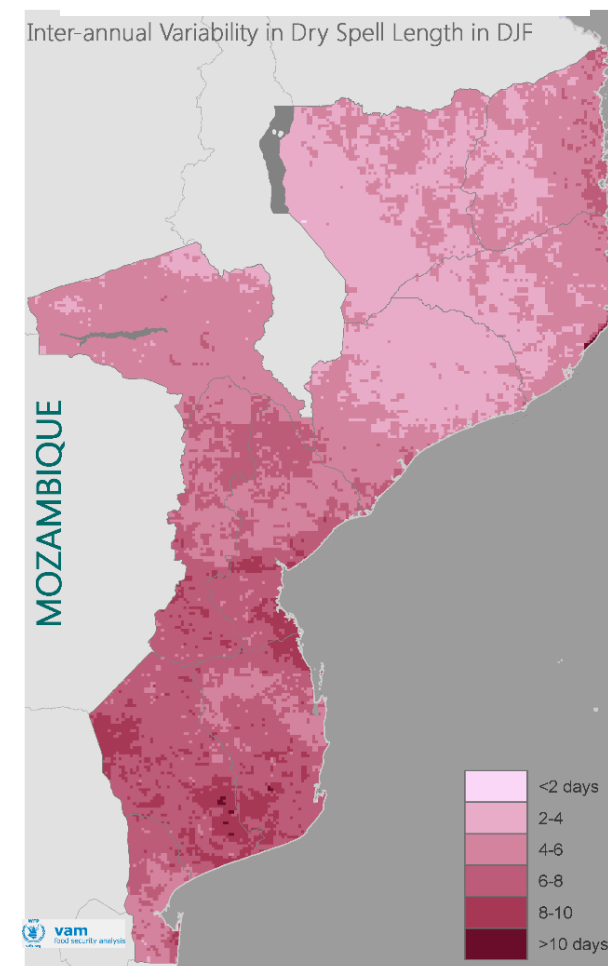


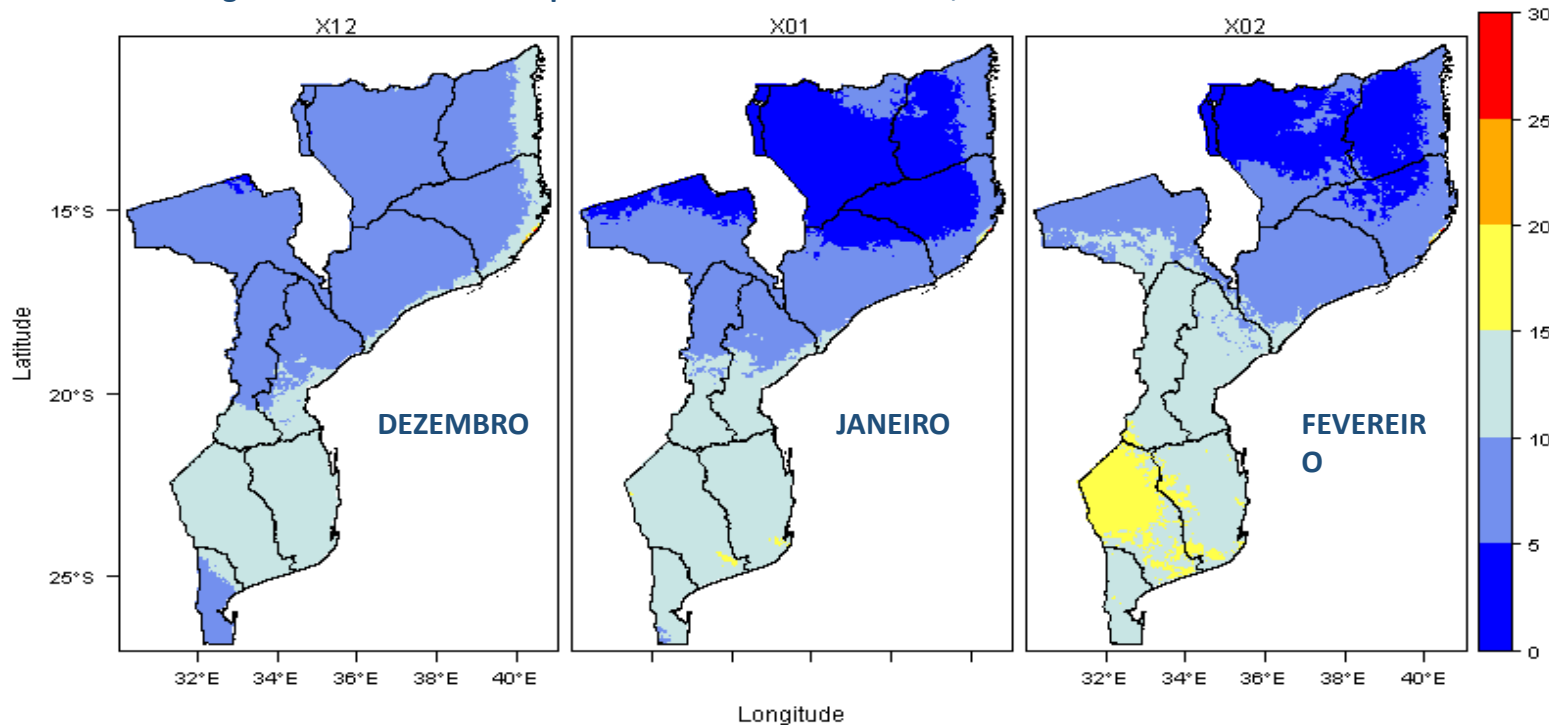
Fig. 17: Variação interanual durante o período de seca



***Períodos de seca definem-se como períodos contínuos de pluviosidade inferior a 2mm. Quantidades inferiores a 2mm são consideradas como não conferindo benefício à vegetação ou às culturas agrícolas. [Ref. De Groen and Savenije (2006)].***

***A análise debruça-se sobre o período de seca mais longo do período sazonal principal de Dezembro a Março. Daí obtém-se um valor por estação, que é, então, analisado da forma normal.***

Fig. 18: Média máxima do período de seca em Dezembro, Janeiro e Fevereiro

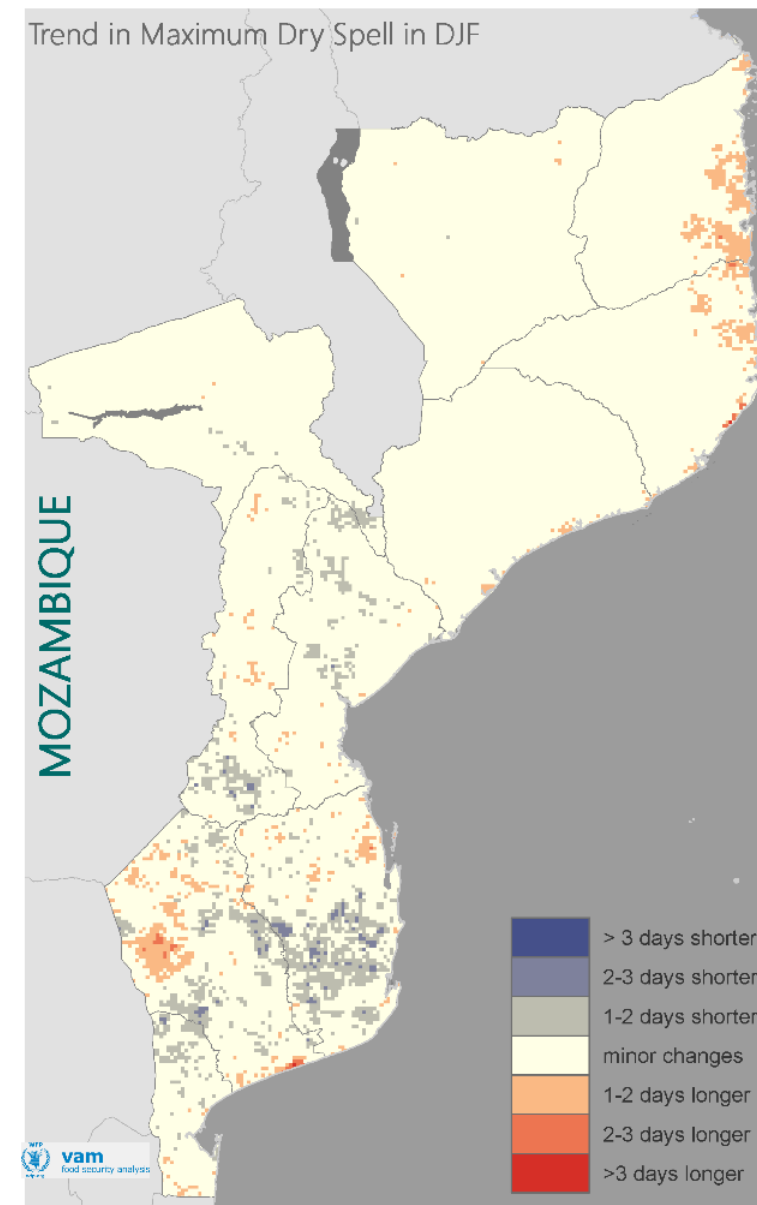


Os cálculos foram efectuados mensalmente, uma vez que o período seco mais longo de DJF poderia ser influenciado por eventos de fim precoce ou início tardio da estação (Fig. 18).

Para os dois meses principais da estação (Dezembro e Janeiro) na metade sul do país, a média do período de seca mais longo é de 10-15 dias, ao contrário de 5-10 dias na metade norte e até menos de 5 dias nas zonas mais a norte do país. Em Fevereiro, a duração média do período de seca mais longo aumenta para 15 a 20 dias na província de Gaza.

A duração dos períodos de seca indica **tendência moderada para a diminuição nas províncias do sul e centro, excepto na zona oeste de Gaza, onde se observa tendência inversa. No norte do país, a tendência é de semanas, excepto para a tendência de aumento dos períodos de seca ao longo da costa.**

Fig. 19: Tendência no período de seca máximo em DJF



## Temperatura: Média de longo prazo

- T máx. : valores mais elevados na metade sul da província de Tete, costa norte e a zona ocidental da província de Gaza.
- T mín. : mais elevadas podem ser observadas ao longo da costa norte, enquanto que as mais baixas se encontram na província de Gaza.
- Gaza tem a amplitude de temperatura mais alargada
- O país tem um perfil de temperatura sazonal simples com a mínima em Julho (inverno) e o pico em Novembro para a T máx. e, em Dezembro, para a T mín.

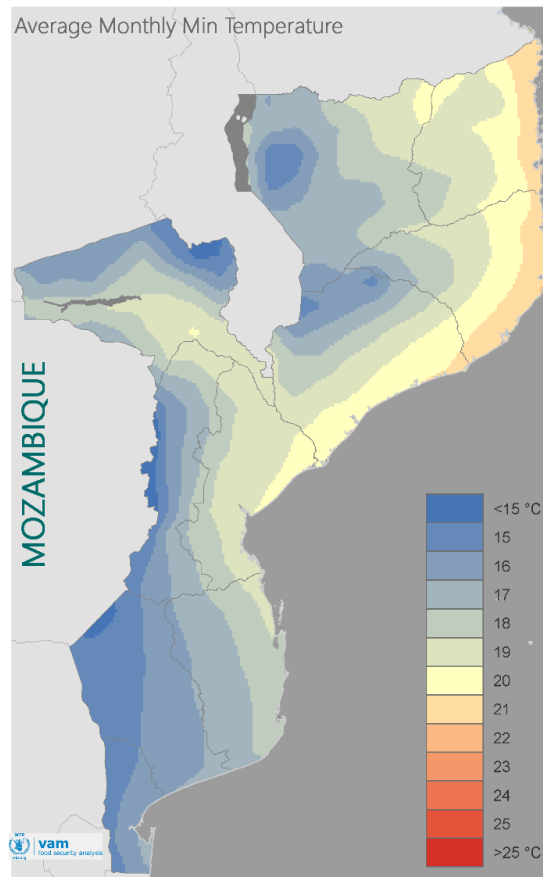
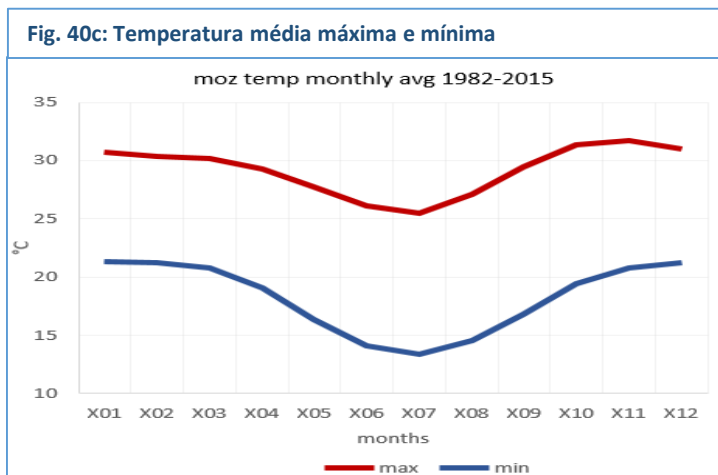


Fig. 40b: Temperatura média mín. mensal

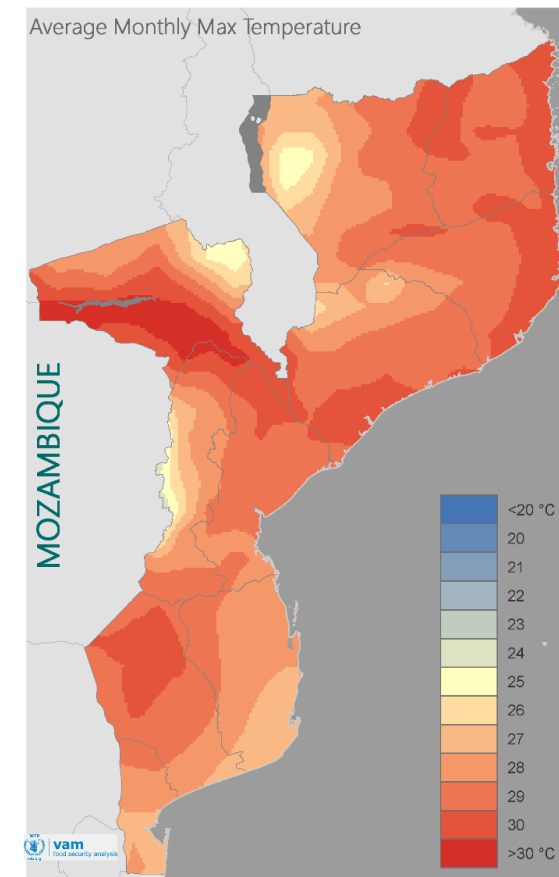


Fig. 40a Temperatura média máx. mensal

- Os padrões da temperatura indicam
  - fraca tendência para T máx. e min.
  - O aumento da T máx. está concentrado principalmente na estação das chuvas e é mais acentuado na região sul e centro;
  - a T mín. indica diminuição no sul do país, principalmente na segunda metade da estação das chuvas.

## Temperatura: Tendências

O aumento da temperatura pode afectar, directamente, as culturas agrícolas, caso atinja extremos a ponto da fisiologia das culturas agrícolas sofrer. Além disso, as temperaturas mais elevadas aumenta a procura de água imposta às culturas agrícolas pelo ambiente, um dos mecanismos de impacto da seca.

**Tendência para o aumento da temperatura máxima é evidente (Fig. 41a). A tendência é maior a sul e oeste do país.** A temperatura mínima, pelo contrário, apresenta ligeira tendência em todo o país (Fig. 41b).

Em qualquer caso, estas são tendências muito moderadas, em particular para a temperatura mínima. As variações interanuais são mais significativas e o aumento da temperatura associado ao défice de precipitação pode ter impacto grave no desenvolvimento das culturas agrícolas (Fig. 42a e 42b).

Fig. 42: T máx. sazonal em Moçambique

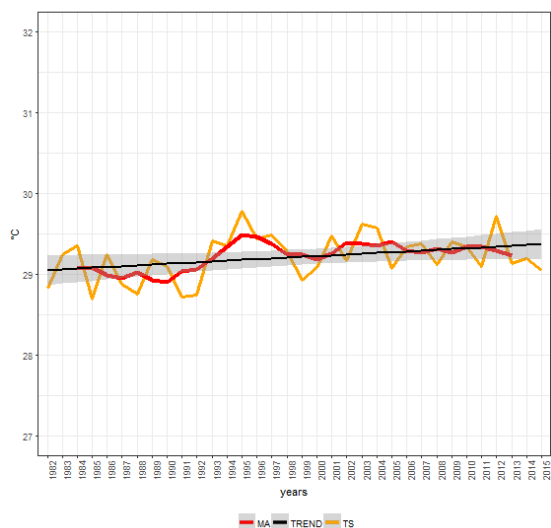


Fig. 42b: T mín. sazonal em Moçambique

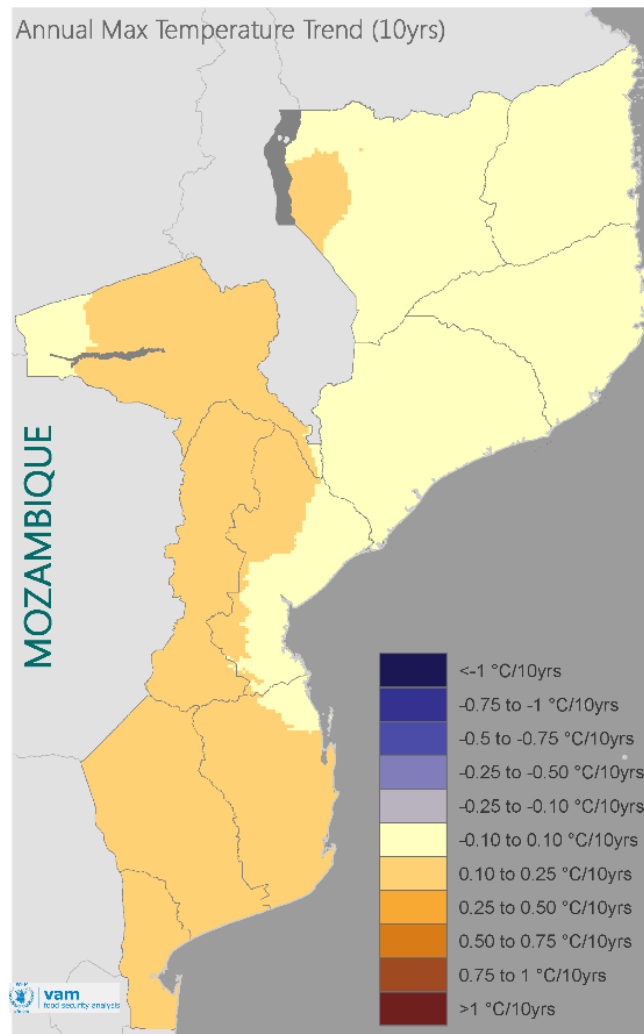
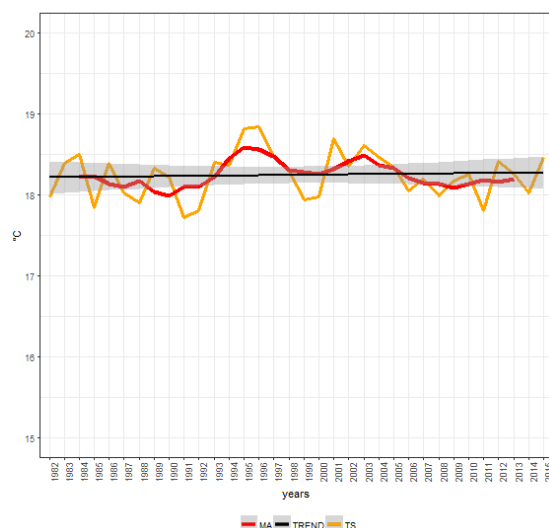


Fig. 41a: Tendência da temp. máx. anual

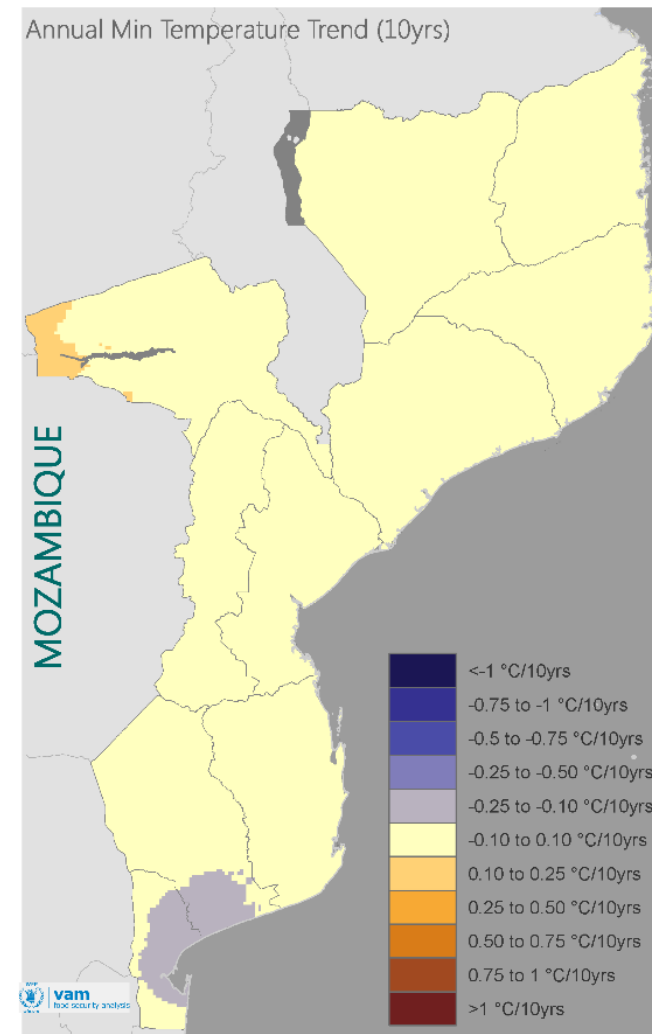


Fig. 41b: Tendência da temp. mín. anual

## Temperatura máx.: Tendências mensais

- temperatura máxima aumenta principalmente em Outubro-Novembro e em Fevereiro-Março.
- aumento mais forte ocorre na Zona 1 (a azul escuro), i.e., Maputo, Gaza e Inhambane, durante Outubro e Novembro.
- tendência para o aumento da procura de água durante a fase inicial do desenvolvimento das culturas.
- As quatro províncias mais a norte são as que apresentam tendências mais modestas.

Fig. 43a: Tendências mensais da T máx.

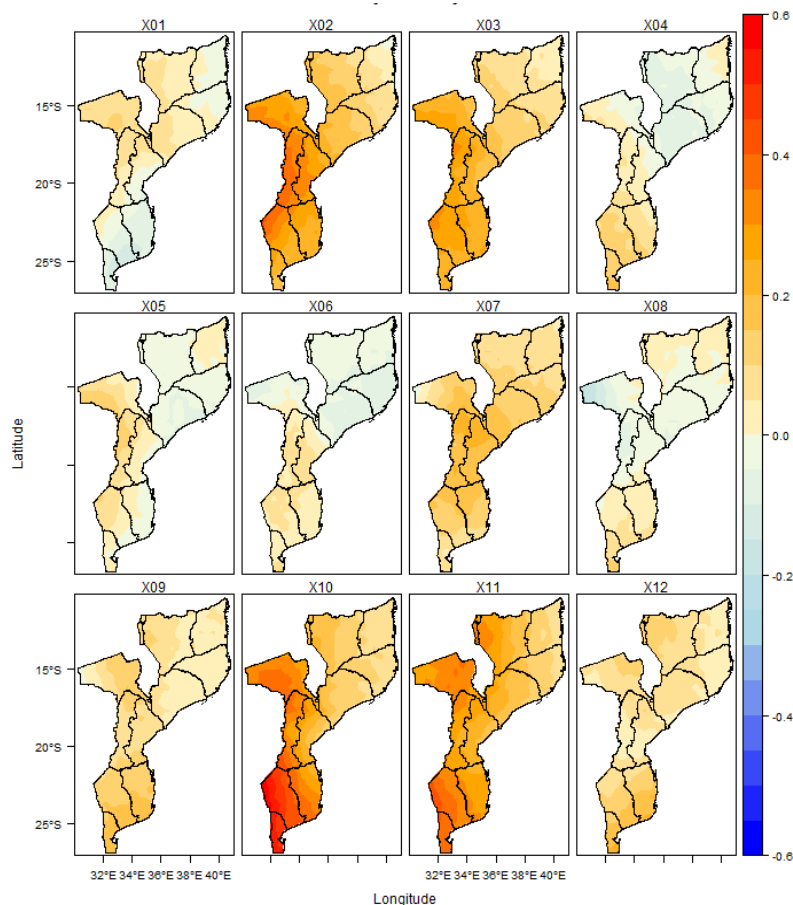


Fig. 43c: Evolução sazonal da tendência mensal zonal da T máx.

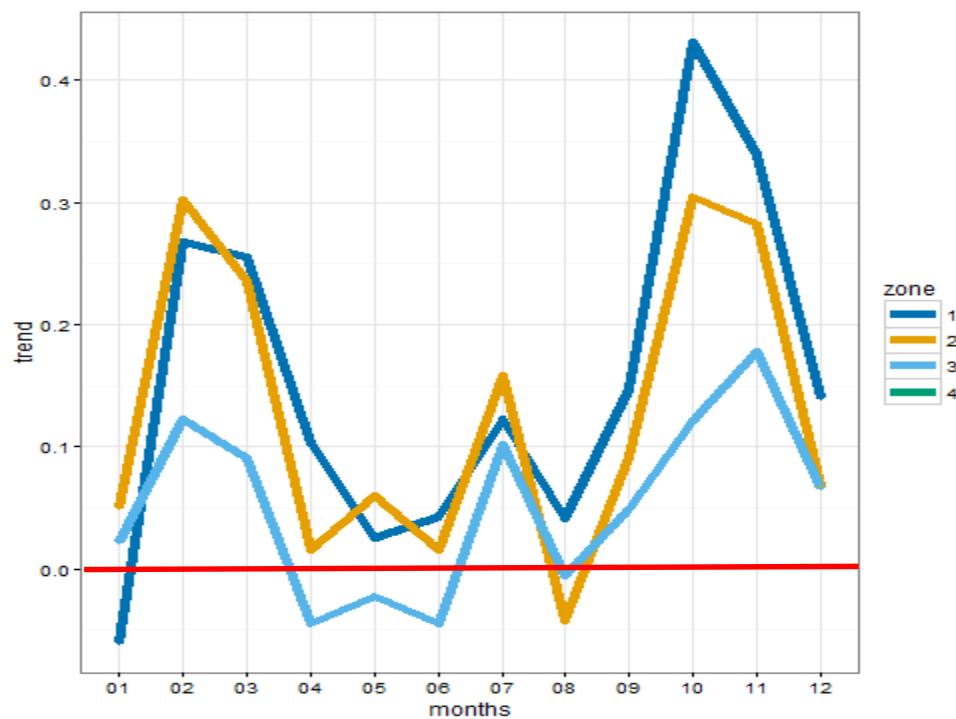
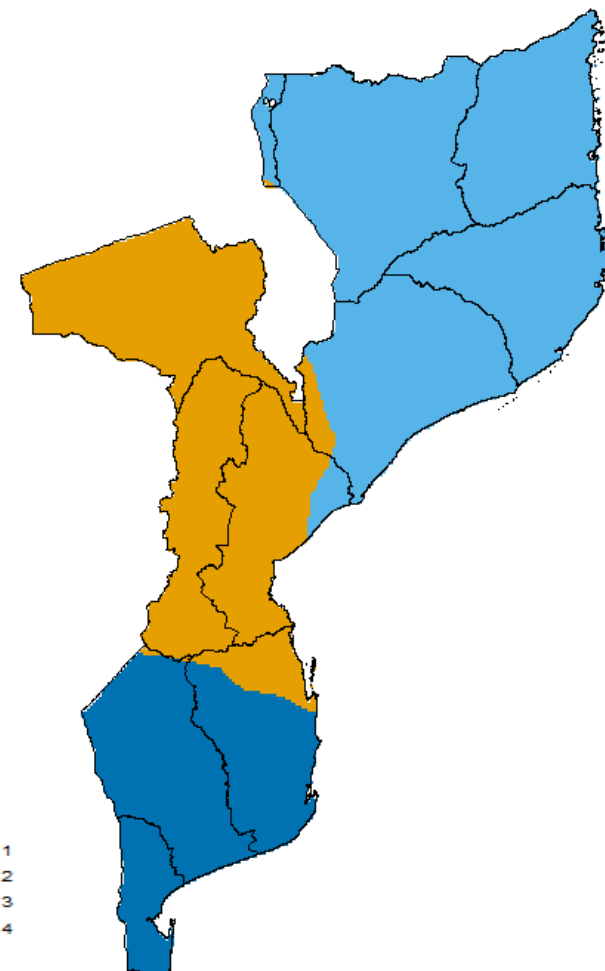


Fig. 43b: Zoneamento da tendência mensal da T máx.





# Temperatura mín.: Tendências mensais

- aumento da temperatura mínima em Outubro-Novembro, em geral, para a maior parte do país.
- seguido por tendência decrescente em Janeiro, em particular a sul de Moçambique.
- Zona 1 (azul escuro):tendência decrescente da temp mín durante o ano, excepto para a tendência de aumento moderado de Setembro a Novembro.
- outras duas zonas apresentam, principalmente, tendência de aumento da temperatura mínima: a Zona 3 (a azul claro) com tendência muito moderadas e a Zona 2 (Tete) com temperaturas mínimas a aumentar durante a maior parte do ano.

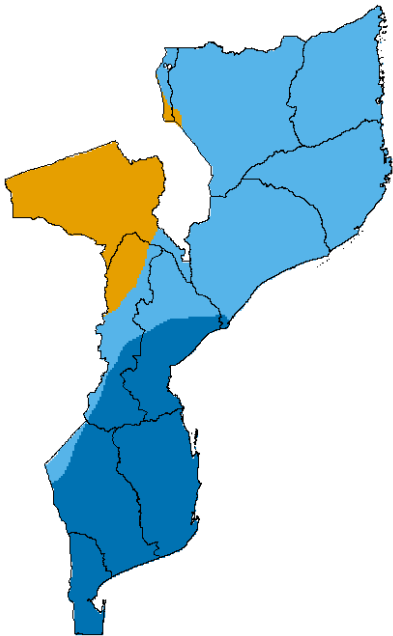
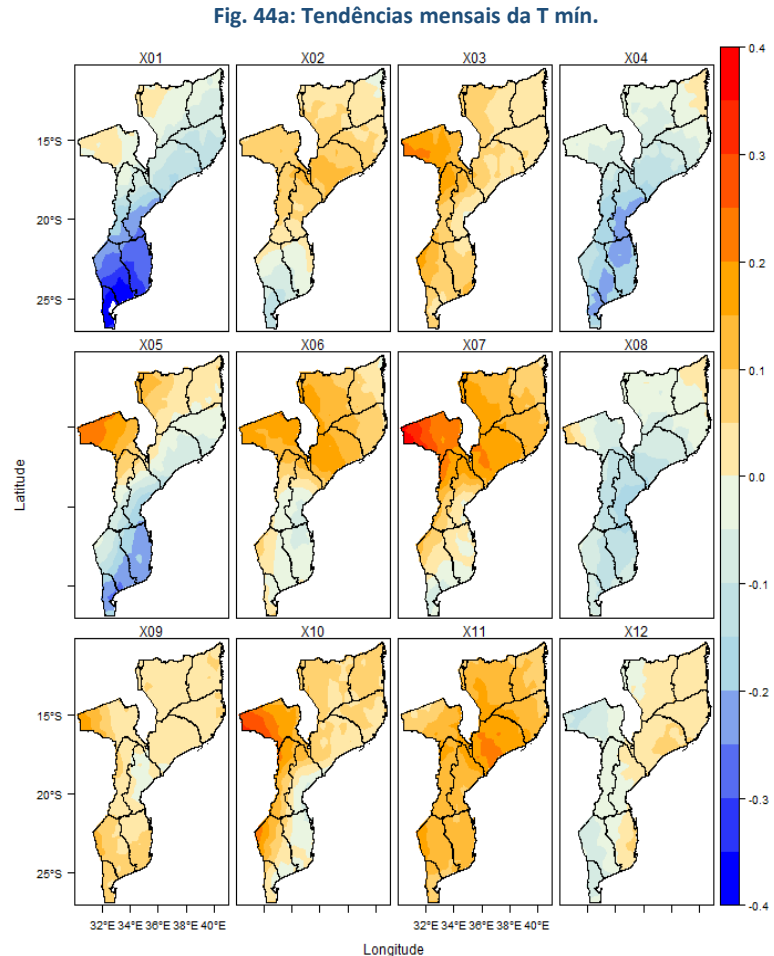
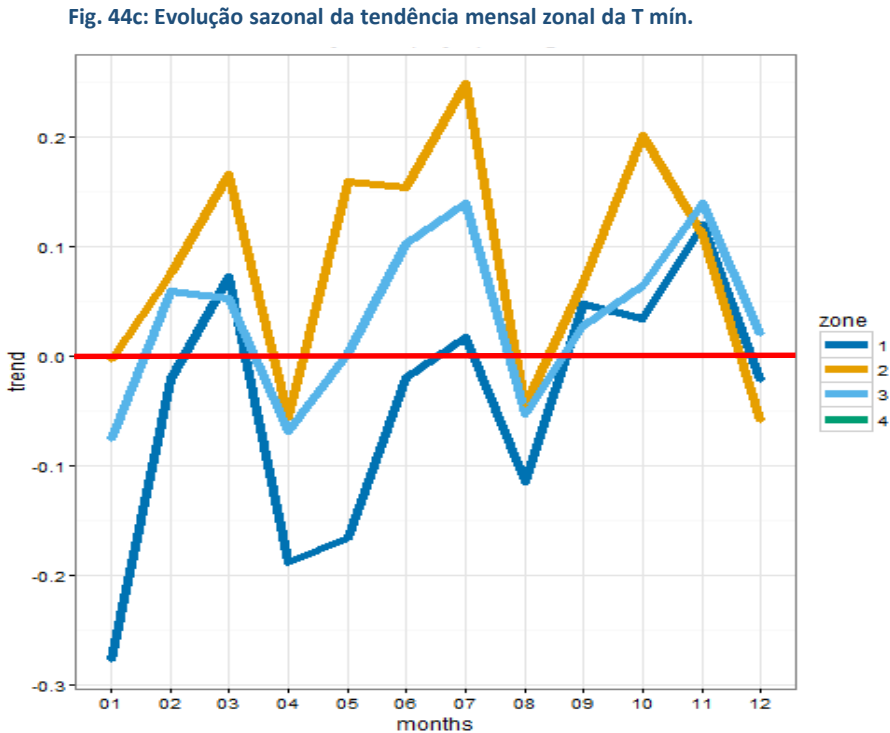


Fig. 44b: Zoneamento da tendência mensal da T máx.





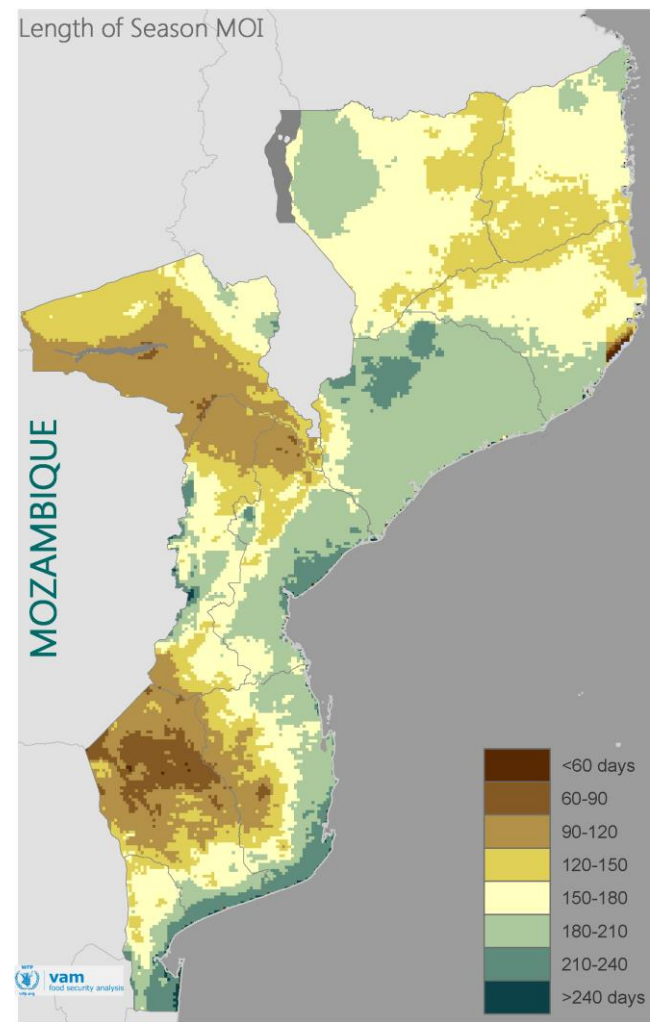
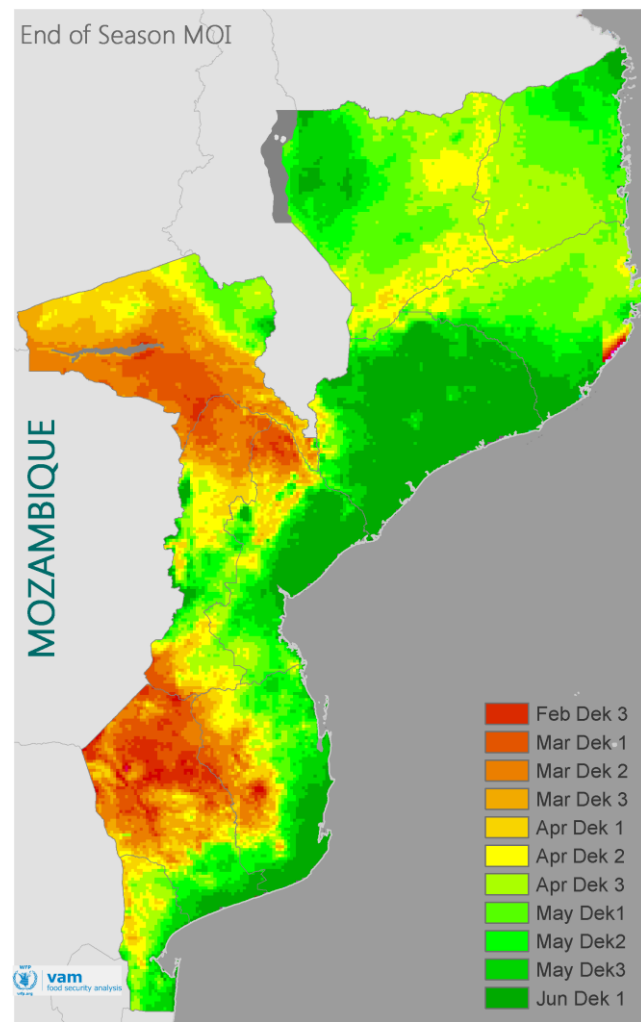
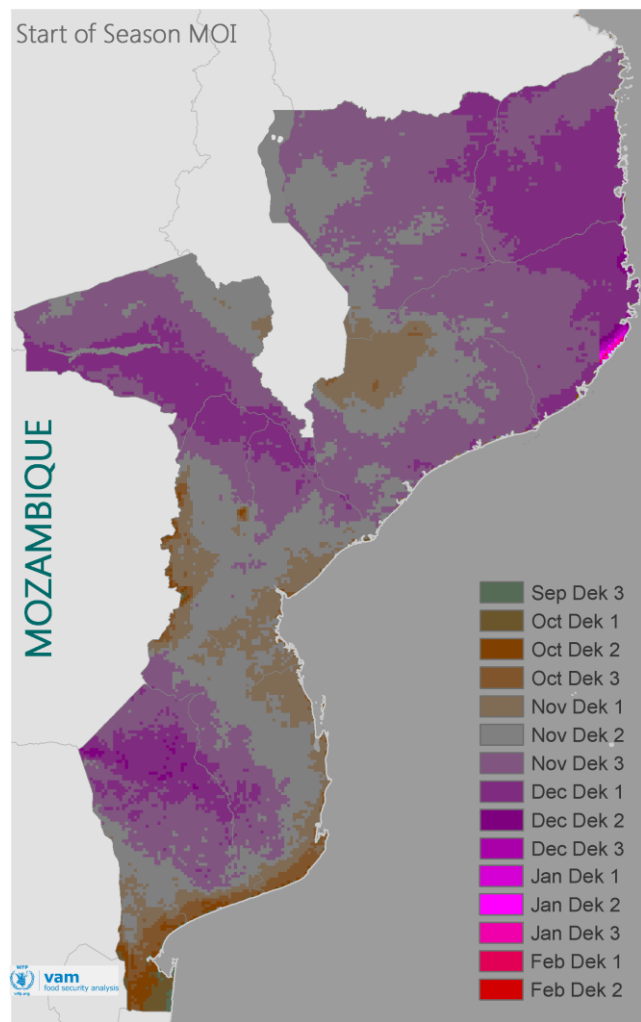
# CALENDÁRIO DA ESTAÇÃO DE CRESCIMENTO

- *Os **calendários da estação de crescimento** representam as datas de início e do fim das condições de humidade adequadas e suficientes para permitir o crescimento das culturas agrícolas e da vegetação natural;*
  - ***Duração da estação de crescimento** define-se pela diferença entre estas duas datas.*
  - *As condições de humidade derivam da utilização do modelo simplificado de equilíbrio hídrico, que considera a pluviosidade disponível em cada fase de tempo e calcula quanto é evapotranspirado e quanto é armazenado no solo. A cada fase do tempo, a água disponível para as culturas agrícolas e a vegetação é proveniente da precipitação actual mais a água retida no solo durante o período de tempo anterior.*
  - *Considera-se que a estação de crescimento inicia (termina) quando a água disponível excede (fica abaixo) 35% da evapotranspiração potencial, segundo os procedimentos clássicos utilizados pela FAO na análise da necessidade de água das culturas agrícolas (p.e., modelo WRSI).*
- 
- Zonas de menor duração da estação de crescimento na província de Gaza, a maioria decorrente da combinação de início tardio e fim antecipado das condições de humidade adequadas.
  - Gaza é a região com a variação interanual muito acentuada na duração da estação de crescimento.
  - Tendências: não existe variação significativa na duração da estação de crescimento na maior parte do país, excepto nas províncias de Nampula e Sofala.

Fig. 20a: Média da data de início da estação de crescimento

Fig. 20b: Média da data do fim da estação de crescimento

Fig. 20c: Duração média da estação de crescimento



**Estação de crescimento: Início, fim, duração**

O início da estação das chuvas (Fig. 20a) tem gradiente sul-norte, com início antecipado (meados de Outubro) nas zonas mais a sul do país e ocorrendo progressivamente mais tarde em direcção ao norte do país (fins de Novembro, Dezembro).

O fim da estação (Fig.20b) é mais variável - nas zonas do norte, o fim é principalmente em Abril. Nas zonas a sul e oeste, as estações terminam em Março ou mesmo no início de Março em alguns locais de Tete, Sofala e Manica. Na zona centro-leste, a estação termina em Maio e início de Junho.

O mapa da duração da estação resultante (Fig. 20c) apresenta as províncias de Gaza e Tete a terem a menor duração da estação de crescimento, principalmente abaixo de 3 meses e cerca de 2 meses. Na maior parte do resto do país, a duração da estação de crescimento varia entre 5 e 7 meses.

Note-se que a estação das chuvas é mais longa do que isso; a estação de crescimento aqui se refere ao período de níveis consistentes e significativos de humidade.

# NDVI- DESENVOLVIMENTO DA VEGETAÇÃO

- O impacto das tendências da pluviosidade a longo prazo reflecte-se na resposta da cobertura da vegetação, que indica uma tendência decrescente moderada à escala nacional.
- esta diminuição é muito mais acentuada nas províncias do norte, onde a cobertura da vegetação indica tendências decrescentes acentuadas na fase inicial da estação, equiparadas aos padrões correspondentes de diminuição da pluviosidade e do número de dias de precipitação.

*O Índice de Vegetação de Diferença Normalizada (NDVI) quantifica a vegetação através da medição da diferença entre o infravermelho próximo (que reflecte bem a vegetação) e a luz vermelha (que a vegetação absorve), a fórmula é:*

$$NDVI = (NIR - VIS) / (NIR + VIS)$$

*O NDVI é uma forma padronizada de medir a vegetação saudável. Quando se tem valores elevados do NDVI, tem-se vegetação mais saudável. Quando se tem baixo NDVI, tem-se menos ou nenhuma vegetação.*

*Os cálculos do NDVI resultam num número que varia de -1 a +1; áreas de rocha árida, areia ou neve apresentam, em geral, valores de NDVI muito baixos (por exemplo, 0,1 ou menos); vegetação dispersa, tais como, arbustos e pradarias ou culturas de senescência, pode resultar em valores moderados de NDVI (aproximadamente 0,2 a 0,5). Valores de NDVI elevados (aproximadamente 0,6 a 0,9) correspondem a vegetação densa, tais como a que se encontra em florestas temperadas e tropicais ou culturas agrícolas no seu pico de crescimento [Ref: USGS].*

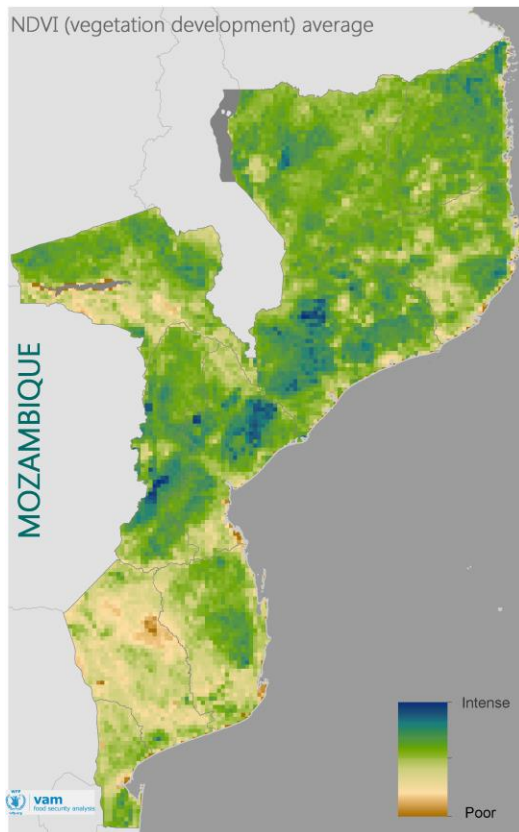


Fig26 – NDVI (desenvolvimento da vegetação) médio

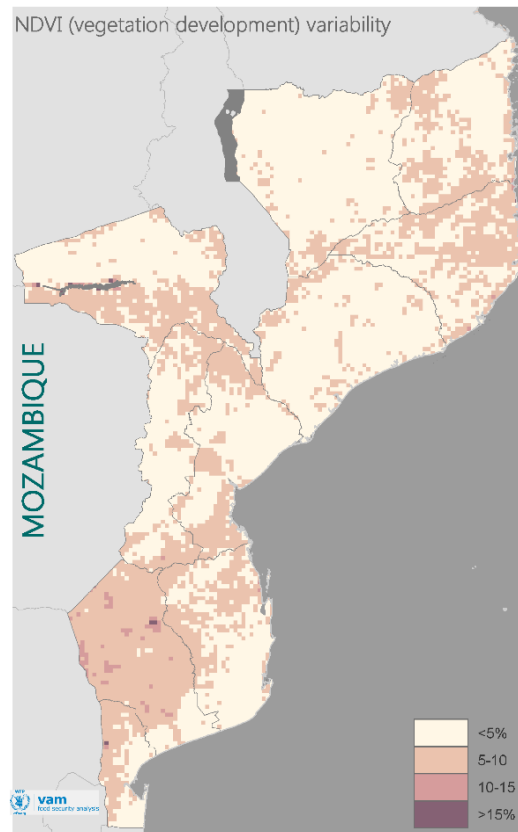
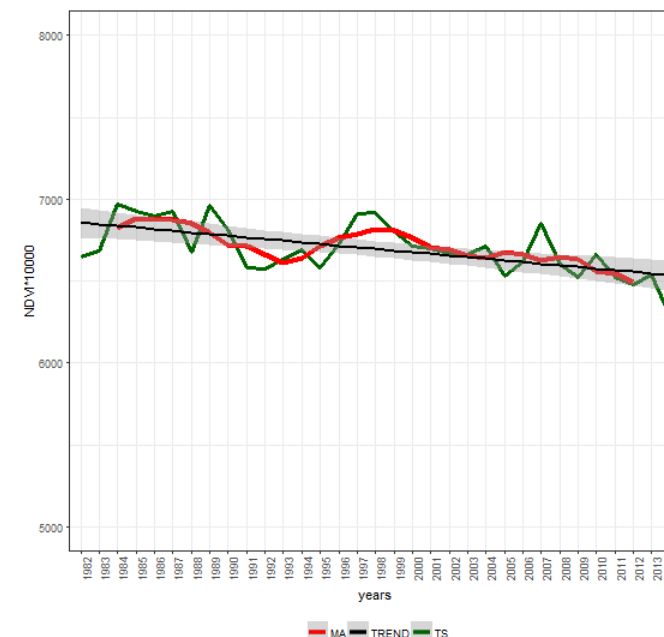


Fig. 27: Variação do NDVI (desenvolvimento da vegetação)

Fig. 28: NDVI sazonal em Moçambique



- zonas de menor desenvolvimento da vegetação são observadas na província de Gaza e na metade sul de Tete.
- desenvolvimento de vegetação mais forte ocorre nas províncias do centro de Sofala e Zambézia.
- variação interanual no desenvolvimento da vegetação (Fig. 27) é mais forte nas zonas onde a pluviosidade apresenta, também, grande variação interanual, em geral, zonas com menor pluviosidade sazonal. Portanto, a vegetação sazonal é mais variável na província de Gaza e no sul da província de Tete.
- Deve-se ter cuidado, uma vez que as variações de longo prazo no desenvolvimento da vegetação podem, também, provir de mudanças na cobertura da terra, nomeadamente, a conversão de florestas ou savanas em terras agrícolas.

## Vegetação (NDVI)

reflectem a quantidade e a saúde da vegetação. Nas zonas de fraca pluviosidade, onde a água é factor limitante para o crescimento da vegetação, o NDVI sazonal está intimamente ligado à pluviosidade; esta relação torna-se progressivamente mais fraca à medida que a pluviosidade sazonal aumenta e outros factores, além da disponibilidade de água, assumem maior importância no controlo do desenvolvimento da vegetação.



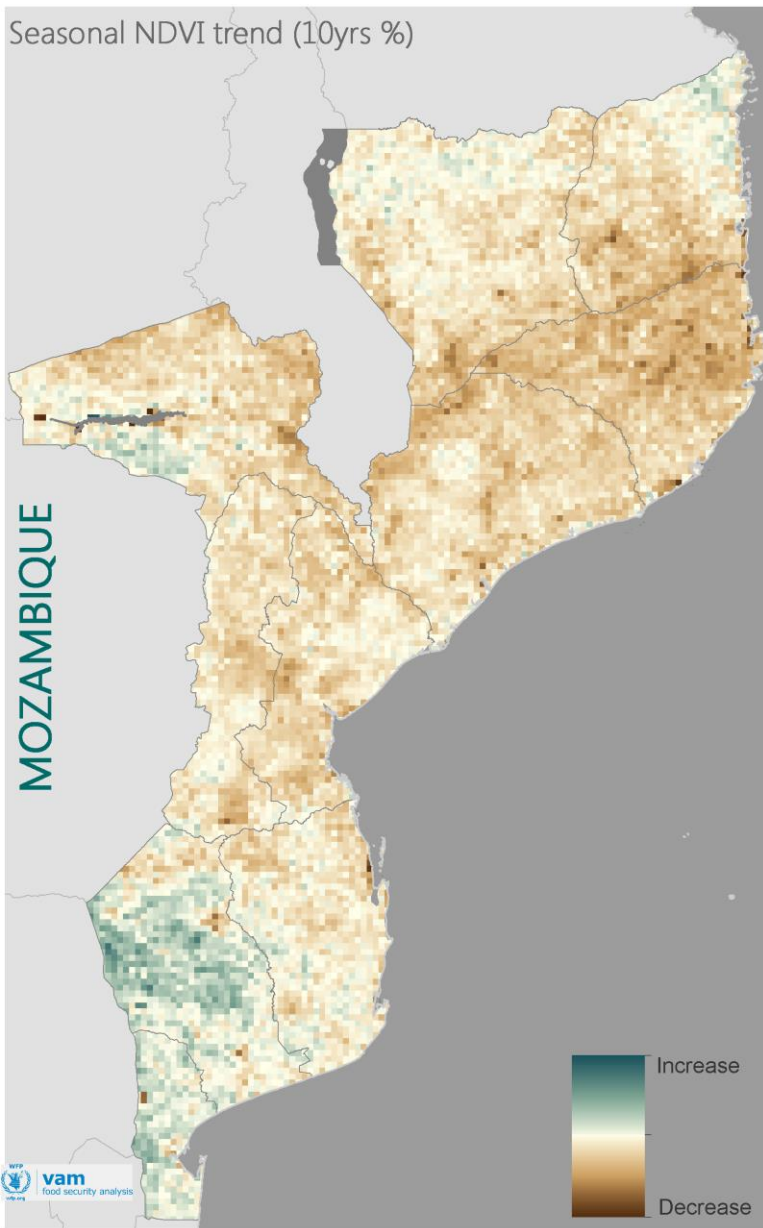


Fig. 29: Tendência do NDVI sazonal (% 10 anos)

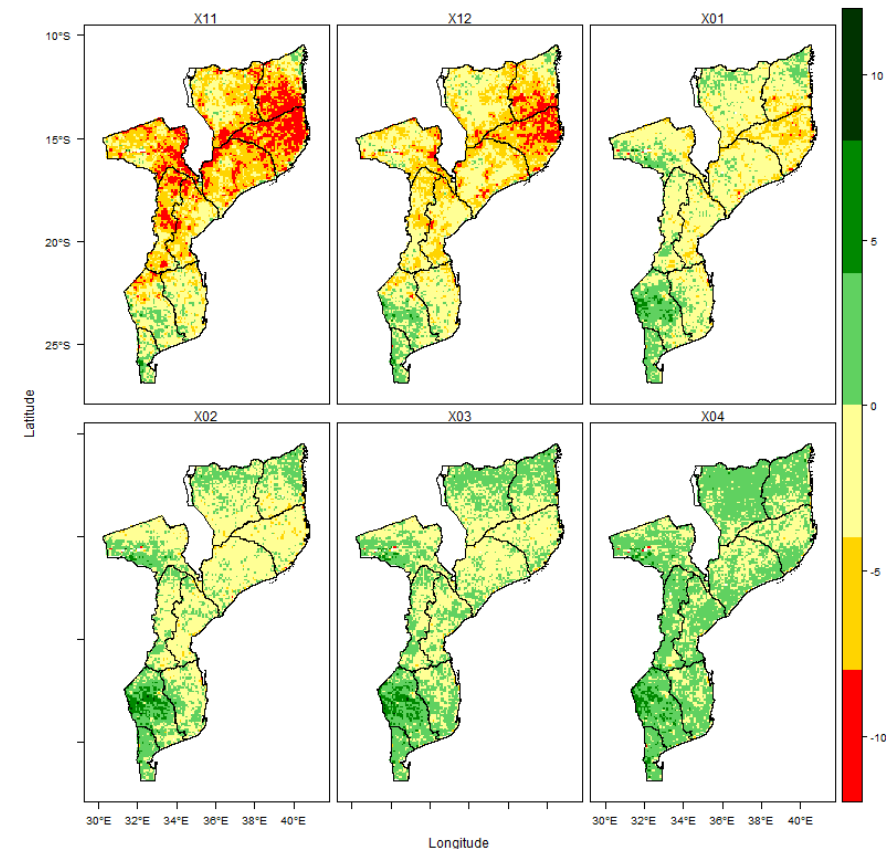
## Vegetação sazonal: Tendências

- decrescente em grande parte do país, particularmente em Nampula e Zambézia.
- Nas outras províncias, a tendência de diminuição da vegetação é mais dispersa e menos uniforme.
- Gaza, Maputo e sul de Tete são excepção, apresentando aumento moderado da vegetação sazonal.

## Vegetação: Tendências mensais

- na maior parte das províncias, excepto Maputo, Gaza e Inhambane, existe tendência evidente de diminuição da vegetação na fase inicial da estação (Novembro e Dezembro).
- Esta tendência torna-se progressivamente mais fraca à medida que a estação se desenvolve.
- Em Tete, Niassa e Cabo Delgado, ela inverte-se em aumento moderado da vegetação de Janeiro em diante.
- Gaza e as províncias vizinhas mantêm, em menor grau, tendência positiva no desenvolvimento da vegetação durante a estação.

Fig. 30: Tendência mensal do NDVI (%/10 anos)



A tendência negativa nas zonas do norte do país traduzem-se em início, progressivamente, mais lento da vegetação sazonal (ou “estação verde”). Isto está de acordo com a tendência da pluviosidade sazonal e dos dias de precipitação sazonal, que também indicam tendência decrescente, aproximadamente, nas mesmas zonas.

## Vegetação: Tendências mensais/ região

A tendência mensal é combinada nas zonas de comportamento relativamente homogêneo (Fig. 32a e 32b).

A Zona 2 (laranja) inclui zonas com diminuição da vegetação durante a estação, com a percentagem de diminuição, progressivamente, mais fraca à medida que a estação se desenvolve.

A Zona 3 (azul claro) tem um comportamento semelhante, com uma diminuição geral da vegetação durante a maior parte da estação, mas menos evidente do que na Zona 2.

A zona 4 (verde) indica aumento generalizado da vegetação durante a estação de Janeiro em diante.

Isto está de acordo com a tendência de menor pluviosidade e menor número de dias precipitação nas zonas mais a norte, o que resulta em menor desenvolvimento da vegetação, em particular, durante a fase inicial de crescimento da vegetação.

Os dois gráficos da Figura 31 apresentam séries temporais médias do NDVI de 1985-1995 e de 2005-2015 (primeiros e últimos 10 anos do registro disponível) para ilustrar como a tendência mensal se traduz em mudanças no perfil da vegetação sazonal.

Fig. 32a: Zoneamento das tendências mensais do NDVI

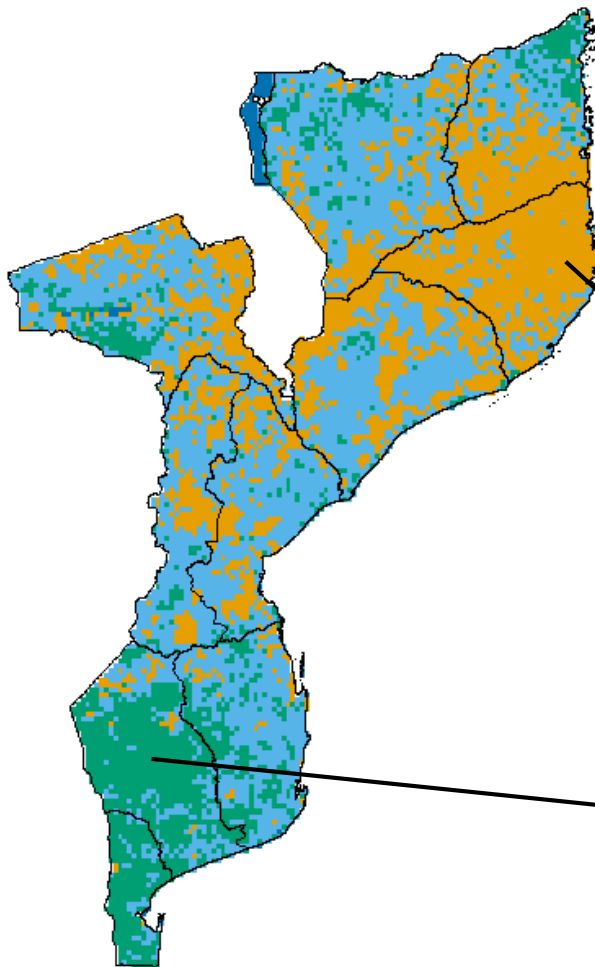


Fig. 32b: Evolução sazonal da tendência zonal mensal do NDVI

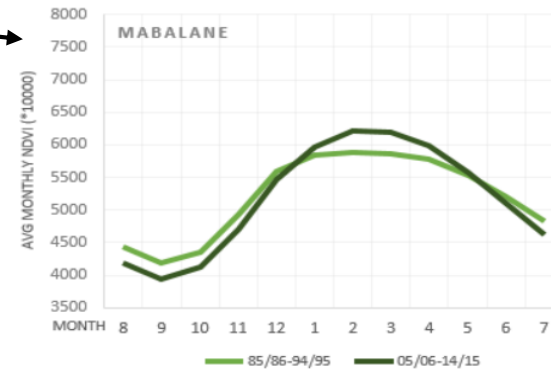
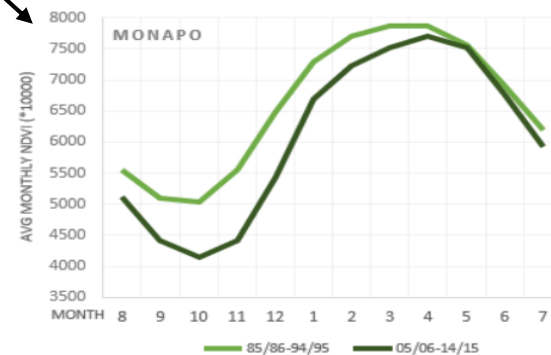
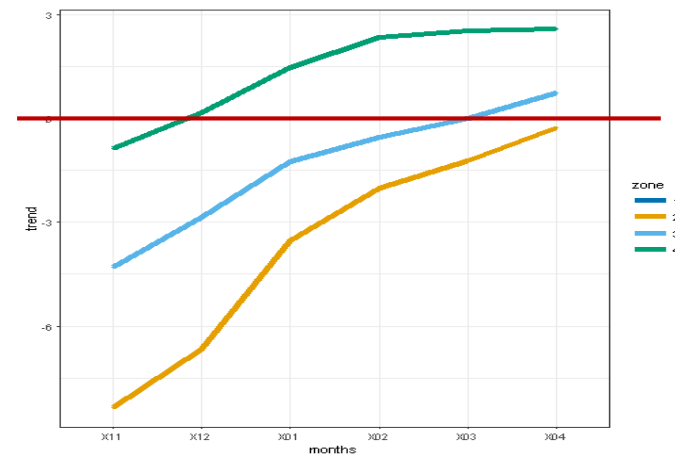


Fig. 31: Perfil do NDVI, registo antecipado e tardio

# PADRÕES DE ENSO

- O principal factor da variação interanual é a ENSO, nas suas duas fases, quente (El Niño) e frio (La Niña).
- No El Niño a redução da pluviosidade é mais acentuada de Janeiro a Março e concentrada principalmente na zona sul e centro.
- As estações do La Niña influenciam positivamente a pluviosidade, novamente mais acentuada no sul e centro, de Janeiro e Março.



## Impacto do El Niño: Pluviosidade

- Anomalias do El Niño para a pluviosidade de três meses de OND e JFM, respectivamente a pluviosidade do início e pico da estação.
- **Precipitação de OND nos anos do El Niño,**
  - aumenta a pluviosidade ao norte de Moçambique.
  - Pelo contrário, nas províncias do sul, Maputo, Gaza e Inhambane, a pluviosidade reduz para menos de 70% da normal em alguns locais
  - Nas regiões do centro, a pluviosidade permanece significativamente próxima do normal.
- **Em JFM,**
  - o efeito El Niño leva a condições mais secas na maior parte do país.
  - A diminuição da pluviosidade no sul do país é muito evidente e atinge menos de 70% dos valores da estação neutra. O impacto mais forte verifica-se nas províncias de Gaza, Inhambane e Manica.
  - No norte (Cabo Delgado, Niassa e Nampula) a pluviosidade durante as estações do El Niño não são, em média, significativamente diferentes das estações neutras

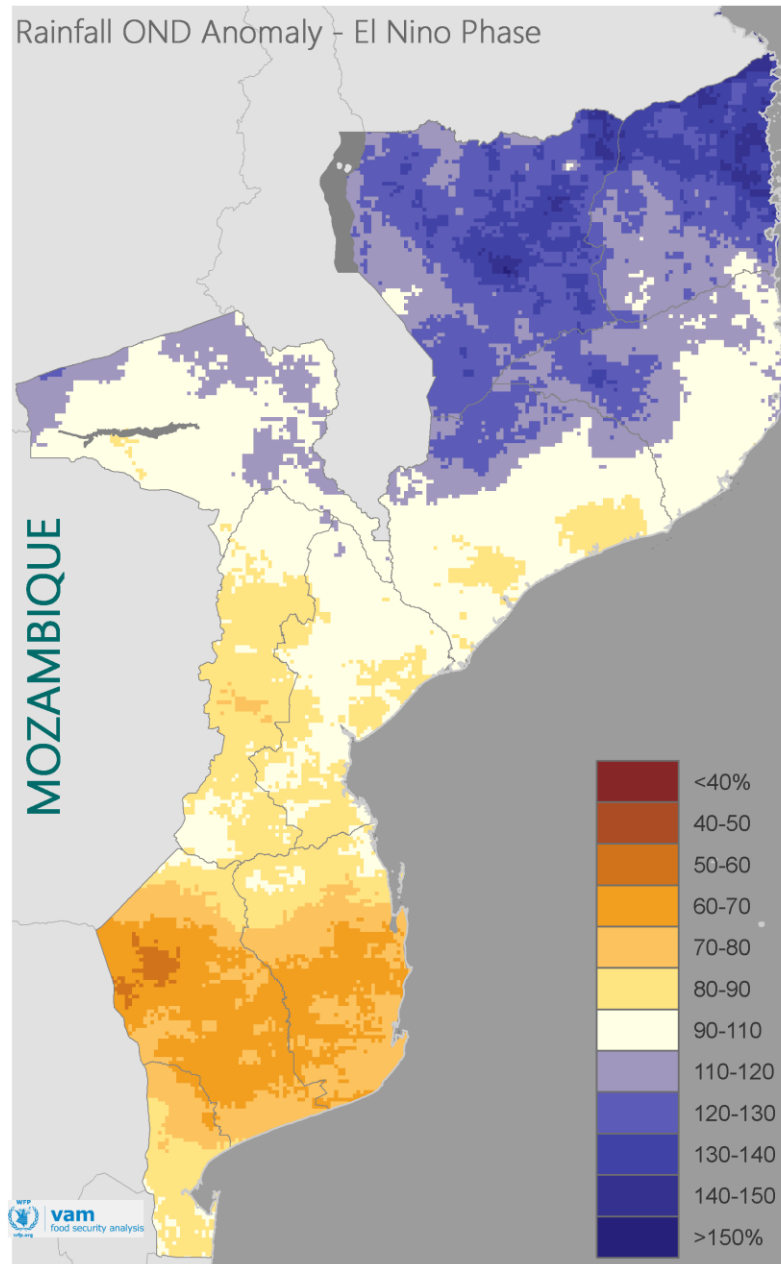


Fig. 33a: Anomalia do El Niño para a pluviosidade em OND

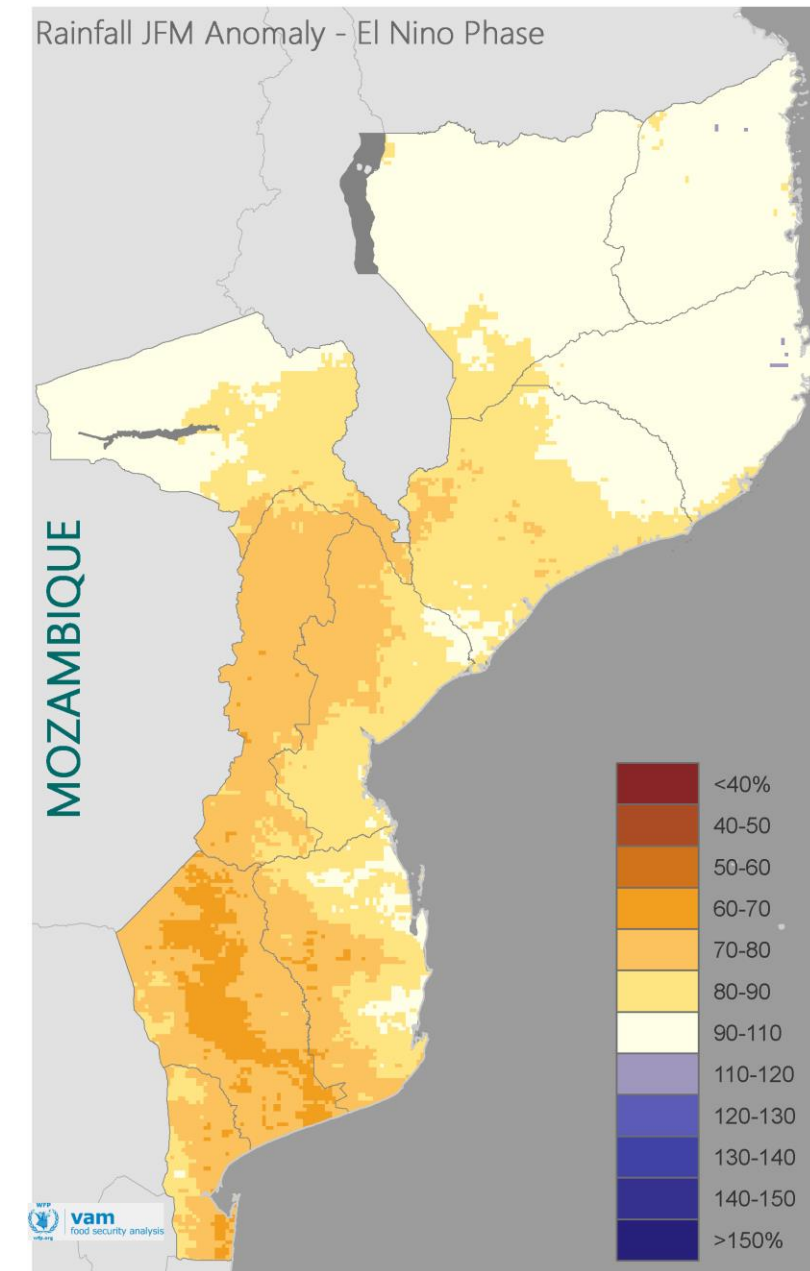


Fig. 33b: Anomalia do El Niño para a pluviosidade em JFM

## Impacto do La Niña: Pluviosidade

No caso do La Niña, o quadro inverte-se, porque a pluviosidade nesta fase da ENSO tende a ser superior à das estações neutras.

### Em OND,

- não existe impacto perceptível na pluviosidade, excepto nas províncias do centro, Manica e Sofala, e no norte de Inhambane, onde a pluviosidade no início da estação é de cerca de 10-20% superior à das estações neutras.

### Em JFM

- a influência do La Niña é mais evidente do que em OND, mas mais fraca do que a do El Niño.
- Nas províncias do norte têm pouco efeito, excepto nas zonas vizinhas do Malawi.
- No sul e centro do país, existe tendência moderada para o aumento da pluviosidade. Isto é mais evidente em Inhambane, oeste de Gaza e Maputo, onde a pluviosidade é mais elevada até 30-40% do que nas estações neutras.

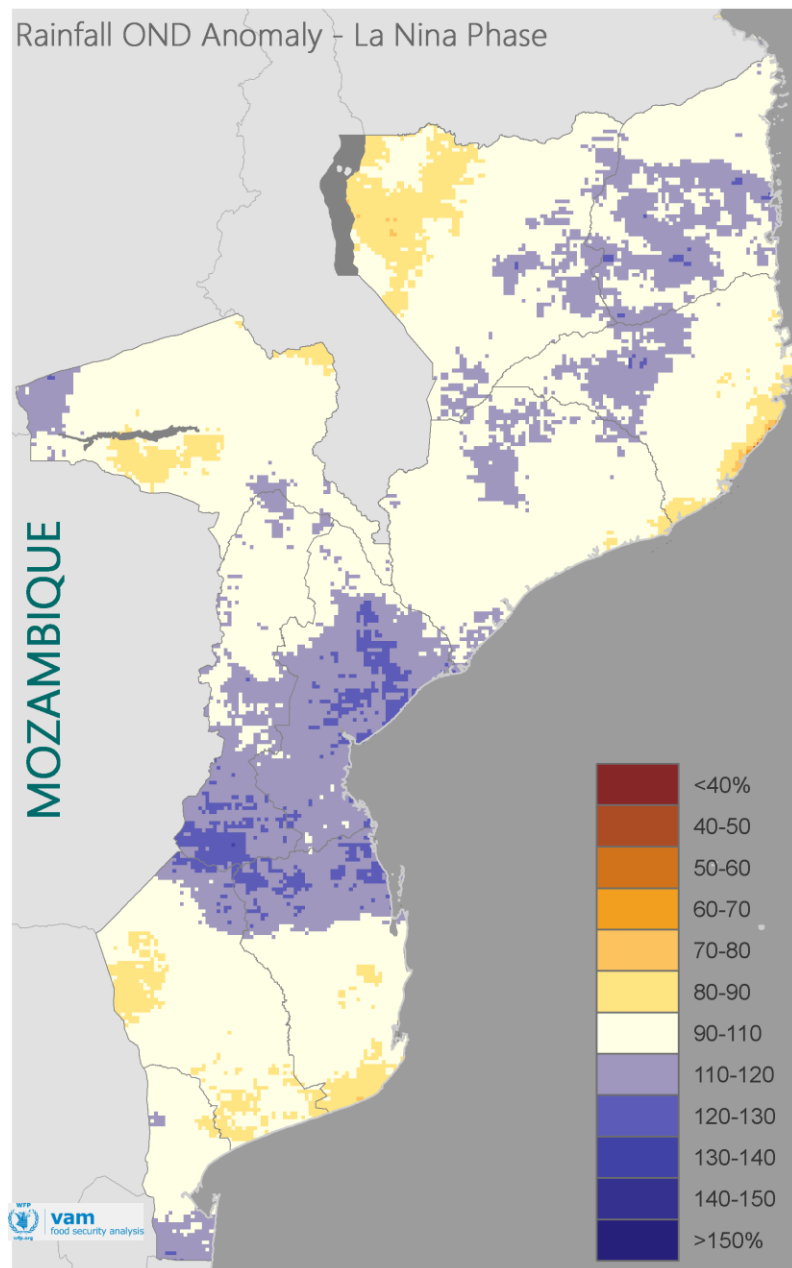


Fig. 34a: Anomalia do La Niña para a pluviosidade em OND

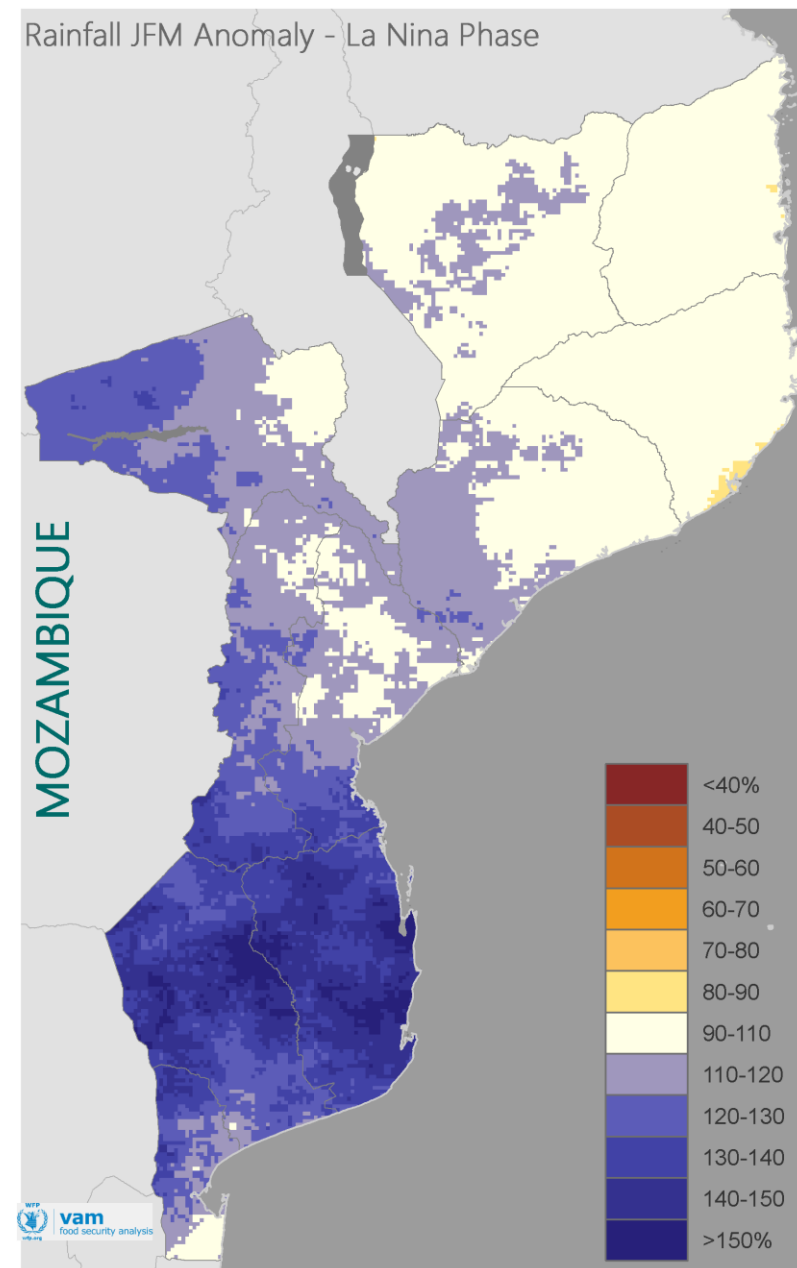


Fig. 34b: Anomalia do La Niña para a pluviosidade em JFM

## Impacto do El Niño: NDVI

Anomalias do El Niño para o NDVI médio de três meses, de Nov-Jan (NDJ) e Fev-Abr (FMA), respectivamente as fases inicial e pico da vegetação sazonal. O uso do NDVI médio em Nov.-Jan. e Fev.-Abr. explica o facto da vegetação ter uma resposta ligeiramente atrasada à pluviosidade.

### Em Nov-Jan (NDJ)

nas províncias do norte e Tete, o NDVI médio é superior ao das estações do El Niño.

Pelo contrário, nas províncias de Gaza e Inhambane, o NDVI é claramente inferior durante as estações do El Niño do que nas estações neutras até 15%, correspondendo a uma redução significativa da pluviosidade.

### em Fev-Abr (FMA)

O NDVI médio durante as estações do El Niño indica, apenas, as zonas de valores abaixo da média, ainda mais evidente nas províncias do sul, mas aqui também se estende até Tete. Isso coincide com as condições de maior seca generalizada observadas nos mapas de anomalia da pluviosidade .

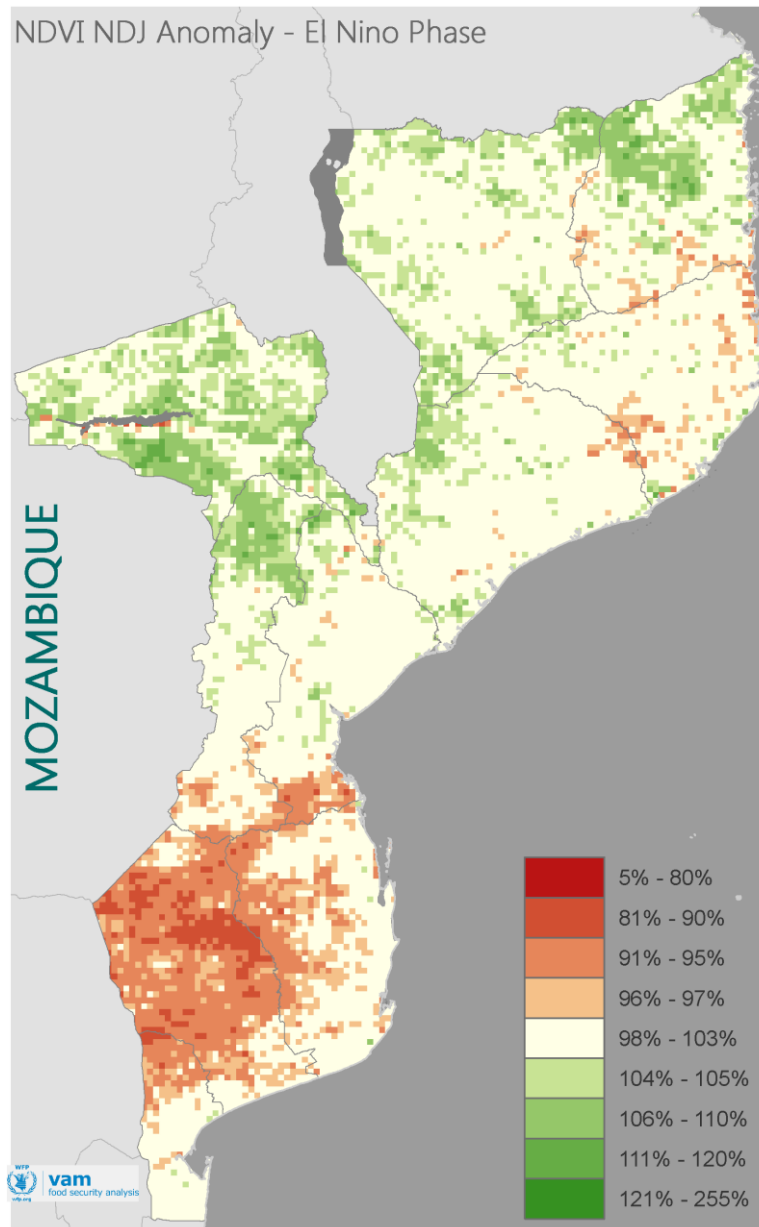


Fig. 36a: Anomalia do El Niño para o NDVI médio de Novembro-Janeiro

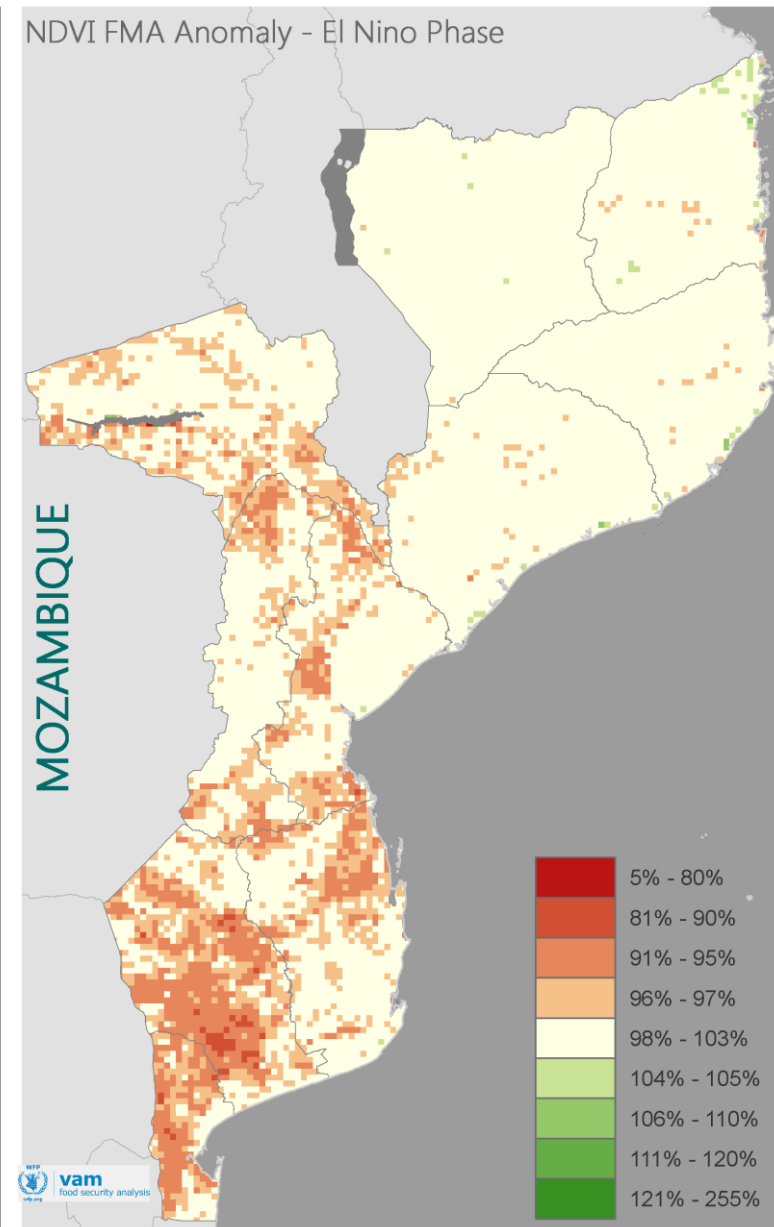


Fig. 36b: Anomalia do El Niño para NDVI médio de Fevereiro- Abril

## Impacto do La Niña: NDVI

- as anomalias do La Niña para os NDVI médios de três meses Nov-Jan (NDJ) e Fev-Abr (FMA), respectivamente na fase inicial e no pico da vegetação sazonal.
- O uso do NDVI média em Nov.-Jan. e Fev.-Abr. explica o facto de a vegetação responder com ligeiro atraso à pluviosidade.
- As anomalias do NDVI do La Niña não estão claramente relacionadas com os padrões de pluviosidade do La Niña:
- O NDVI médio de NDJ apresenta valores inferiores aos normais em Gaza e Inhambane e também nas províncias costeiras a norte (Nampula e Cabo Delgado), com algumas zonas em Manica, Sofala e Tete a apresentarem melhor vegetação.
- O NDVI médio de FMA é semelhante ao das estações neutras a nível do país, embora com aumento significativo nas províncias de Gaza e Maputo, em resposta ao aumento da pluviosidade.

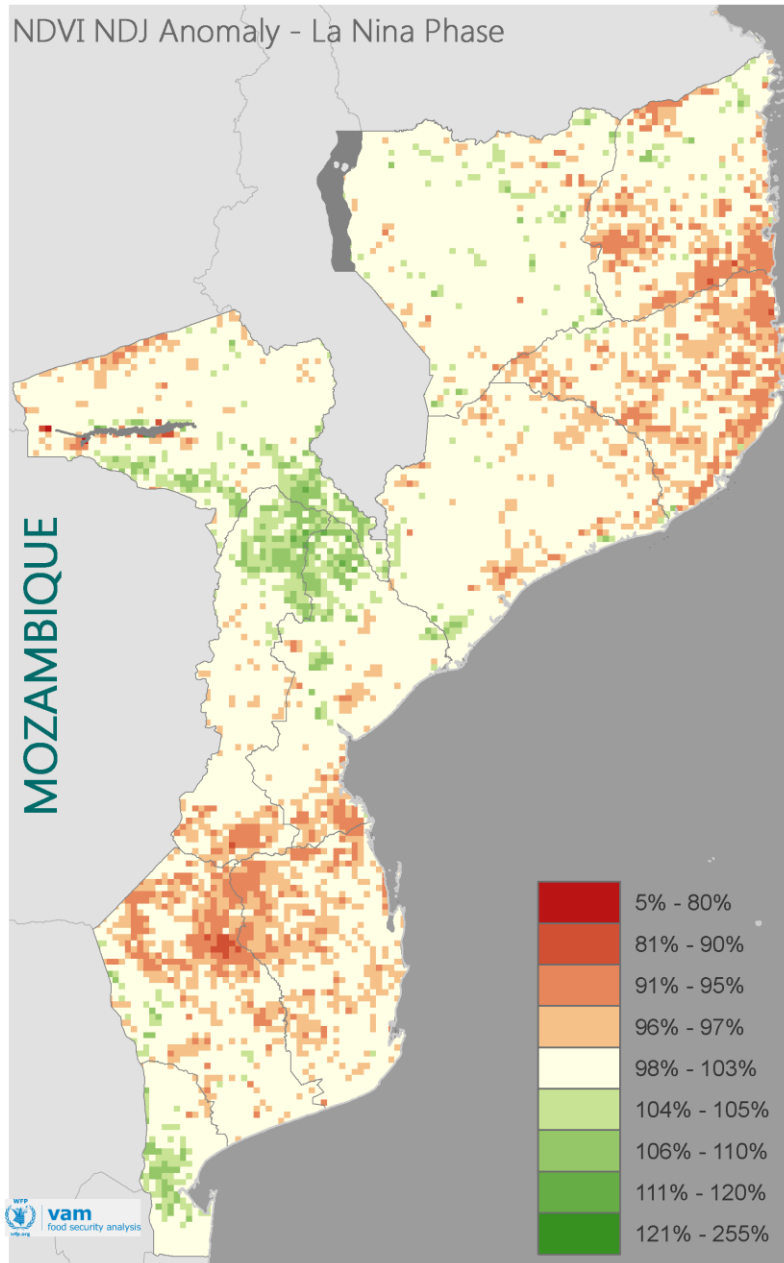


Fig0. 37a: Anomalia do La Niña para o NDVI médio de Novembro-Janeiro

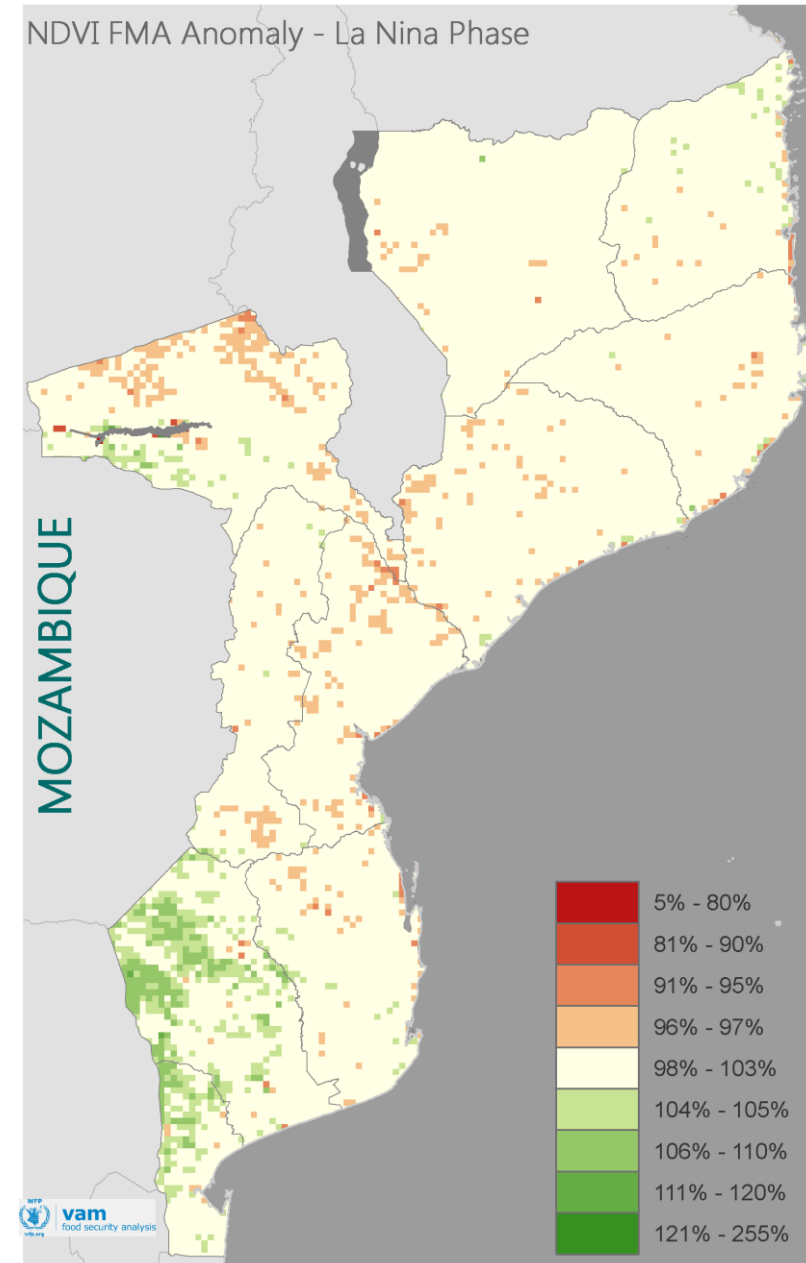


Fig. 37b: Anomalia do La Niña para o NDVI médio de Fevereiro- Abril



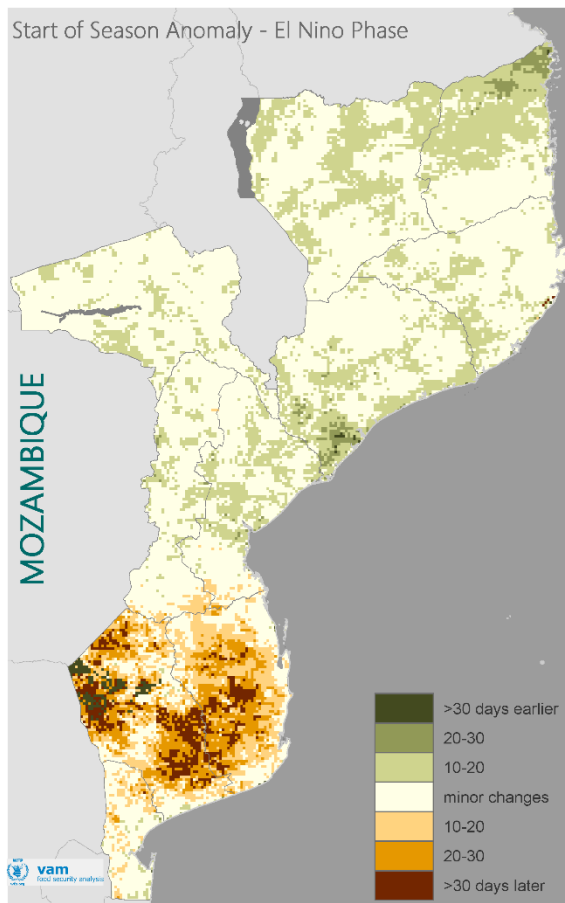


Fig. 38a: Anomalia do El Niño para o início da estação

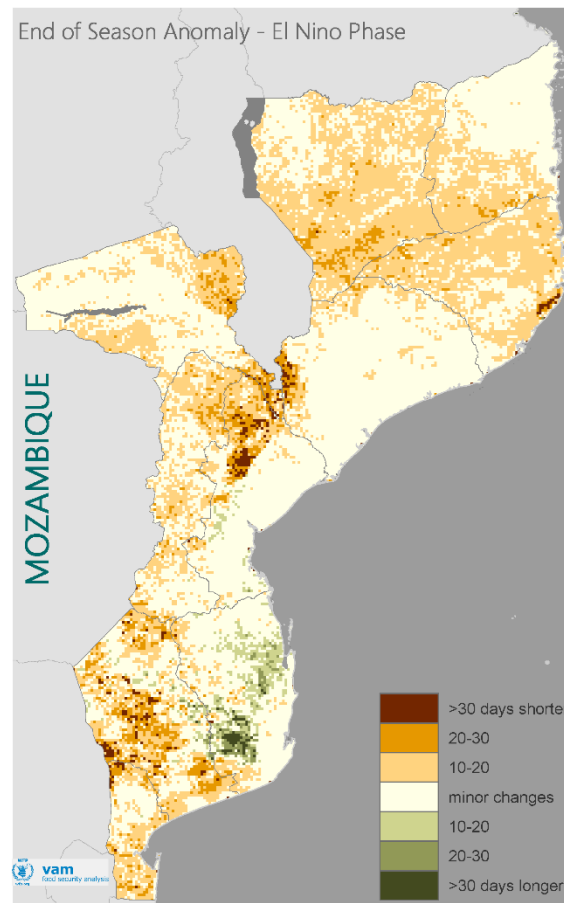


Fig. 38b: Anomalia do El Niño para o fim da estação

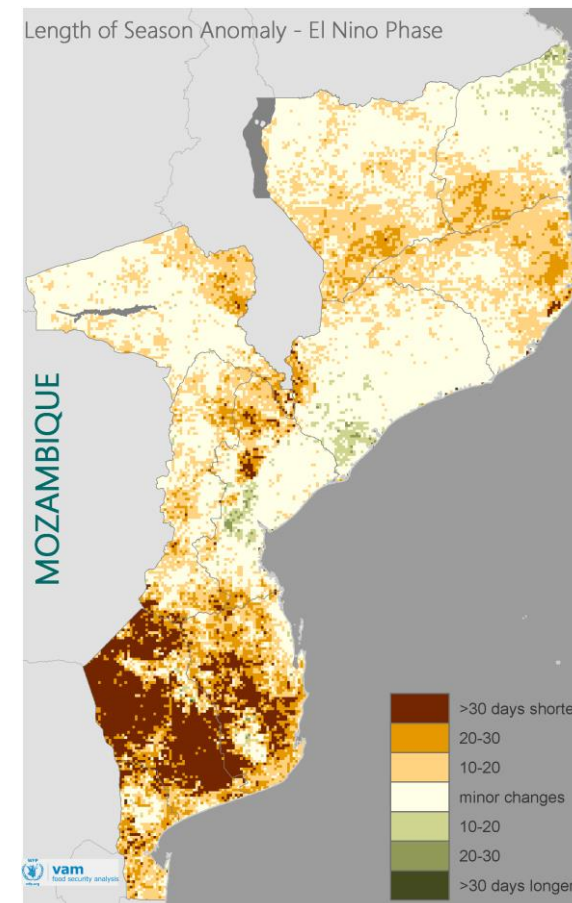


Fig. 38c: Anomalia El Niño para a duração da estação

## Impacto do El Niño: Calendário da estação de crescimento

As estações do El Niño têm um impacto acentuado nos calendários da estação de crescimento. **Nas províncias de Gaza e Inhambane, o atraso no início da estação pode atingir um mês** (Fig 38a). Nos outros locais não existe impacto perceptível e nem tendência relativamente moderada para a estação iniciar mais cedo devido ao El Niño, o que melhorou a pluviosidade na zona norte do país durante o último trimestre do ano.

**O fim da estação durante as estações do El Niño** (Fig. 38b) tende a ocorrer ligeiramente mais cedo na maior parte do país (excepto Zambézia). a estação é muito mais curta durante a estação do El Niño nas zonas mais a sul (Gaza, Maputo) e tem pouca variação nos outros locais (Fig 38c).

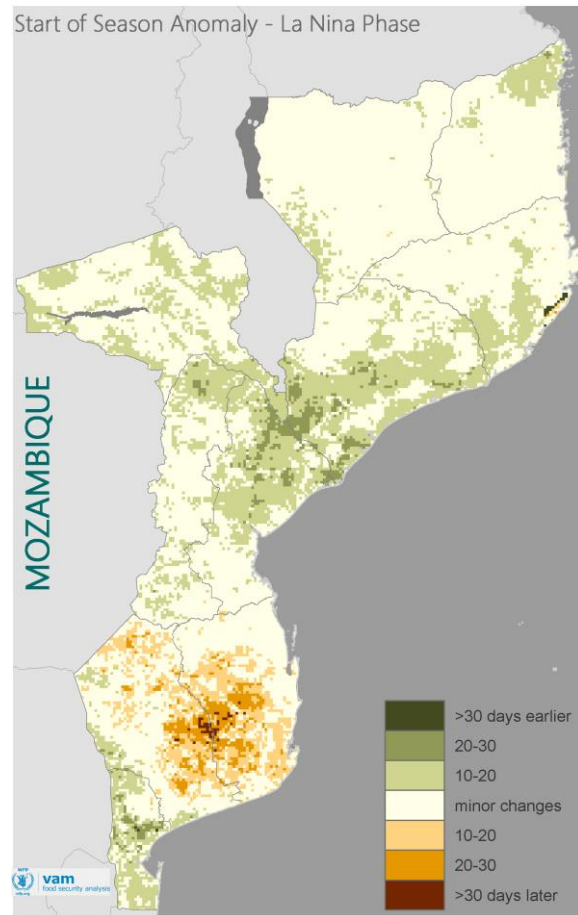


Fig. 39a: Anomalia do La Niña para o início da estação

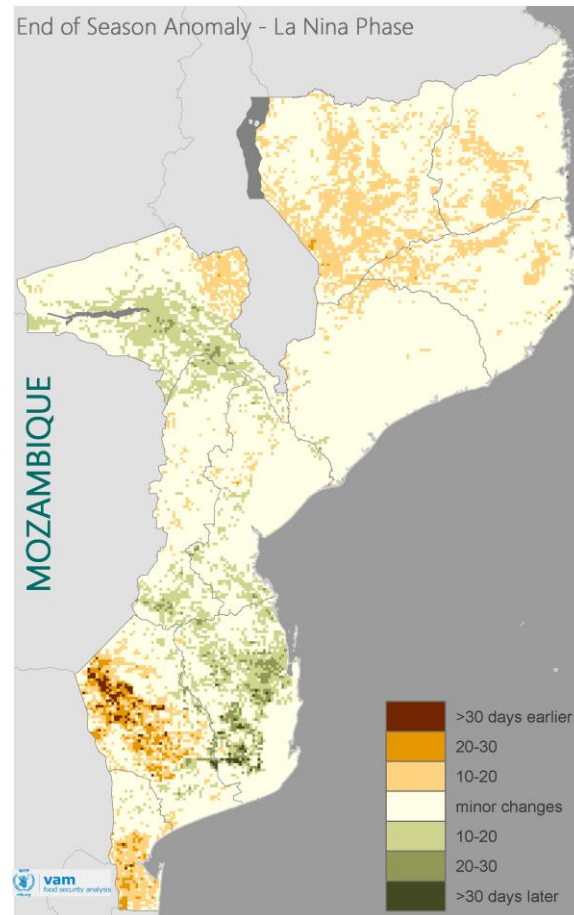


Fig. 39b: Anomalia do La Niña para o fim da estação

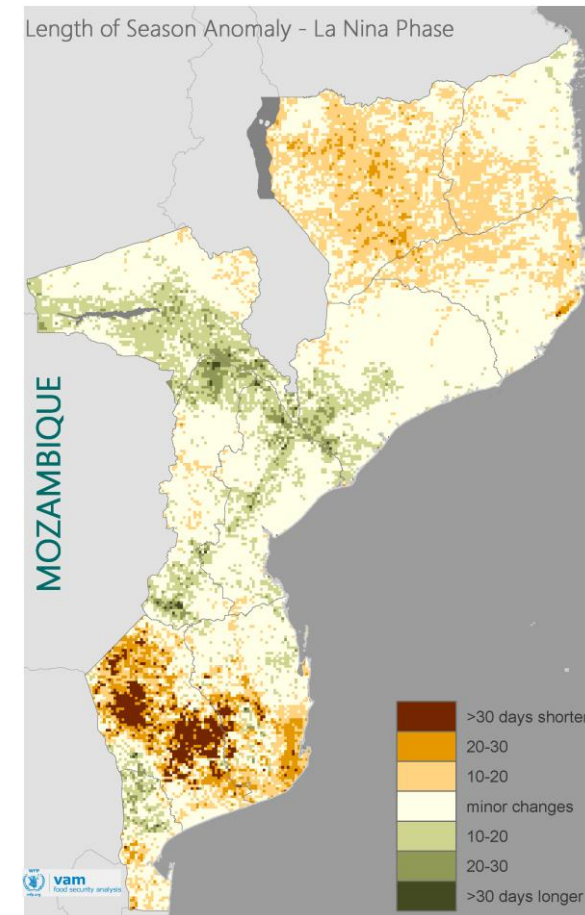


Fig. 39c: Anomalia do La Niña para a duração da estação

## Impacto do La Niña: Calendário da estação de crescimento

Os eventos do La Niña resultam em início normal ou antecipado moderadamente face ao início normal da estação (Fig. 39a). Inhambane é excepção e algumas zonas de Gaza, onde o início da estação atrasa nas estações do La Niña. O fim da estação de crescimento (Fig. 39b) ocorre ligeiramente mais tarde do que o normal em zonas de Tete a Inhambane, enquanto em Gaza e nas províncias do norte as estações de crescimento terminam ligeiramente mais cedo do que o normal.

Consequentemente, a duração da estação de crescimento nas estações do La Niña (Fig. 39c) é menor do que o normal em Gaza e partes de Inhambane. Este é também o caso em Niassa e Cabo Delgado. As estações mais longas predominam em Tete e nas províncias do centro do país.

Os mapas a seguir apresentam as anomalias da ENSO para o El Niño (Fig. 35a) e o La Niña (Fig. 35b) de todos os meses do calendário. Note-se que as anomalias para os meses de Junho a Setembro não são significativas, porque este período está fora da principal estação de crescimento em Moçambique.

Fig. 35a: Anomalias da pluviosidade mensal do El Niño

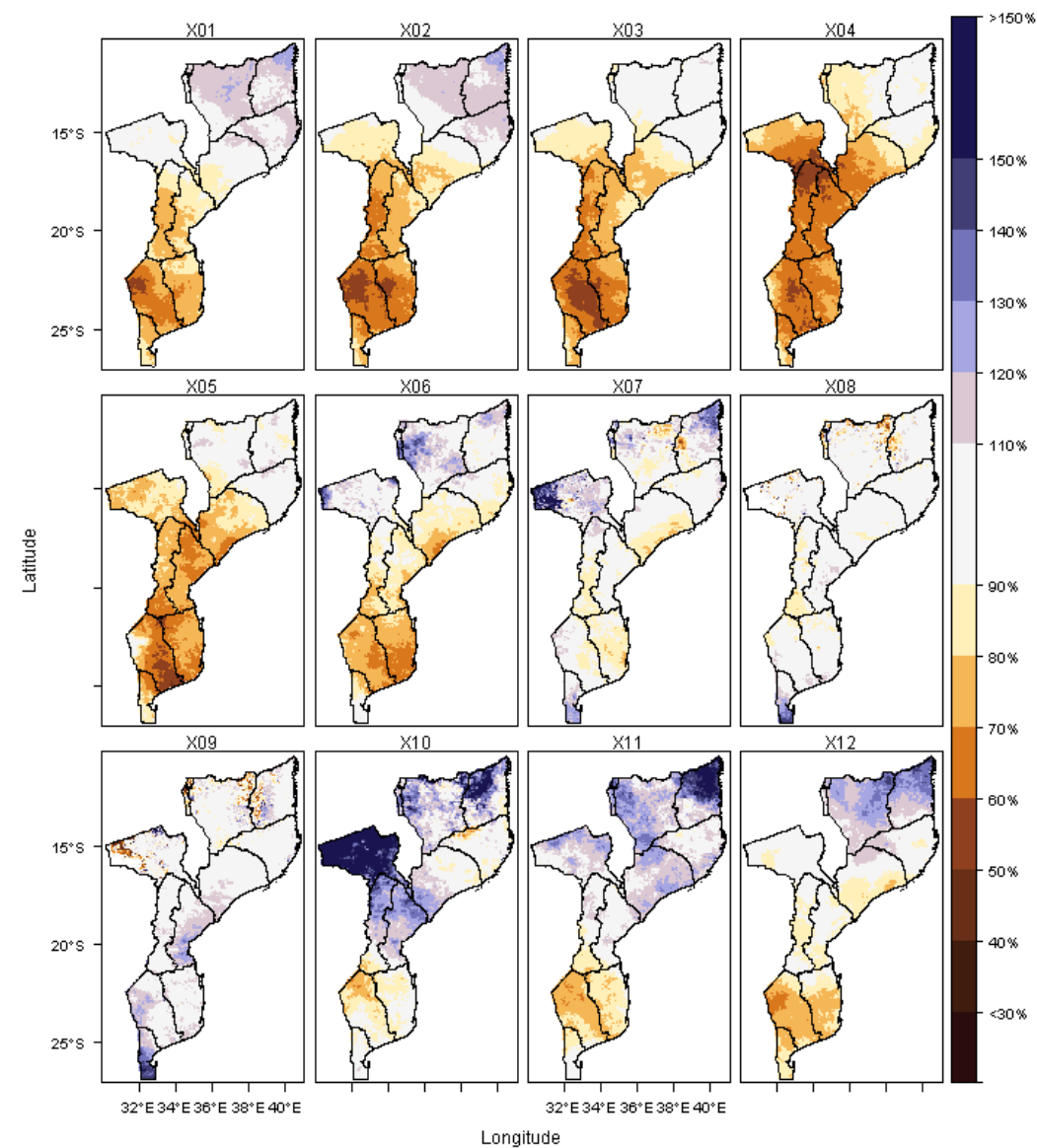
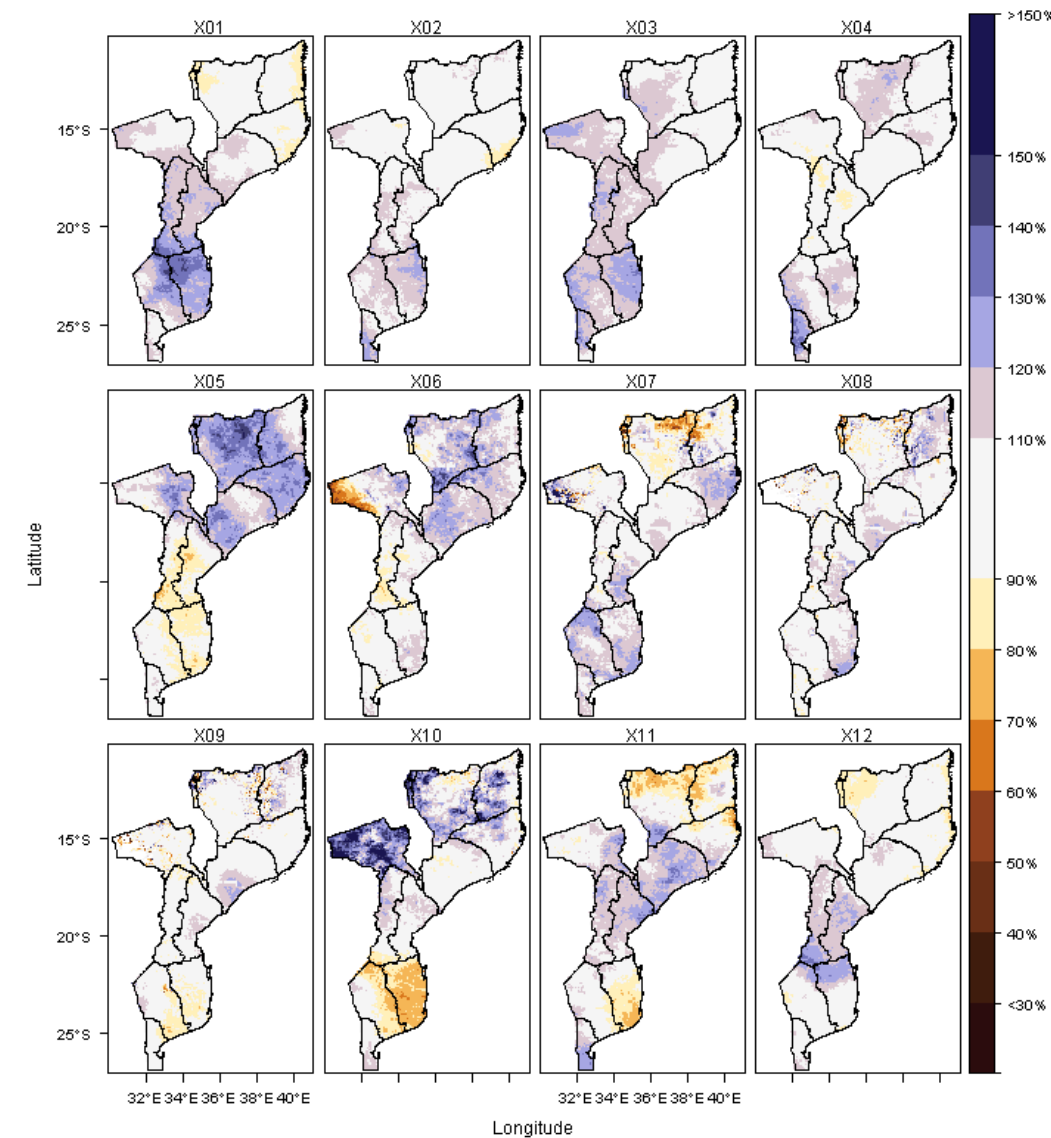


Fig. 35b: Anomalias da pluviosidade mensal do La Niña





# Próxima etapa - políticas, planos, investimentos

- Selecção geográfica prioritária, identificação e desenho de modelos de adaptação às alterações climáticas
- Produtos específicos (conscientização sobre mudança climática / aumento de conhecimento, micro-seguro, opções de diversificação de formas de vida..)
- Monitoria da segurança alimentar e sistemas de aviso prévio, através da identificação de formas de vida e áreas que são particularmente vulneráveis a riscos climáticos específicos.
- Ferramenta para preparação e resposta de emergência a eventos El Nino, identificando populações mais vulneráveis aos impactos do El Niño, a fim de orientar para definição de prioridades nas potenciais respostas a emergências.



# Próximos Passos: Gerando Evidências (Fase II)

Maio - Agosto de 2018

- Exercício de consolidação do PMA sobre formas de vida para análise de resiliência (CLEAR) (C-ADAPT / Suécia)
- Projeções actualizadas de mudanças climáticas para Moçambique
- Abordagem modificada sobre segurança alimentar e análise de risco climático para atender a diferentes necessidades de análise e contextos socio-económicos, com principal ênfase nas formas de vida.
- Análises do CLEAR sobrepõem três tipos de informação para contribuir para a identificação de opções de adaptação às mudanças climáticas:
  - mapa de formas de vida;
  - classificação de resiliência de diferentes formas de vida aos riscos climáticos;
  - avaliação de impactos de futuros riscos climáticos sobre formas de vida e segurança alimentar.



**vam**  
food security analysis

## **Maputo**

Província mais a sul e uma das com maior período de seca.

Caracteriza-se por uma estação de fraca pluviosidade e irregular relativamente longa.

pluviosidade sazonal apresenta tendência ligeiramente negativa, a nível provincial.

início estação de crescimento é relativamente precoce, levando a estações de crescimento longas (até 7 meses na zona sul).

cobertura da vegetação sazonal apresenta tendência de aumento moderada.

impacto da ENSO é relativamente modesto, com o El Niño a levar a pluviosidade média e cobertura da vegetação menores e a estações de crescimento mais curtas, enquanto a pluviosidade melhora nas épocas do La Niña.

## **Gaza**

Em geral, é a província que apresenta maior período de seca em Moçambique e menor número de dias de precipitação.

faixa do litoral é mais húmida e com pluviosidade mais frequente interior apresenta maior período de seca.

A variação interanual da pluviosidade sazonal é muito maior (a maior do país).

O tempo médio de seca é o mais longo do país, juntamente com Inhambane.

A tendência da pluviosidade sazonal é fracamente positiva a nível provincial, devido principalmente ao aumento da pluviosidade em Dezembro e Janeiro.

A cobertura da vegetação aumenta moderadamente no pico da estação. Distante da zona do litoral, a duração da estação de crescimento pode ser muito curta (menos de 2 meses).

O impacto da ENSO é muito acentuado, com o El Niño a levar a forte pluviosidade durante a estação, em particular de Janeiro a Março. Os eventos do La Niña levam, normalmente, ao aumento da pluviosidade de Janeiro a Março.

## **Inhambane**

A província mais húmida

que apresenta grande variação interanual e tendência para o aumento da pluviosidade sazonal e dos dias de precipitação forte.

O número de dias de precipitação não apresenta tendência.

a vegetação sazonal apresenta tendência decrescente moderada. A zona costeira de maior pluviosidade têm estações de crescimento muito mais longas (7 meses), ao contrário do interior que apresenta maiores períodos de seca, onde a estação de crescimento pode ser tão curta quanto 2 meses.

Tal como em Gaza, os eventos do El Niño diminuem muito a pluviosidade durante a estação, enquanto os eventos do La Niña levam a um aumento da pluviosidade de Janeiro a Março.

## **Sofala**

A pluviosidade indica valores de transição para as províncias do norte.

A zona litoral centro é mais húmida e apresenta estação de crescimento longa, ao contrário do interior norte, mais semelhante ao sul de Tete.

A pluviosidade sazonal ou os dias de precipitação não apresentam tendência significativa, mas a cobertura da vegetação apresenta tendência decrescente.

O El Niño reduz a pluviosidade de Janeiro a Março, enquanto o La Niña melhora ligeiramente a pluviosidade durante a estação com início antecipado da estação de crescimento.

## **Manica**

Semelhante a Sofala em termos das características gerais dos indicadores do clima.

A zona centro apresenta maior pluviosidade do que as outras zonas da província.

Sendo uma província do interior, não existem zonas de pluviosidade melhorada, apresenta períodos de crescimento mais longos, característica dos climas do litoral.

A zona norte tem estação de crescimento mais curta (3 meses) do que a zona centro (6 meses).

A tendência geral para o aumento da pluviosidade sazonal a sul resulta do aumento de Dezembro a Janeiro que não é compensado pela redução de Outubro a Novembro.

O El Niño reduz o pico da estação das chuvas (Janeiro a Março), enquanto o La Niña melhora ligeiramente a pluviosidade durante a estação, que leva a ligeira antecipação do início da estação de crescimento. As estações do La Niña aumentam a cobertura da vegetação de Nov.-Jan.

## **Tete**

Província com pluviosidade caracterizada por contrastes, que varia de zona razoavelmente seca na metade sul a húmida na zona de fronteira com o Malawi.

Apresenta tendência de aumento moderado da pluviosidade sazonal devido ao aumento da pluviosidade em Janeiro.

O período de crescimento é relativamente curto para esta latitude, principalmente entre 2 a 3 meses, devido, principalmente, às condições da estação terminarem muito mais cedo mais semelhantes a Gaza do que às regiões de maior pluviosidade desta latitude.

O El Niño aumenta a pluviosidade e a cobertura da vegetação no início da estação, mas também leva a estações mais curtas e com menos pluviosidade, enquanto o La Niña aumenta muito a pluviosidade de Janeiro a Março e leva a estações de crescimento mais longas.

### **Zambézia**

A província que apresenta maior pluviosidade no país, que regista a maior pluviosidade sazonal média (superior a 2.000mm) nos distritos de Lugela, Namarroi e Alto Molócue.

Apresenta um número muito elevado (o mais elevado) de dias de precipitação e a maior frequência de dias precipitação forte.

No entanto, existe tendência geral para a diminuição da pluviosidade sazonal, devido principalmente à redução da pluviosidade de Outubro e Novembro.

A tendência para menos dias de precipitação sazonal ocorre principalmente de Fevereiro a Abril (e em Novembro) e é mais forte na zona litoral e norte.

Consequentemente, a cobertura da vegetação tende a diminuir a longo prazo de forma mais acentuada na fase inicial da estação.

O El Niño reduz a pluviosidade de Janeiro a Março, particularmente na zona sul, enquanto o La Niña tem pouco impacto. O impacto geral da ENSO é fraco.

### **Nampula**

Parte da região mais húmida do país com pluviosidade de cerca de 1.500mm e elevado número de dias de precipitação.

Apresenta tendência decrescente da pluviosidade sazonal na zona do litoral, decorrente da redução da pluviosidade de Novembro a Dezembro e de menos dias precipitação, particularmente em Dezembro.

Consequentemente, a cobertura da vegetação apresenta tendência decrescente, particularmente evidente na fase inicial da estação.

Tanto o El Niño como o La Niña têm pouco impacto nos padrões de pluviosidade nesta província, mas as estações do El Nino tendem, em geral, a ser mais curtas.

### **Cabo Delgado**

Província que apresenta pluviosidade elevada, tal como Nampula, com elevado número de dias de precipitação.

Apresenta tendência decrescente fraca da pluviosidade sazonal, com precipitação reduzida em Novembro e Dezembro e menos dias de precipitação.

Consequentemente, a cobertura da vegetação apresenta tendência decrescente, principalmente, na fase inicial da estação.

O El Niño leva a um grande aumento da pluviosidade de Outubro a Dezembro, e a pouco ou nenhum impacto de Janeiro a Março. Apresenta alguma tendência para estações do El Nino mais curtas no sul da província. O La Niña tem pouco efeito.

### **Niassa**

Província de elevada pluviosidade, tal como Nampula, com um número muito elevado de dias de precipitação e menor duração média do período de seca.

Apresenta tendência negativa da pluviosidade sazonal geral na zona norte, devido, principalmente, à redução da pluviosidade em Novembro e Dezembro e menos dias de precipitação.

Consequentemente, a cobertura da vegetação apresenta tendência decrescente na fase inicial da estação.

Tal como em Cabo Delgado, o El Niño leva a grande aumento da pluviosidade de Outubro a Dezembro e apresenta pouco ou nenhum impacto de Janeiro a Março. O La Niña apresenta, também, pouco efeito.

Perguntas?

Muito Obrigado