

# As Alterações Climáticas e o Abastecimento de Água às Populações da Província da Huíla, Angola

Yonara Marina Francisco

Coimbra, Setembro de 2015



## **Agradecimentos**

Agradeço em primeiro lugar ao onnipotente Pai Celestial pelas bênçãos que em mim derramou para que este trabalho chegasse ao fim

Aos meus Orientadores, Professores Eduardo Ivo Alves e José Manuel Azevedo, agradeço pela disponibilidade e pelas sábias orientações, sobretudo pela paciência ao longo do trabalho.

À minha mãe M<sup>a</sup> Manuela Francisco, pelo apoio incondicional e total que me prestou; e ao meu irmão Aldair Bamby.

À Kendra Matos (minha vida!)

Aos Professores e Colegas.

Aos Amigos e Amigas.

Muito obrigada.



## **Resumo**

As alterações climáticas são uma das principais ameaças ao desenvolvimento sustentável. Este efeito global põe em causa não apenas os equilíbrios naturais, mas também a segurança de uma grande parte da população.

O presente trabalho tem como objectivo mostrar as tendências da variação climática da província da Huíla, Angola, e consequências desta variação para o abastecimento da água à população da Província. Os dados analisados foram as temperaturas máximas e as precipitações, registadas no séc. XX e projectadas até ao fim do séc. XXI pelo modelo de circulação geral MIES/MIROC3.2 em quatro cenários de emissões.

Para avaliar a dependência das massas de água superficiais - rios perenes - e freáticas relativamente a eventuais variações no regime anual da precipitação atmosférica efetuaram-se medições mensais do nível da água nos rios Caculuar e Mukufi e num poço, na área urbana da cidade do Lubango. A comparação dos resultados com a evolução mensal da precipitação permitiu concluir que: (1) não há uma ligação directa entre a precipitação e o caudal nos dois rios e (2) essa relação ocorre relativamente ao nível freático, com um atraso médio de cerca de cinco meses.

A conjugação de toda a informação analisada permitiu concluir que, a verificarem-se as previsões de evolução das temperaturas máximas e das precipitações, a captação e o abastecimento de água à cidade do Lubango poderão estar assegurados até ao fim do século.

## **Abstract**

*Climate change is a major threat to sustainable development. This overall effect calls into question not only natural balances, but also the safety of a large segment of the World's population.*

*The present work aims to show the trends of climate change in the province of Namibe, Angola, and consequences of this variation for the supply of water to the population of the province. The data analyzed were maximum temperatures and rainfall, recorded in the 20th century and projected till the end of the 21st century by the MIES / MIROC3.2 general circulation model in four emission scenarios.*

*In order to evaluate the dependence of surface water bodies - perennial rivers - and groundwater - phreatic aquifer - with possible variations in the annual rainfall regime were carried out measurements (monthly) of water level in Caculuvar and Mukufi rivers and in a well, all placed in the urban area of Lubango city. Comparing the results with the monthly evolution of precipitation it was concluded that: (1) there is a direct link between precipitation and stream-flow in both rivers and (2) this relationship occurs in the case of the water table, expressing an average delay of about five months.*

*The combination of all analyzed information allowed concluding that, if the forecast evolution of maximum temperatures and rainfall rates do happen, the uptake and water supply to the city of Lubango should be secured to the end of the century.*

# Índice

<b>Agradecimentos</b> .....	<b>3</b>
<b>Resumo</b> .....	<b>5</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>6</b>
<b>1. Introdução</b> .....	<b>9</b>
1.1. A água, usos e disponibilidades .....	9
1.2. Objectivos .....	10
1.3. Dados e Metodologias .....	10
1.3.1. Dados .....	10
1.3.2. Metodologias .....	11
<b>2. O Clima da Terra</b> .....	<b>12</b>
2.1. Generalidades .....	12
2.2. Tendências climáticas .....	13
2.2.1. Temperatura atmosférica .....	14
2.2.2. Precipitação atmosférica .....	16
2.3. Modelos de circulação geral e cenários para o futuro.....	17
2.3.1. Modelos de circulação geral .....	17
2.3.2. Cenários climáticos .....	18
2.3.3. A escolha do modelo para o presente trabalho .....	20
<b>3. O Clima de África</b> .....	<b>21</b>
3.1. Factores condicionantes .....	21
3.2. Grandes zonas climáticas .....	22
<b>4. Angola: enquadramento físico geral</b> .....	<b>25</b>
4.1. Divisão administrativa .....	26
4.2. Demografia.....	28
4.3. Orografia e hidrografia.....	31
4.4. Geologia .....	33
4.5. Clima .....	34
4.5.1. Clima de Angola no século XX.....	36
4.5.2. Clima de Angola no século XXI.....	58
4.6. Recursos Hídricos .....	83
4.6.1. Recursos hídricos superficiais .....	85
4.6.2. Recursos hídricos subterrâneos.....	87
<b>5. A Província da Huíla</b> .....	<b>88</b>
5.1. Divisão administrativa .....	88
5.2. Demografia.....	89
5.3. Orografia e hidrografia.....	90
5.4. Geologia .....	92
5.5. Uso e ocupação do solo .....	93
5.6. Clima .....	95
5.7. Recursos Hídricos .....	96
5.8. Estrutura dos consumos de água .....	98
<b>6. Análise das tendências climáticas e implicações no abastecimento público de água na Província da Huíla</b> .....	<b>100</b>
6.1. Tendências climáticas (T e P) .....	100
6.2. Relação precipitação atmosférica - escoamento superficial - nível freático na cidade do Lubango .....	101
6.3. O abastecimento público de água.....	105
6.3.1. Abastecimento actual .....	105
6.3.2. Condicionantes hidroclimatológicas e abastecimento futuro .....	106
<b>7. Conclusões e recomendações</b> .....	<b>109</b>
<b>8. Referências bibliográficas</b> .....	<b>113</b>





# 1. Introdução

## 1.1. A água, usos e disponibilidades

A água é determinante para o desenvolvimento sustentável, incluindo a integridade dos ecossistemas e a erradicação da pobreza e da fome, indispensável para a saúde e bem-estar humano (FMA, 2003).

Sabe-se que, mesmo nas regiões mais secas do planeta, como os desertos de Atacama (Chile), Gobi (Mongólia), Kalahari (Sul de África), Sahara (Norte de África) e Beluchistão (Paquistão) sempre existe alguma humidade na atmosfera, com valores na ordem de 5 a 7% em volume. Isto significa que, em qualquer parte da Terra, é encontrada água na forma de vapor, compondo um compartimento hídrico de consideráveis proporções (Von Sperling, 2006).

Estima-se que devido à elevada evaporação em lagos na África e América do Sul, cerca de 12% da entrada de água saia em média como efluente contrapondo-se ao valor de 88% na Europa (Kalff, 2002).

A água meteórica acumulada no subsolo, sobre um horizonte impermeável e que aí circula ou se mantém cativa tem o nome de água subterrânea (Galopim, 2011).

Com relação às águas subterrâneas vale a pena destacar o impressionante volume de água armazenada no aquífero Guarani (ou Botucatu), estimado em 1.2 milhões de km<sup>2</sup>. Trata-se do maior aquífero do planeta (Von Sperling, 2006).

O conhecimento hidrológico e hidrogeológico é importante pois permite a existência de correcta gestão, conservação, protecção e aproveitamento dos recursos hídricos, oferece um conhecimento integrado dos aquíferos, de principais parâmetros físicos, químicos da água e seus mecanismos hidrodinâmicos (entradas, saídas de água e sua evolução ao longo do tempo).

A água é essencial para todo o tipo de produção agrícola e desenvolvimento rural, de modo a melhorar a segurança alimentar. Ela deve servir continuamente a uma variedade de finalidades, incluindo a produção de alimentos, crescimento económico e sustentabilidade ambiental. A água é fonte

importante de alimento (incluindo a actividade piscícola). Para além destes, existem múltiplos usos para a água, como para beber, abastecimento doméstico, abastecimento industrial, agricultura, recreação e lazer, geração de energia (a energia hidroeléctrica é uma das fontes de energia limpa e renovável), navegação, diluição de despejos, harmonia paisagística, preservação da fauna, preservação da flora, irrigação entre outros (Marengo, 2008).

O presente estudo tem utilidade pois promove a análise crítica e discussão que assegure um abastecimento sustentável de água de boa qualidade às populações da província da Huíla. Pretende-se incentivar a protecção e uso de forma adequada dos ecossistemas, que naturalmente capturam, filtram, armazenam e liberam a água como os rios.

## **1.2. Objectivos**

O principal objectivo do presente trabalho é relacionar as alterações climáticas com o abastecimento de água às populações da província da Huíla, determinar as possíveis consequências desta relação e ainda apresentar possíveis soluções. Pretende-se também a caracterização climatológica e hidrológica geral e, em particular, da província da Huíla.

Vão-se descrever as tendências climáticas observadas desde o século XX e algumas projecções climáticas para os próximos tempos, com ênfase na temperatura e na precipitação atmosférica, fomentando uma análise sobre a realidade huilana no que toca as alterações climáticas e o abastecimento de água a estas populações.

## **1.3. Dados e Metodologias**

### **1.3.1. Dados**

A principal fonte de dados foi a climatologia de alta resolução preparada pela *Climatic Research Unit of the University of East Anglia (UK)*, acedidos a partir do centro de distribuição de dados do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2015).

### **1.3.2. Metodologias**

No presente estudo utilizaram-se as seguintes metodologias:

- a) Verificação da evolução das temperaturas, das pluviosidades na Província da Huíla ao longo do séc. XX.
- b) Escolha de modelos para a evolução futura do clima.
- c) Obtenção de dados de campo (medições do nível da água em rios e poços do Município do Lubango) no sentido de estabelecer a relação entre a evolução anual da precipitação e as massas de água superficiais (rios perenes) e as massas de água freáticas.
- d) Comparação dos resultados dos modelos com os dados sinóticos existentes para o séc. XXI e os dados de campo recolhidos, para auxiliar na seleção de um modelo mais adequado ao problema em estudo.
- e) Extrapolação climática até 2099. Será verdade que iremos enfrentar até ao fim deste século inundações e tormentas regulares e uma seca muito forte? Segundo Marengo (2006), o aquecimento Global pode provocar o fim de um quarto das espécies de animais e plantas do planeta até 2050. Seria uma das maiores extinções em massa desde os dinossauros. As extinções podem atingir milhares de milhões de pessoas especialmente no "terceiro mundo", onde há maior dependência da natureza para conseguir comida, abrigo, e remédios.
- f) Estimativa das consequências dessa extrapolação para o abastecimento de água às populações.

## **2. O Clima da Terra**

Chamamos clima ao conjunto de condições atmosféricas que caracterizam as diferentes regiões da Terra e que influenciam não só a vida à superfície do planeta, mas também os processos geodinâmicos externos.

O Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (*International Panel on Climate Change - IPCC*) conclui, no seu terceiro relatório de avaliação TAR (IPCC 2001a), que a temperatura média da atmosfera aumentou  $0.6^{\circ}\text{C} \pm 0.2^{\circ}\text{C}$  durante o século XX. Os modelos globais do IPCC têm mostrado que entre 1900 e 2100 a temperatura global pode subir entre  $1.4^{\circ}\text{C}$  e  $5.8^{\circ}\text{C}$ , o que representa um aquecimento mais rápido do que aquele detectado no século XX e que, aparentemente, não possui precedentes durante, pelo menos, os últimos 10000 anos (Marengo, 2006).

O aquecimento global recente tem impactos ambientais intensos (como o derretimento das glaciares e calotas polares), assim como processos biológicos (como os períodos de floração). As temperaturas na Europa por exemplo, vêm a subir mais rapidamente que a média do planeta e, só no ano 2003, 10% dos glaciares dos Alpes derreteram (Marengo, 2006).

### **2.1. Generalidades**

Actualmente a Terra tem estado a apresentar um aquecimento acelerado, observado desde meados do século XIX, que está a levantar uma enorme preocupação em toda a humanidade, pelo facto de o problema continuar a agravar-se face a dinâmica económica e social. Estas alterações podem afectar fundamentalmente a produção agrícola e pesqueira, os recursos hídricos, originar inundações em extensas áreas costeiras, seca, desertificação, fenómenos meteorológicos adversos, problemas na biodiversidade, afectar a saúde pública, entre outros. Ao subir a temperatura média da Terra os invernos serão mais suaves e temperados. Os glaciares reduzirão ou desaparecerão, as calotas polares se fundirão e o nível médio das águas do mar ascenderá. Não se sabe com certeza o que acontecerá no futuro. Alguns climatólogos afirmam que este aquecimento irregular da Terra tem a ver com factores de ordem natural pelo que não temos como contê-lo,

outros defendem que tem, sim, a ver com as causas antropogénicas e, assim, seria possível travar (Soma, 2013).

## **2.2. Tendências climáticas**

Existem evidências de que eventos extremos como secas, cheias, ondas de calor e de frio, furacões e tempestades, têm afectado diferentes partes do planeta e produzido enormes perdas económicas e de vidas.

Como exemplos, temos o furacão Mitch, de categoria 5, que, em 1998, causou 7500 mortos nas Honduras, Nicarágua, Guatemala e El Salvador. Metade das suas populações foram evacuadas. Com o colapso de fornecimento de água tratada e dos serviços de saneamento ocorreu um violento surto de cólera e de outras doenças de veiculação hídrica. Ele literalmente arrasou a América Central enquanto, ao mesmo tempo, a China sofria a pior enchente em 50 anos.

Em 1999 um ciclone em Orissa, Índia, causou 10000 mortes. Os efeitos do ciclone atingiram entre 10 e 15 milhões de pessoas. Após um período de chuvas excepcionalmente intensas a região norte da Venezuela foi atingida por violentos deslizamentos. A cidade de Vargas foi arrasada, permanecendo, até ao início de 2003, uma cidade fantasma

No ano 2000, as inundações em Moçambique mataram 500 pessoas e deixaram 330000 desabrigados (Cortez, 2004).

Ainda como exemplos podem ser citados a onda de calor na Europa em 2003, os furacões Katrina, Wilma e Rita no Atlântico Norte, em 2005, o inverno extremo da Europa e Ásia em 2006. Também se podem mencionar os furacões no Brasil em 2004, 2005 e 2006. Há ainda impactos relacionados, como alterações na biodiversidade, aumento no nível do mar e impactos na saúde, na agricultura e na geração de energia hidroeléctrica que já podem estar a afectar o planeta. O verão de 2003 na Europa, por exemplo, foi o mais quente dos últimos 500 anos. O aquecimento global pode exacerbar o problema das ilhas de calor em todas as grandes cidades, uma vez que prédios e asfaltos retêm muito mais radiação térmica do que as áreas não urbanizadas (Marengo, 2006)

A Organização Meteorológica Mundial (OMM) começou a manter registos de temperatura em 1860 e, diante dos registos, o ano de 2002 foi o segundo mais quente, perdendo apenas para 1998. O ano de 2001 foi o terceiro mais quente. Desde 1976 a temperatura média global aumentou cerca de 3 vezes mais rápido do que no século anterior. Na última década de acordo com a OMM, foi confirmado um aumento de 0.6 °C na temperatura mundial (Cortez, 2004).

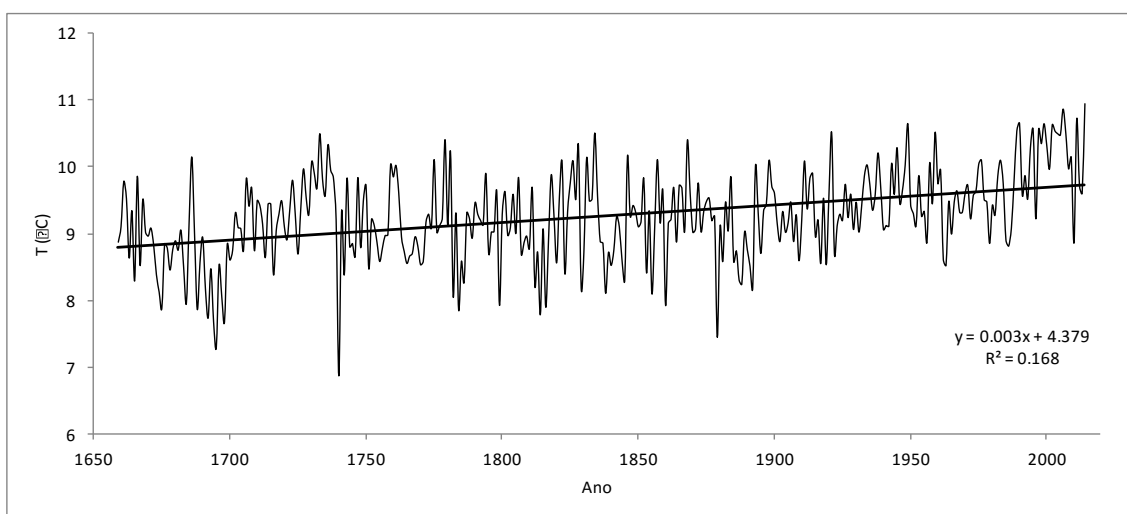
No passado, cenários climáticos gerados por modelos globais foram aplicados em avaliações de impactos vulnerabilidade e adaptação, ainda contendo pouca consistência nos cenários usados para uma mesma região em vários países. Por exemplo cenários que assumem desmatamento nas regiões tropicais, ou aumentos nas concentrações de CO<sub>2</sub> na ordem de 100%, têm produzido climas futuros secos e quentes na América do Sul tropical. Contudo, nada é dito sobre os impactos do desmatamento distinto entre modelos (Marengo e Nobre, 2001). Consequentemente, este tipo de cenário raramente captura uma ampla gama de incertezas nas projecções de clima. A inadequação na selecção dos cenários pode comprometer a interpretação de resultados de estudo de impacto. Entretanto é necessária uma detecção prévia da variabilidade observada, do clima de um dado país, em escalas de tempo mais extensas possíveis. Isto vai servir de base para analisar o clima do futuro tentando assim separar a variabilidade forçada por actividades humanas que induzem mudanças climáticas (Marengo, 2006)

O planeta já experimentou nos últimos anos uma sucessão de acontecimentos radicais: chuvas torrenciais, secas, inundações, tempestades de granizo e grandes temporadas de furacões. Ao mesmo tempo há regiões no planeta onde as precipitações diminuem e as temperaturas se elevam provocando retrocesso de glaciares. A disponibilidade de água destinada ao consumo e a geração de electricidade já está comprometida e o problema agravar-se-á no futuro, tornando-se crónico caso medidas não sejam tomadas (Marengo, 2008).

### **2.2.1. Temperatura atmosférica**

Estas temperaturas diárias e mensais são representativas de uma área mais ou menos triangular do Reino Unido entre Lancashire, Londres e Bristol. A série

mensal, que começa em 1659, é o registo instrumental de temperatura mais longo no mundo. A série diária começa em 1772. Manley (1953, 1974) compilou a maior parte da série mensal, entre 1659 a 1973. Estes dados foram actualizados por Parker *et al.* (1992), que também calculou a série diária. Ambas as séries estão agora mantidas actualizadas pela secção de Monitoramento de Dados do Clima do Centro Hadley, do “Met Office” (serviço meteorológico do Reino Unido). Desde 1974, os dados foram ajustados para o aquecimento urbano. Os dados utilizados foram recolhidos de MOHC (2015).



**Figura 2.1. – Temperaturas médias anuais registadas na Inglaterra central entre 1659 e 2014. (Dados de MOHC, 2015).**

A Inglaterra central registou num longo espaço de tempo de três séculos e meio, subidas de temperaturas médias anuais, com algumas oscilações de descidas, sendo que de 50 em 50 anos estas alterações de temperatura se fizeram sentir da seguinte forma:

A partir de 1650 até bem perto de 1690, a temperatura na Inglaterra rondava entre 8 a 9.9 °C, tendo registado 2 alterações na década de 1690. Estas alterações foram a subida da temperatura até mais ou menos 10.4 °C e depois de poucos anos uma descida considerável de até 6.5 °C.

Entre 1700 e 1750 as temperaturas médias anuais registaram subidas (rondando os 9 e 10.5 °C), mas em contrapartida registou-se anos depois (década de 1740) uma brusca descida nas médias anuais de 4 °C (de 10.5 °C

a 6.5 °C). O mesmo registou-se entre 1850 e 1900, mas foi uma descida de temperatura menos rigorosa já que foram mais ou menos 2 °C.

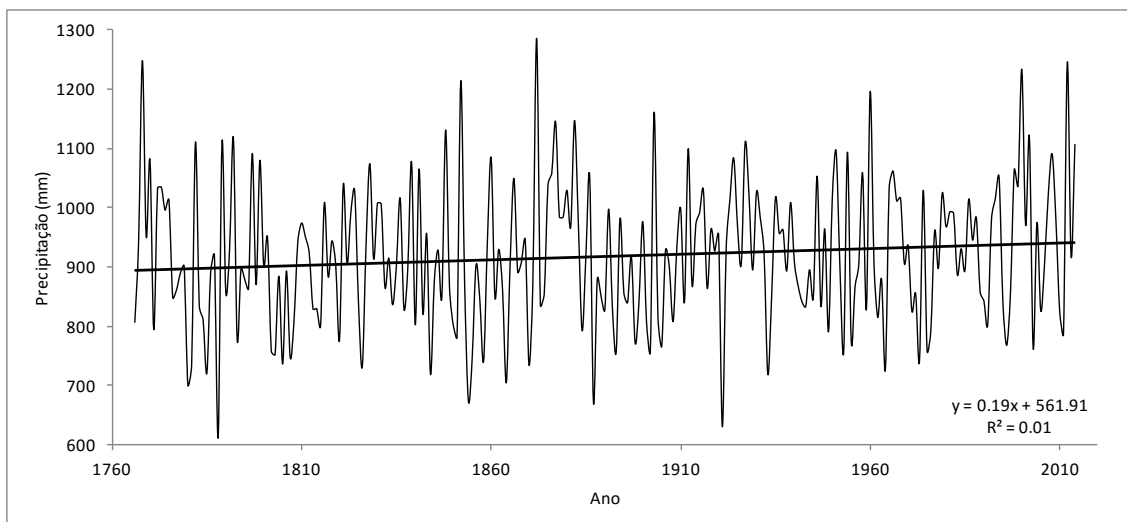
Nos 350 anos as médias anuais mais baixas foram na década de 1740; as temperaturas médias anuais mais altas registam-se actualmente (2014). Portanto em 350 anos as temperaturas médias anuais têm estado a registar um aumento considerável dos 8 aos 11 °C. Portanto, a temperatura tem subido, como se verifica na figura 2.1, o declive da recta de regressão a indicar a subida de temperatura.

Pelo facto de a Inglaterra apresentar os dados de temperaturas médias anuais mais antigos a nível mundial, dá-nos a possibilidade de fazermos uma comparação com as demais regiões a nível mundial tendo em conta os seus factores climáticos particulares e chegar-se a conclusões de como foram as médias anuais tanto em temperatura como em precipitação das mesmas. É importante também porque nos permite sugerir (reunindo e analisando todos os dados e factos, do passado e do presente) como podem ser as médias anuais de temperatura e de precipitação a nível global.

### **2.2.2. Precipitação atmosférica**

Fazendo uma breve descrição dos dados podemos dizer que a série de dados HadUKP (MOHC, 2015b) incorpora uma selecção de estações pluviométricas de longa duração para fornecer uma série de precipitação média. A série mais longa do mundo começou em 1766, e as series mensais regionais começaram em 1873. Todas as series diárias começam em 1931. Os totais de precipitação são baseados em totais diários ponderados de uma rede de estações dentro de cada uma das cinco regiões da Inglaterra. Um controle de qualidade total é realizado no dia 5 de cada mês subsequente, permitindo que os dados dos últimos seis meses possam ser actualizados (Alexander e Jones, 2001).





**Figura 2.2. – Precipitações acumuladas anuais registadas na Inglaterra central entre 1766 e 2014. Dados de MOHC (2015b).**

Num espaço de tempo de 250 anos, o comportamento das precipitações anuais na Inglaterra central foi registado com oscilações, mas que não saía da ordem de 600 mm a 1300 mm.

Assim, as décadas que registaram precipitações mais fracas foram: 1785, 1870 e 1920. E as décadas que registaram maiores precipitações foram: 1760 (que subiu bruscamente de 800mm a 1250 mm), 1850 e 1870 (esta última com uma subida na precipitação de 750mm para 1300 mm). Contudo, a precipitação acumulada tem subido, em média, 0.19 mm por ano, como pode-se verificar no declive da recta de regressão do gráfico da figura 2.2.

## **2.3. Modelos de circulação geral e cenários para o futuro**

### **2.3.1. Modelos de circulação geral**

Um modelo de circulação geral (GCM – *General Circulation Model*) é um tipo de modelo climático. Ele emprega um modelo matemático da circulação geral na atmosfera planetária ou no oceano e usa equações de Navier-Stokes numa esfera rotativa com condições termodinâmicos para diferentes fontes de energia (radiação, calor latente). Essas equações são a base para programas de computador complexos comumente utilizados para simular a atmosfera, o oceano ou a Terra (WIKIPEDIA, 2015). Em 1956, Norman Phillips desenvolveu um modelo matemático que poderia realmente descrever padrões mensais e

sazonais na troposfera, que se tornou o primeiro modelo climático bem-sucedido (Phillips, 1956)

Actualmente está disponível um grande número de GCM. Só a partir do portal de dados do IPCC podemos encontrar 23 (IPCC, 2015), enumerados na tabela 2.1:

**Tabela 2.1 – Modelos de Circulação Global**

<b>Centro</b>	<b>País</b>	<b>Modelo</b>
Beijing Climate Center	<b>China</b>	CM1
Bjerknes Centre for Climate Research	<b>Noruega</b>	BCM2.0
Canadian Center for Climate Modelling and Analysis	<b>Canadá</b>	CGCM3
Centre National de Recherches Meteorologiques	<b>França</b>	CM3
Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation	<b>Austrália</b>	Mk3.0
Max-Planck-Institut for Meteorology	<b>Alemanha</b>	ECHAM5-OM
Meteorological Institute, University of Bonn	<b>Alemanha</b>	ECHO-G
Meteorological Research Institute of KMA	<b>Coreia do Sul</b>	
Model and Data Group at MPI-M	<b>Alemanha</b>	
Institute of Atmospheric Physics	<b>China</b>	FGOALS-g1.0
Geophysical Fluid Dynamics Laboratory	<b>EUA</b>	CM2.0
		CM2.1
Goddard Institute for Space Studies	<b>EUA</b>	AOM
		E-H
		E-R
Institute for Numerical Mathematics	<b>Rússia</b>	CM3.0
Institut Pierre Simon Laplace	<b>França</b>	CM4
Atmosphere and Ocean Research Institute, University of Tokyo, National Institute for Environmental Studies, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology	<b>Japão</b>	MIROC3.2 hires
		MIROC3.2 medres
Meteorological Research Institute	<b>Japão</b>	CGCM2.3.2
National Centre for Atmospheric Research	<b>EUA</b>	PCM
		CCSM3
UK Met. Office	<b>Reino Unido</b>	HadCM3
		HadGEM1
National Institute of Geophysics and Volcanology	<b>Itália</b>	SXG 2005

### 2.3.2. Cenários climáticos

Os cenários climáticos fornecem os dados de entrada para os modelos de circulação geral.

O IPCC publicou um novo conjunto de cenários em 2000 para uso no Terceiro Relatório de Avaliação (Relatório Especial sobre Cenários de Emissões – SRES) (Nakicenovic *et al.*, 2000). Os cenários SRES foram construídos para explorar os desenvolvimentos futuros no ambiente global, com especial

referência para a produção de gases com efeito de estufa e das emissões de aerossóis precursoras.

A equipe SRES definiu quatro cenários, designados A1, A2, B1 e B2, descrevendo as relações entre as forças motrizes e emissões de gases de efeito estufa e aerossóis e sua evolução durante o século XXI para grandes regiões do mundo. Cada cenário representa diferentes desenvolvimentos demográficos, sociais, económicos, tecnológicos e ambientais que divergem de forma irreversível.

### **Cenário de Emissões SRES A1B**

O cenário A1 é, na verdade, uma família de três sub-cenários, consoante as fontes de energia: A1FI (intensiva em energias fósseis), A1T (intensiva em energias renováveis) e A1B (equilibrada entre as anteriores).

Pressupostos fundamentais: um mundo futuro de crescimento económico muito rápido, de baixo crescimento da população e a rápida introdução de tecnologias novas e mais eficientes. Os temas fundamentais são convergência económica e cultural e capacitação, com uma redução substancial das diferenças regionais na renda per capita. Neste mundo, as pessoas buscam riqueza pessoal em vez de qualidade ambiental.

### **Cenário de Emissões SRES A2**

Pressupostos fundamentais: um mundo muito heterogéneo. O tema subjacente é o de reforçar as identidades culturais regionais, com ênfase nos valores familiares e tradições locais, um elevado crescimento da população e menos preocupação com o rápido desenvolvimento económico.

### **Cenário de Emissões SRES B1**

Pressupostos fundamentais: um mundo convergente com a mesma população global, como no cenário A1, mas com mudanças rápidas nas estruturas económicas em direcção a uma economia de serviços e informações, com reduções na procura intensiva de materiais, e a introdução de tecnologias limpas e eficientes em termos de recursos.

### **Cenário de Emissões SRES B2**

Pressupostos fundamentais: um mundo em que a ênfase está nas soluções locais para a sustentabilidade económica, social e ambiental. É novamente um mundo heterogéneo com a mudança tecnológica menos rápida e mais diversa, mas uma forte ênfase na iniciativa da comunidade e da inovação social para encontrar soluções locais, ao invés de globais.

Além dos cenários SRES optou-se por usar um outro, com o intuito de definir valores de base:

### **Cenário de Emissões não-SRES: COMMIT**

Um cenário idealizado em que as cargas atmosféricas de gases de efeito estufa de vida longa são mantidos fixos aos níveis do ano 2000.

#### **2.3.3. A escolha do modelo para o presente trabalho**

Para a escolha do modelo para o presente trabalho teve-se em conta um modelo que tivesse a cobertura terrestre em Angola. Quis-se também que fosse um modelo que tivesse a resolução temporal e espacial mais completa para uma melhor colheita de dados. Este modelo permitirá a produção de previsões no maior número de cenários possível. Dos 23 Modelos de Circulação Global enumerados na tabela 2.1 optou-se, assim, pelo modelo MIROC 3.2 *medres* (de média resolução), elaborado por um consórcio de 3 instituições japonesas, por ser o único que, em simultâneo, tem cobertura terrestre em Angola, tem a resolução espacial de  $2.8^{\circ} \times 2.8^{\circ}$ , e produz previsões de precipitação e temperatura máxima diurna em três horizontes de 30 anos que são de 2010 a 2039, de 2040 a 2069 e de 2070 a 2099, que por sua vez cobrem quase todo o século XXI.

Escolheu-se este modelo também por permitir a produção de previsões nos cenários COMMIT A1B, A2 E B1.

### **3. O Clima de África**

Uma grande parte do continente é sujeita à influência do clima tropical. Na África oriental, montanhas param a monção do Oceano Índico.

O clima de África é fortemente influenciado pelo facto de este continente ser atravessado quase a meio pela linha do equador e estar compreendido na sua maior parte entre os trópicos. É um continente bastante quente, onde os climas se individualizam mais pelas variações pluviométricas do que pelas térmicas, à excepção das extremidades norte e sul, de clima mediterrânico (Fotografias, 2015).

A linha do Equador divide a África em duas partes distintas: o Norte é bastante extenso no sentido leste-oeste; o Sul, mais estreito, afunila-se onde as águas do Índico se encontram com as do Atlântico. Quase três quartos do continente estão situados na zona intertropical da Terra, apresentando, por isso, altas temperaturas com pequenas variações anuais.

Localizados no interior do território africano, os desertos ocupam grande parte do continente. Situam-se tanto ao Norte (Dyif, Iguidi, da Líbia - nomes regionais do Saara) quanto ao Sul (da Namíbia - denominação local do Deserto de Calaari). O deserto do Saara ocupa um terço do território africano. Ali são registadas temperaturas superiores a 40° C (UOL, 2015).

#### **3.1. Factores condicionantes**

O clima do continente é bastante diversificado, sendo determinado principalmente pela conjugação de dois factores: as baixas altitudes e a predominância de baixas latitudes. Distinguem-se na África os climas equatoriais, tropical, desértico e mediterrâneo. As médias térmicas mantêm-se elevadas durante o ano todo, excepto nos extremos norte e sul e nos picos das montanhas mais altas.

A pluviosidade na África é bastante desigual, sendo a principal responsável pelas grandes diferenças entre as paisagens africanas (UOL, 2015).

### 3.2. Grandes zonas climáticas

O clima equatorial, quente e húmido o ano todo, abrange parte da região Centro-Oeste do continente. Apresenta-se na parte central, com temperaturas que variam entre 25 °C e 30 °C e índices pluviométricos que atingem até 3000 mm anuais. Em razão das altas taxas de humidade relativa do ar e da abundância de chuvas, praticamente não existe estiagem, o que proporciona a proliferação de florestas equatoriais.

O clima tropical quente, com invernos secos, domina o centro do continente (conforme podemos observar na figura 3.1). As temperaturas médias presentes oscilam entre 22°C e 25°C com índices pluviométricos que atingem até 1.400 mm ao ano. Nas regiões onde esse clima predomina existem duas estações bem definidas, sendo uma seca e uma chuvosa (UOL, 2015).

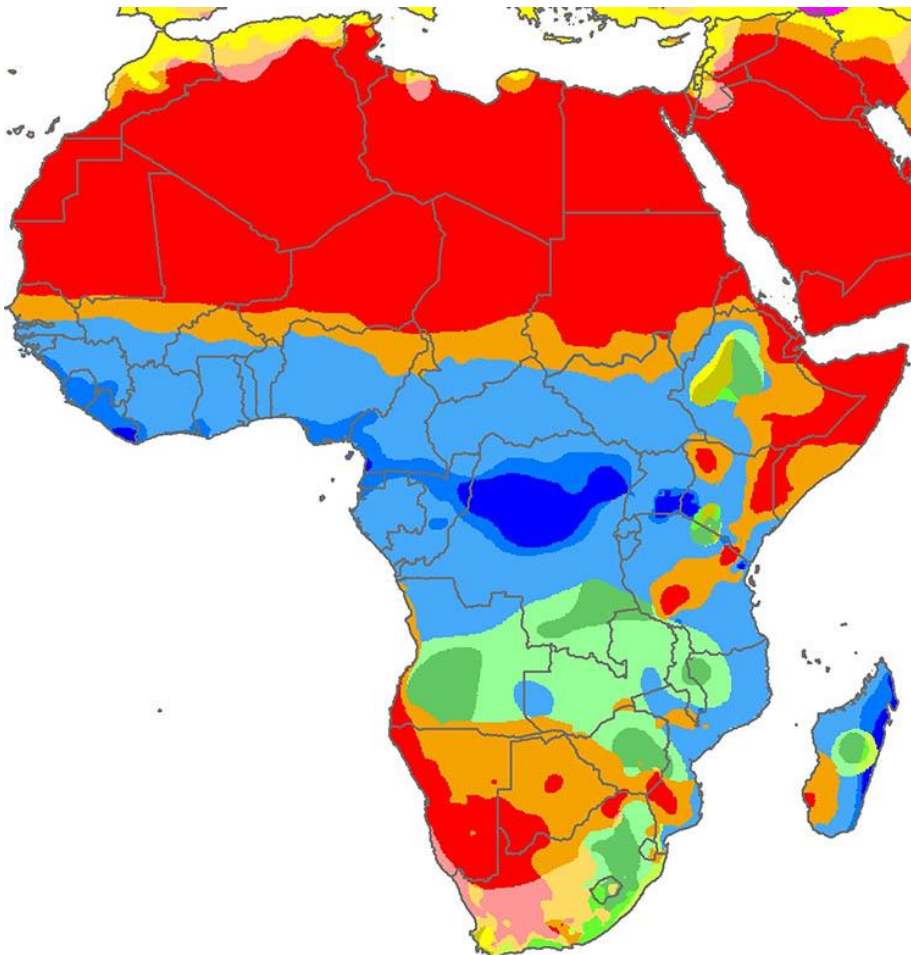


Fig. 3.1 - Mapa climático africano. Vermelhos: climas desérticos; azuis: climas tropicais; verdes: climas semi-tropicais ou temperados. (Fonte: Peel et al., 2007)

O clima desértico, por sua vez, compreende uma grande extensão da África, acompanhando os desertos do Saara e do Calaari.

O clima mediterrânico manifesta-se em pequenos trechos do extremo norte e do extremo sul do continente, apresentando-se quente com invernos húmidos. Apresenta temperaturas mais amenas; nessas áreas as temperaturas variam entre 15°C e 20°C.

As chuvas ocorrem com abundância na região equatorial, mas são insignificantes nas proximidades do Trópico de Câncer, onde se localiza o deserto do Saara, e do Trópico de Capricórnio, região pela qual se estende o Calaari (UOL 2015).





#### 4. Angola: enquadramento físico geral

No presente capítulo apresenta-se a caracterização física de Angola aos seguintes níveis: administrativo, demográfico, orográfico, hidrográfico, geológico, climático e de recursos hídricos.

Angola é uma república popular. Ex-colónia portuguesa, está situada na África Ocidental (conforme a figura 4.2). Foi descoberta por Diogo Cão, em 1486.



Figura 4.1 - Localização geográfica de Angola (WorldAtlas, 2015)

Tornou-se independente em 11 de Novembro de 1975, sob égide do Movimento Popular de Libertação de Angola (M.P.L.A) dirigido por Agostinho Neto. É uma república socialista.

Dados Gerais:

- Superfície – 1.246.700 km<sup>2</sup>.
- Clima – tropical. Duas estações: cacimbo (seca) de Maio a Setembro, e das chuvas (mais quente) de Setembro a Maio.
- Temperaturas Médias – 27 °C (máximas) e 17 °C (mínimas).
- Fronteiras – W: oceano atlântico; N: Congo e Republica Democrática do Congo; E: Zâmbia; S: Namíbia.
- Extensão das fronteiras – Marítima: 1.600 km; Terrestre: 4.837 km.
- Cidades principais – Luanda, Cabinda, Benguela, Lobito, Lubango e Namibe.
- Rios principais – Kwanza, Cunene e Zaire.
- Língua oficial – Português.
- Principais Línguas nacionais – Umbundu, Kimbundu, Kikongo, Tchokwe.
- Portos – Cabinda, Luanda, Lobito, Namibe e Soyo.
- Moeda – Kwanza.

#### **4.1. Divisão administrativa**

Angola situa-se na costa ocidental no continente Africano, a sul do equador, entre os paralelos 4°22' e 18°02' sul e os meridianos 11°41' e 24°05' leste. A costa atlântica estende-se desde a província de Cabinda até à província do Namibe que dista aproximadamente 1.650 km.

A fronteira angolana tem uma extensão de 6.487 km, sendo 4.837 km fronteira terrestre, e 1.650 km fronteira marítima. A superfície total do território é de 1.246.700 km<sup>2</sup>.

O país é dividido em 18 províncias, 163 município e 509 comunas. É um país dotado de vários e abundantes recursos hídricos.

Segundo o Instituto Nacional de Estatística, Luanda, a capital nacional, é a maior cidade de Angola em número de habitantes (2.824.891 habitantes em 2000).

Para além de ser a capital do país, Luanda é também a principal cidade, sob o ponto de vista socioeconómico.

Destacam-se outras cidades: Lubango, Benguela, Huambo e Cabinda.

Conforme se pode observar na figura 4.2 Angola faz fronteira com vários países e com o mar.



**Figura 4.2 – Divisão administrativa de Angola. Fonte: Mapatlas (2015).**

- Norte e nordeste – República Democrática do Congo.
- Noroeste – República do Congo.

- Este – Republica da Zâmbia.
- Sul – Republica da Namíbia.
- Oeste – Oceano atlântico.

A divisão administrativa do território mais pequena é o bairro na cidade, enquanto nos meios rurais é a povoação (INE, 2004).

## 4.2. Demografia

Como podemos observar na figura 4.3, os principais grupos étnicos em Angola são:

- Ambundu: nas províncias do noroeste.
- Ovimbundu: na região Oeste e algumas províncias do centro do país.
- Lunda- Tchokwe: no nordeste e algumas regiões do centro do país.
- Nyanyeka: regiões do sudoeste e sul do país.
- Herero: regiões do extremo sudeste do país.
- Hambo: no sul.
- Tchindonga: nas regiões do extremo sudeste do país.
- Bochimane: em regiões muito pequenas, encontram-se no centro e sul do país.



Figura 4.3 – Principais etnias de Angola. Fonte: Mapatlas, 2015.

Antes do Censo de 2014, o último censo populacional em Angola foi realizado em 1970. Após o censo de 1970, não estiveram reunidas as condições de paz e estabilidade para a realização dos outros censos, devido aos conflitos armados. No entanto, foram realizados alguns estudos de população:

- Em 1983 foi realizado o censo provincial de Luanda;
- Em 1984, um levantamento semelhante foi realizado em várias províncias (Sabino, 2007).

De acordo com as estimativas Angola registava 14.602.000 habitantes, aproximadamente. Recorrendo à tabela 4.1, pode-se chegar às seguintes conclusões: entre 1940 e 1950, o crescimento foi lento, com um elevadíssimo valor de mortalidade; entre 1950 e 1960, ocorre um razoável crescimento, embora baixo em termos absolutos, devido a uma melhoria na recolha de dados estatísticos; entre 1960 a 1970, verifica-se um abrandamento nítido no aumento da população (a guerra de libertação, emigração, exílio voluntario em países vizinhos); entre 1970 e 1980, houve aumento sensível da população devido ao regresso de muitos angolanos à pátria libertada e independente após 1975 (Sabino, 2007).

**Tabela 4.1 – Crescimento populacional angolano de 1900 a 2010.**  
**Fonte: Sabino, 2007.**

<b>Ano</b>	<b>População</b>
1900*	2 716 000
1910*	2 921 500
1920	3 131 200
1930*	3 343 500
1940	3 738 010
1950	4 145 266
1960	4 840 719
1970	5 673 046
1980*	7 722 000
1990*	10 020 000
1995*	11 558 000
2000*	14 602 000
2005*	15 566 000
2010*	16 082 000

\*estimativas.

**Nota:** entre 1900 e 1990, considerou-se a evolução da população de 10 em 10 anos e, de 1990 a 2010, de 5 em 5 anos.

Como vimos, a evolução do crescimento populacional angolano deve-se quase exclusivamente ao crescimento natural. A sua forte intensidade decorre dos

elevadíssimos níveis que se registaram em relação a natalidade e à mortalidade. Para além disso, o crescimento da população angolana acelerou como consequência do declínio na mortalidade. Este declínio teve início após a descolonização do país e aumentou durante os conflitos armados. Permanece, no entanto, ainda muito elevado, quando comparado com outros países. Com o país em paz e em reconstrução, a taxa de mortalidade tende a diminuir (Sabino, 2007).

O Censo realizado de 16 a 31 de Maio de 2014, foi o primeiro censo depois da Independência; 24.383.301 habitantes são o número da população residente apurado no último Censo 2014, sendo 11.803.488 do sexo masculino e 12.579.813 do sexo feminino. 48% Da população residente em Angola que corresponde a 11,8 milhões (resultados preliminares do Censo 2014) é do sexo masculino e 12,5 milhões (52%) da população residente em Angola é do sexo feminino.

Os resultados preliminares do Censo 2014 mostram que o índice de masculinidade (rácio homens/mulheres) em Angola é de 94. Isto é 94 homens para cada 100 mulheres.

A província de Luanda é a mais populosa com 27% da população do país (6,5 milhões de habitantes).

A província do Bengo é a que registou menor número de residentes com 1% da população (274.053 habitantes).

Angola tem uma superfície de 1.246.700 quilómetros quadrados, com uma densidade populacional de 20 habitantes por quilómetro quadrado.

As províncias de Luanda com 27%, Huíla com 10%, Benguela e Huambo 8%, Cuanza Sul com 7%, Bié e Uíge com 6% concentram 72% do total da população do país.

As províncias do Cuanza Norte, Namibe, Zaire, Cuando Cubango, Lunda Sul têm uma população inferior a 3% da população do país. 16 De Outubro de 2014 foi o dia que foram divulgados os resultados preliminares do Recenseamento Geral da População e Habitação 2014 (INE, 2014).

A população angolana é de um modo geral jovem, com uma taxa de natalidade elevada e com uma reduzida percentagem de população idosa, reflectindo a baixa esperança média de vida. A distribuição da população pelos dois géneros é relativamente idêntica, sendo a proporção de mulheres ligeiramente superior á de homens (PNEA, 2013).

### 4.3. Orografia e hidrografia

Angola apresenta um relevo constituído por um maciço de terras altas que é limitado a oeste por uma faixa de terra baixa cuja altura varia desde 0 a 200 m; acima dos 200 metros encontram-se as montanhas e os planaltos que têm um aumento gradual de altitude que se estendem até atingir o planalto central cujas altitudes médias variam entre 1200 e 1600 metros. É no planalto central que se situa o ponto mais alto do país, que é o Morro do Moco, com 2600 metros de altitude (figura 4.4).

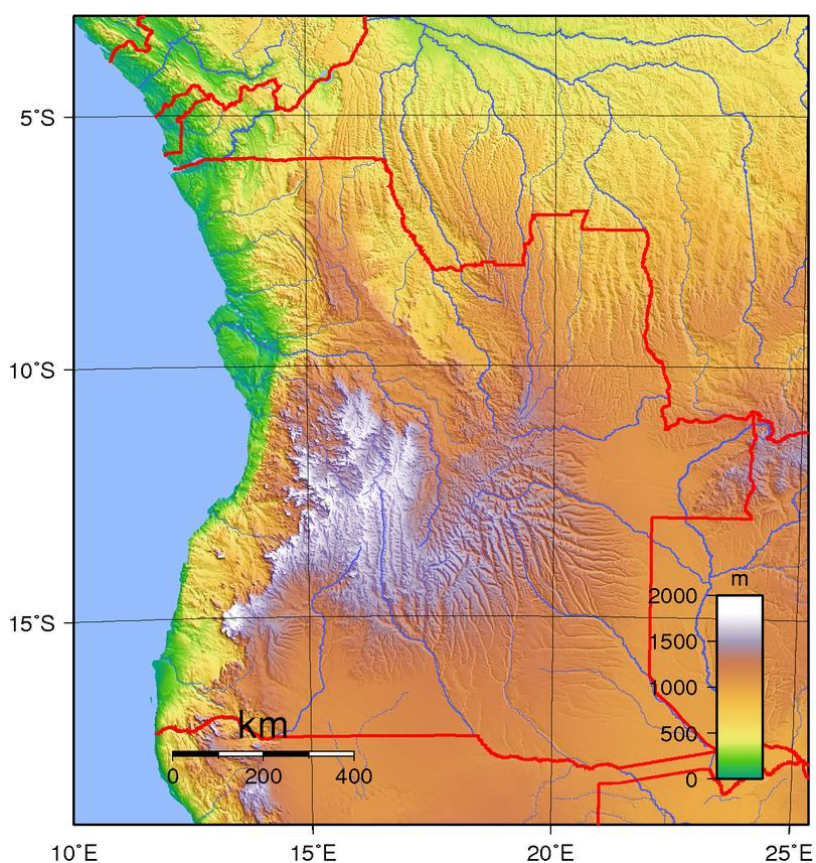


Figura 4.4 – Orografia e hidrografia de Angola. Fonte: Sadalmelik (2007).

O planalto do sul de Angola foi descrito como uma planície sem expressão, levemente ondulado, com vales pouco profundos e muito largos, e divisórias arredondadas e mal distintas (CPE, 2006)

A aplanação é muito perfeita e os cursos de água com declives muito fracos, quase não transportam seixos e nem desenham meandros. Não se encontram terraços expressivos em nenhum curso de água. Todas estas características indicam uma idade muito avançada para a superfície de desnudação.

As características do relevo de Angola reflectem-se em certa medida, nas características dos rios angolanos, visto que os rios correm das zonas planálticas e de montanha marginal para as regiões mais baixas.

Uma das características dos rios de Angola é o facto de eles apresentarem, ao longo do seu perfil longitudinal, numerosas quedas de água e rápidos, o que se deve, provavelmente, à complexa tectónica do país.

Devido ao relevo, a maior parte dos rios angolanos que desaguam no oceano atlântico não é navegável numa grande parte dos seus cursos.

O trabalho erosivo faz com que a maior parte dos rios angolanos, que correm para o atlântico, apresentem perfis transversais encaixados nos seus cursos médios ou superior. Os perfis transversais dos rios que correm para o interior de Angola, ou do continente africano, são menos encaixados do que os que correm para o atlântico.

As bacias hidrográficas dos rios de Angola ocupam grandes áreas, isto porque numerosos afluentes entroncam nos principais rios do nosso país, fundamentalmente na zona montanhosa e na zona planáltica (Sabino, 2007).

No que diz respeito ao regime dos rios angolanos, a principal fonte de alimentação do caudal são as chuvas, por isso, as variações da quantidade de água que os rios transportam são determinadas pela quantidade de chuva ao longo do ano, facto esse que faz com que os rios angolanos apresentem maior caudal durante a estação das chuvas, chegando, nalgumas regiões, a secar completamente durante a estação seca. Portanto o seu regime é pluvial (atinge o máximo na estação das chuvas).



O relevo de Angola, além de exercer influência no traçado dos perfis longitudinais da maioria dos rios angolanos determina também a existência de diferentes direcções em que correm os rios, podendo-se distinguir em Angola a existência de quatro grandes vertentes de escoamento de água: Vertente atlântica, vertente do Zaire ou Congo, Vertente do Zambeze e vertente do Calaari, (Sabino, M.C. 2007).

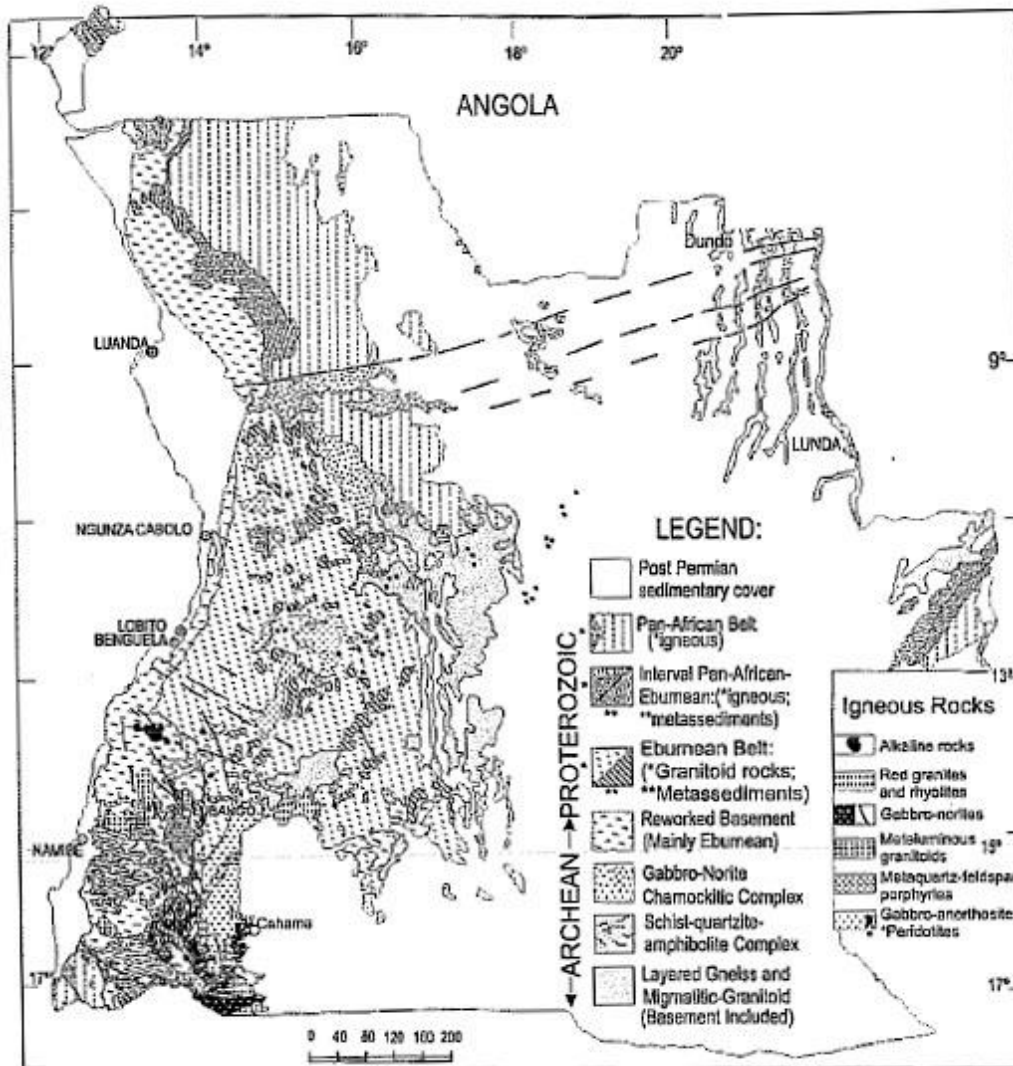
#### **4.4. Geologia**

Em Angola afloram á superfície rochas muito antigas, anteriores ao começo da era Primária (figura 4.5).

Estas rochas são, na sua maioria, rochas metamórficas e magmáticas e fazem parte da grande unidade geológica que costumamos designar por Maciço Antigo, que também é formado por rochas mais recentes da Era Primária. Esta grande unidade geológica ocupa uma zona extensa no nosso país, ao longo de uma faixa sublitoral, que toma maiores dimensões no centro e sul de Angola.

Relacionados com as rochas do Maciço Antigo, encontramos alguns dos principais recursos minerais de Angola como, por exemplo, os diamantes, que aparecem nas Lundas, numa rocha eruptiva que temo nome de quimberlito.

Na província da Lunda Norte nas zonas mais baixas encontram-se rochas muito mais antigas do Maciço Antigo, ao passo que, nas zonas mais elevadas, aparecem já formações rochosas mais recentes.



**Figura 4.5- Unidades tectonostratigráficas (simplificadas) de Angola e possível correspondência aos Cinturões Tectonometamórficos responsáveis pela edificação do Cratão do Congo. Extraído de Pereira *et al.* (2010).**

Estas rochas mais recentes, que cobrem as rochas mais antigas, encontram-se agrupadas em grandes unidades geológicas (Formações de cobertura).

As formações de cobertura são as que ocupam a maior área em Angola, por isso encontra-se grande parte do território coberto por areias e outras rochas sedimentares mais ou menos semelhantes.

A Orla Litoral é a outra grande unidade geológica de Angola e ocupa uma posição costeira. As rochas da Orla Litoral são posteriores a maioria das rochas do Maciço Antigo, pois começaram a formar-se na Era Secundária, continuando a sua formação nas Eras Terciária e Quaternária.

Na Orla Litoral podemos encontrar uma grande variedade de rochas sedimentares, como areias, conglomerados, calcários, margas, grés, etc. Os calcários por exemplo encontram-se na região do Sumbe, dando aí origem a uma bela paisagem cársica. Relacionados com as rochas sedimentares na Orla Litoral, pode-se encontrar alguns dos mais importantes recursos minerais do país, como o petróleo, o fosfato, etc. (Sabino, 2007).

#### **4.5. Clima**

Segundo Castanheira Diniz (1973), a latitude de Angola a sul do equador determina em termos gerais um clima entre árido ou dos desertos e temperado quente com seca invernal. O tipo de relevo, dominado por planaltos, e ainda os efeitos da corrente oceânica fria e o factor continentalidade, resultam numa importante diversidade climática. O clima é tropical no norte e subtropical no sul, sendo temperado nas zonas de maior altitude e semi-temperado com inverno seco.

Genericamente em Angola, existem duas estações do ano mais ou menos bem diferenciadas: uma seca e fresca, denominada “cacimbo”, que vai de Junho a fins de Setembro; outra chuvosa e quente, “chuvas”, que decorre de Outubro a fins de Maio. Por vezes, em determinadas épocas, a estação das chuvas é dividida por um curto período de seca conhecido por “pequeno cacimbo ou estiagem” que pode ocorrer de fins de Dezembro a princípios de Fevereiro.

A precipitação em Angola é influenciada pelo centro de altas pressões do Atlântico Sul, pela corrente fria de Benguela e pela altitude. A precipitação média anual varia de 750 mm-850 mm. A quantidade de precipitação decresce de Este para Oeste e do Norte para o Sul (Castro, 2012).

O país situa-se na costa Ocidental da África Central, entre as coordenadas 4°22' de latitude Sul e 11°41' e 24°2' de longitude. O seu enquadramento geográfico, a sua geomorfologia e a corrente fria de Benguela são os três principais factores que condicionam as características climáticas do País, sendo o clima de Angola geralmente do tipo tropical, temperado pelo mar e pela altitude, mas variando consideravelmente com a latitude. A média anual da temperatura máxima do ar oscila entre os 20 e os 34 °C. As temperaturas

mais baixas registam-se na faixa da região hidrográfica do Sudoeste e na zona do planalto central, sendo as maiores temperaturas registadas na zona norte de Angola. A temperatura mínima média anual é mais baixa no Planalto e no Sul do País, variando, entre os 11 e os 13°C. Na faixa litoral, com exceção do sul da província do Namibe, e no Norte do País, a média anual das temperaturas mínimas varia entre os 15° e os 21°C, verificando-se as temperaturas mais elevadas em Cabinda, no litoral Norte e no litoral Sul do Kwanza (PNEA, 2013).

A evapotranspiração varia com a altitude e a latitude, e também com a proximidade do mar, tomando valores médios 3 e os 2,5 mm dia. A humidade relativa média anual é muito baixa no Sul de Angola, sendo inferior a 50% junto a cidade do Lubango e na extremidade sul das bacias do Cuvelai e do Cuando (PNEA, 2013).

A quantidade pluviométrica anual aumenta do litoral para o interior e diminui de Norte para Sul. As precipitações atingem 1800 mm ou mais no interior de Cabinda e reduzem-se rapidamente ao longo do litoral e enquanto se caminha para Sul (província do Namibe). As precipitações são superiores a 1500 mm nas zonas mais altas das regiões montanhosas, especialmente nas províncias do Huambo, Lundas e Uíge (PNEA (2013).

#### **4.5.1. Clima de Angola no século XX**

Analisando as figuras das páginas seguintes (figuras 4.6 a 4.15), que retratam o comportamento da precipitação, isto é, precipitações acumuladas mensais (mm) médias, entre as latitudes 2.75 e 19.75 °S e as longitudes 9.25 e 26.75 °E em períodos de 10 em 10 anos, verifica-se que durante um século (1901 a 2000) os meses com maiores precipitações na província da Huíla foram Novembro, Dezembro, Janeiro, Fevereiro, Março e Abril, começando a registar-se um abrandamento de quedas pluviométricas em Maio e voltando a registar-se precipitação em Outubro. Os meses que quase não se registaram precipitações nos os vários períodos em análise são visivelmente Junho, Julho e Agosto.

Fazendo agora uma análise as figuras 4.16 a 4.25 sobre médias mensais das temperaturas máximas diurnas ( $^{\circ}\text{C}$ ) para períodos de 10 em 10 anos, entre as latitudes 2.75 e 19.75  $^{\circ}\text{S}$  e as longitudes 9.25 e 26.75  $^{\circ}\text{E}$ , ao longo do século XX (de 1901 a 2000), foram mais elevadas nos meses de Outubro, Novembro, Dezembro e Janeiro com valores a volta dos 30  $^{\circ}\text{C}$ . Os meses que se mostram mais frios são Maio, Junho e Julho.

181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

## Jan

## Fev

## Mar

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

## Abr

## Mai

## Jun

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

## Jul

## Ago

## Set

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

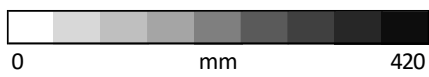
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

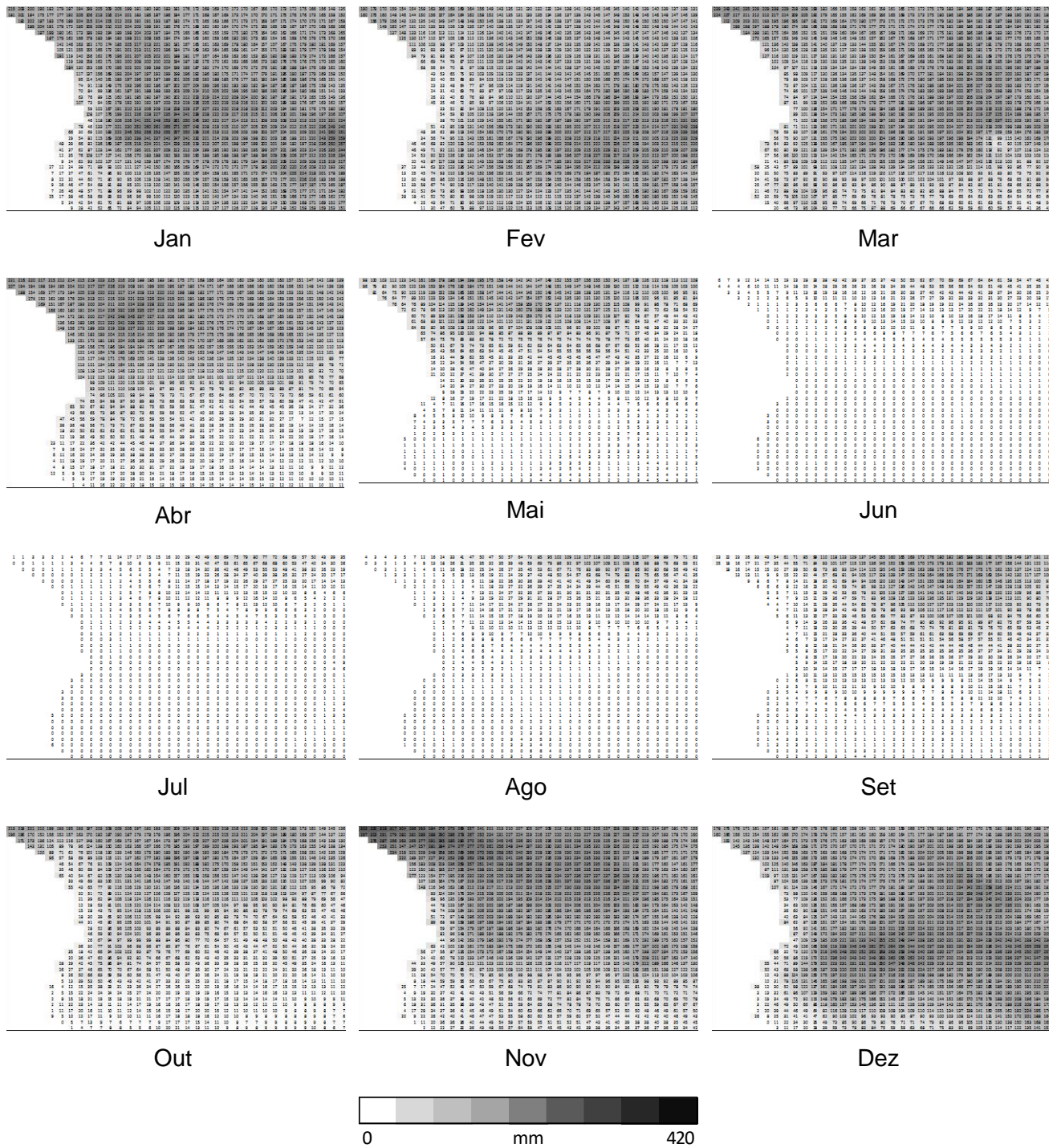
## Out

## Nov

## Dez



**Figura 4.6 – Precipitações acumuladas mensais médias (mm) para o período 1901-1910, entre as latitudes 2.75 e 19.75 °S e as longitudes 9.25 e 26.75 °E. Dados de CRU (2015).**



**Figura 4.7 – Precipitações acumuladas mensais médias (mm) para o período 1911-1920, entre as latitudes 2.75 e 19.75 °S e as longitudes 9.25 e 26.75 °E. Dados de CRU (2015).**

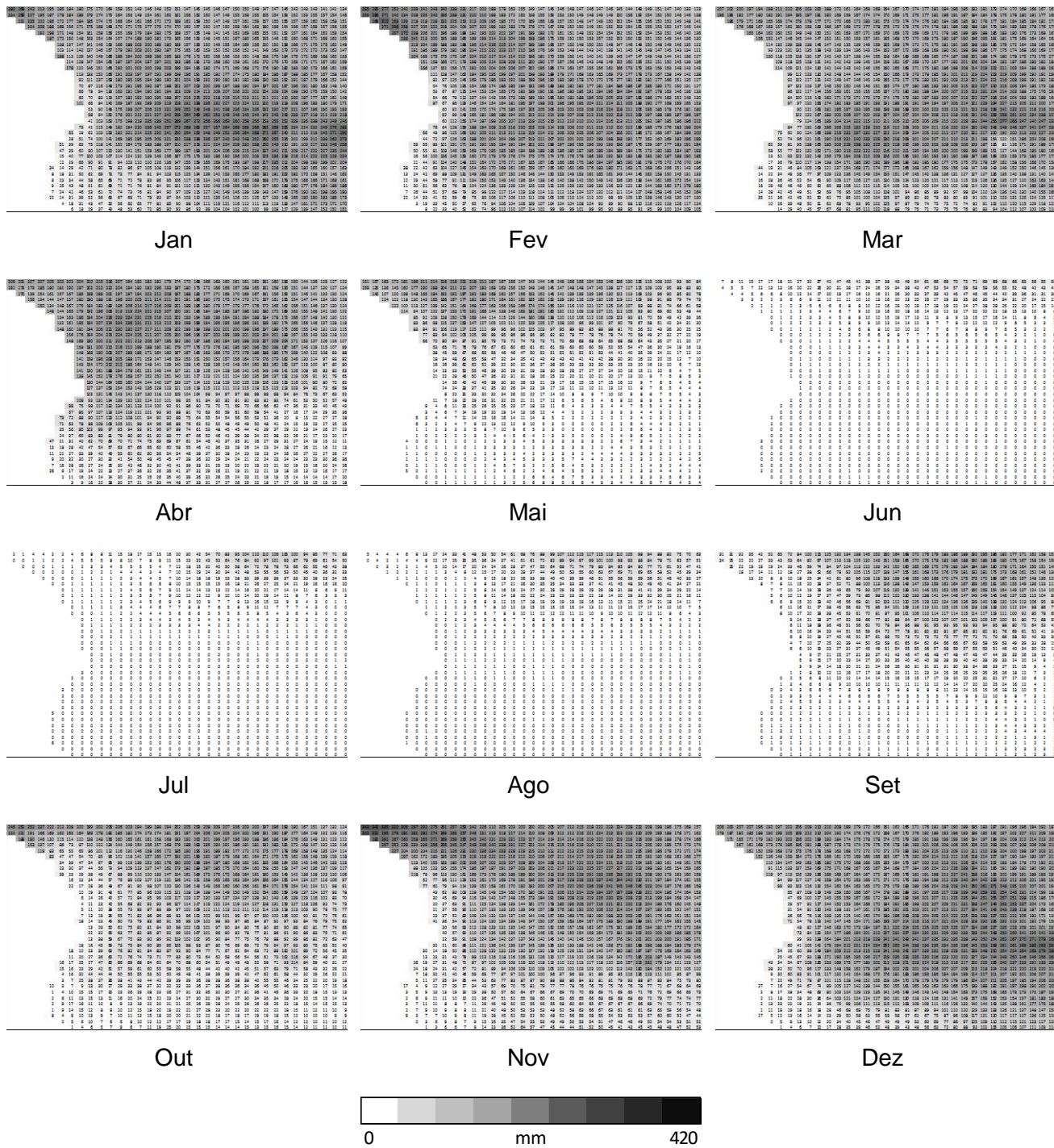
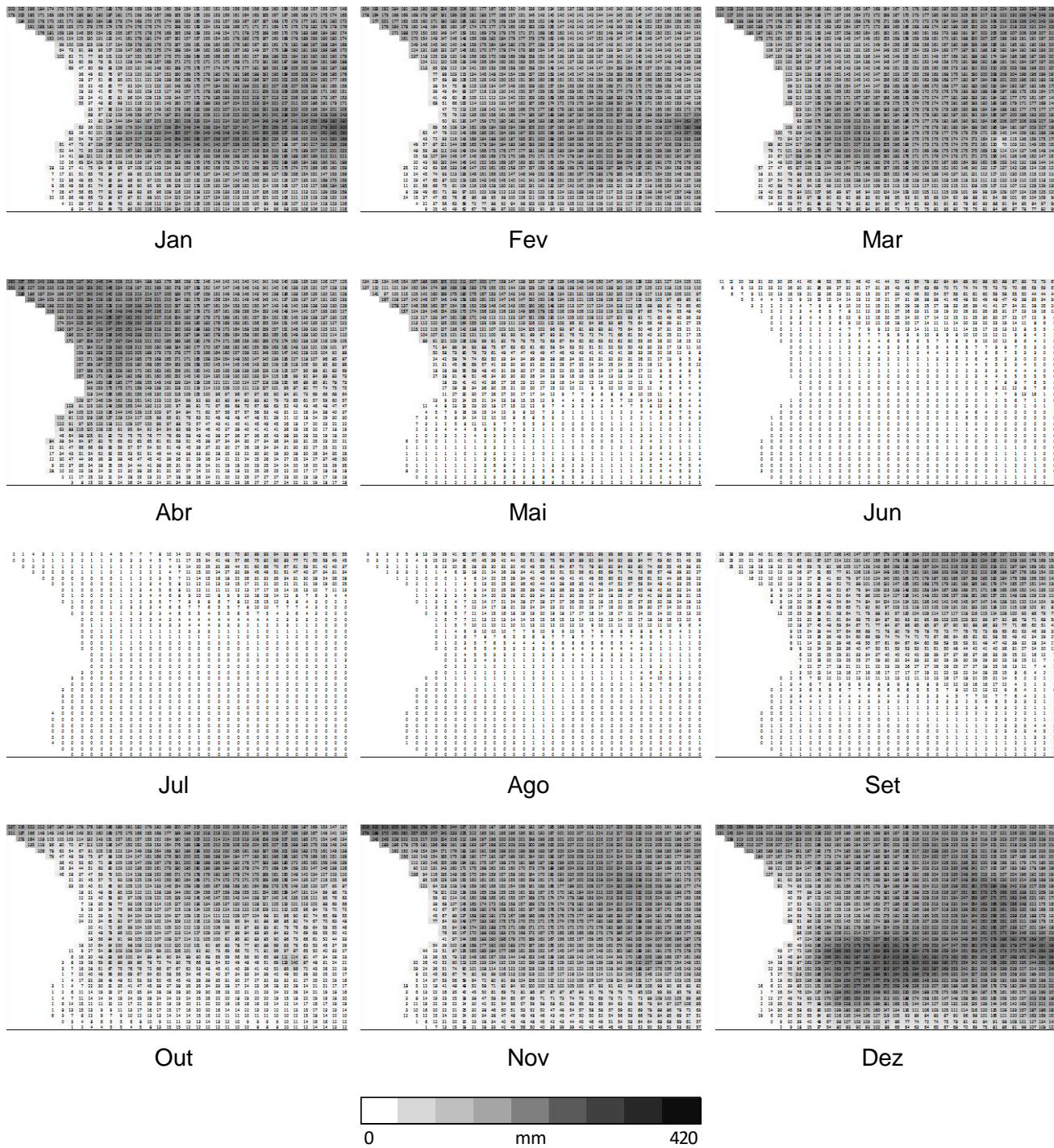


Figura 4.8 – Precipitações acumuladas mensais médias (mm) para o período 1921-1930, entre as latitudes 2.75 e 19.75 °S e as longitudes 9.25 e 26.75 °E. Dados de CRU (2015).





**Figura 4.9 – Precipitações acumuladas mensais médias (mm) para o período 1931-1940, entre as latitudes 2.75 e 19.75 °S e as longitudes 9.25 e 26.75 °E. Dados de CRU (2015).**

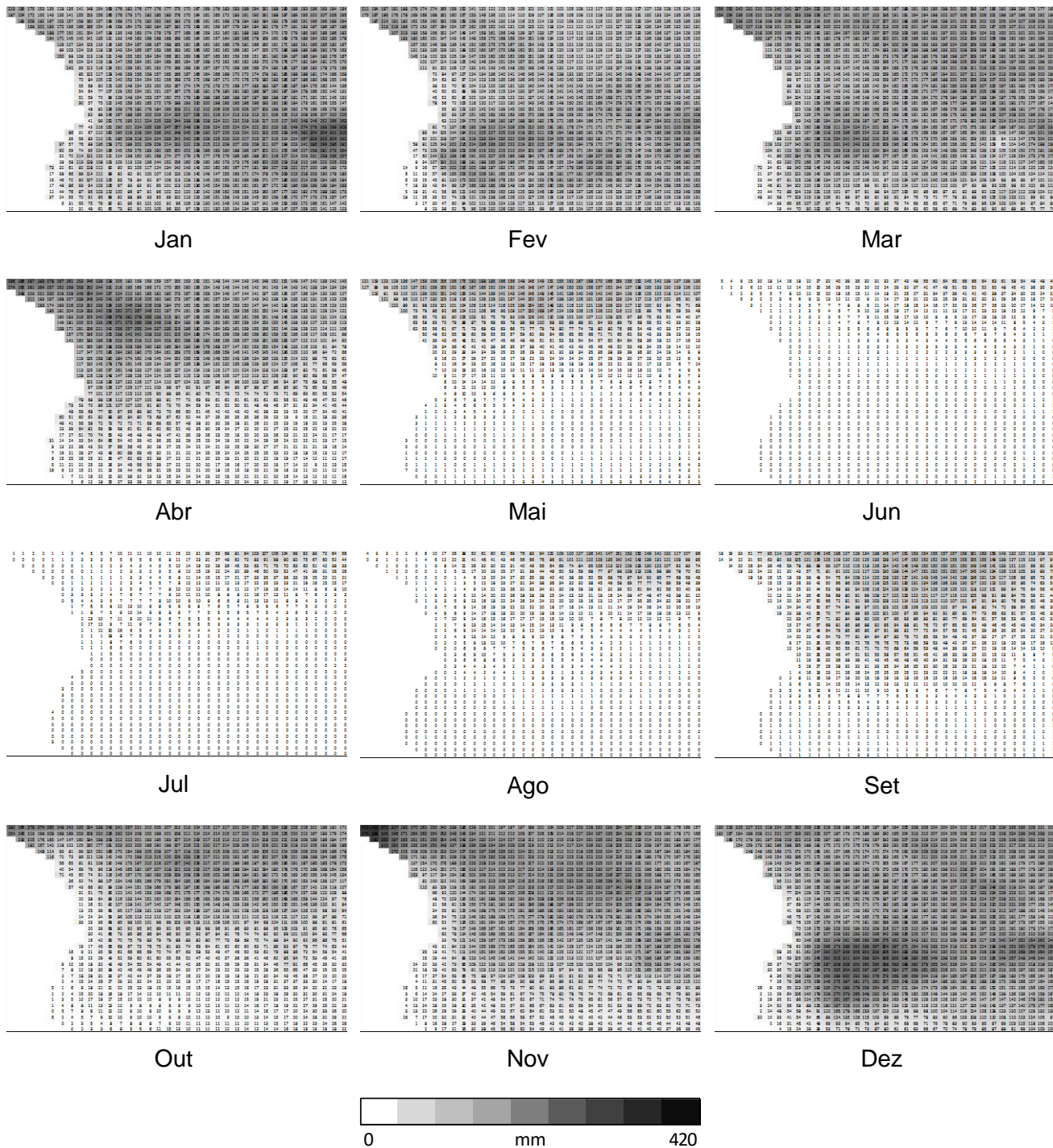
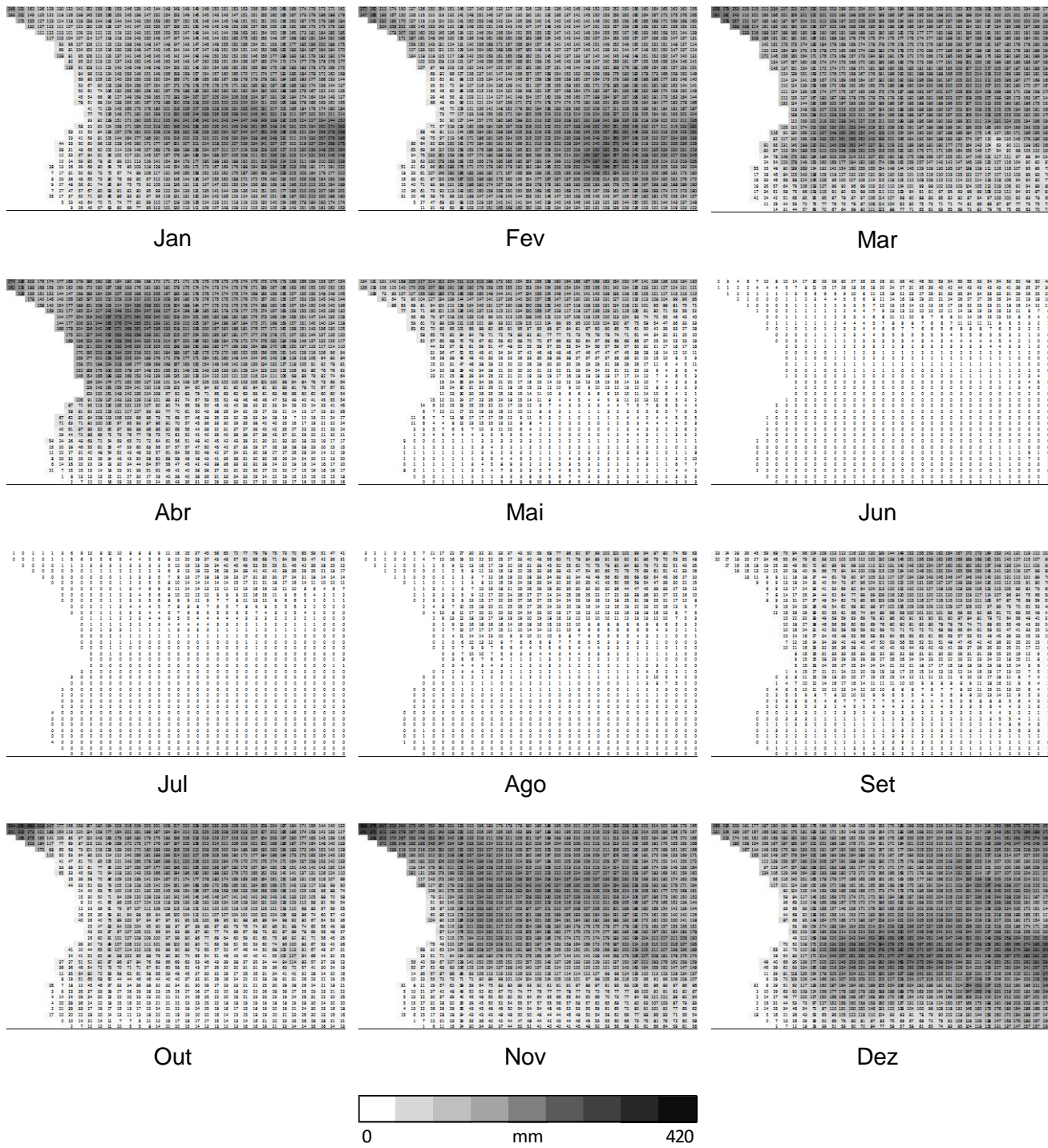
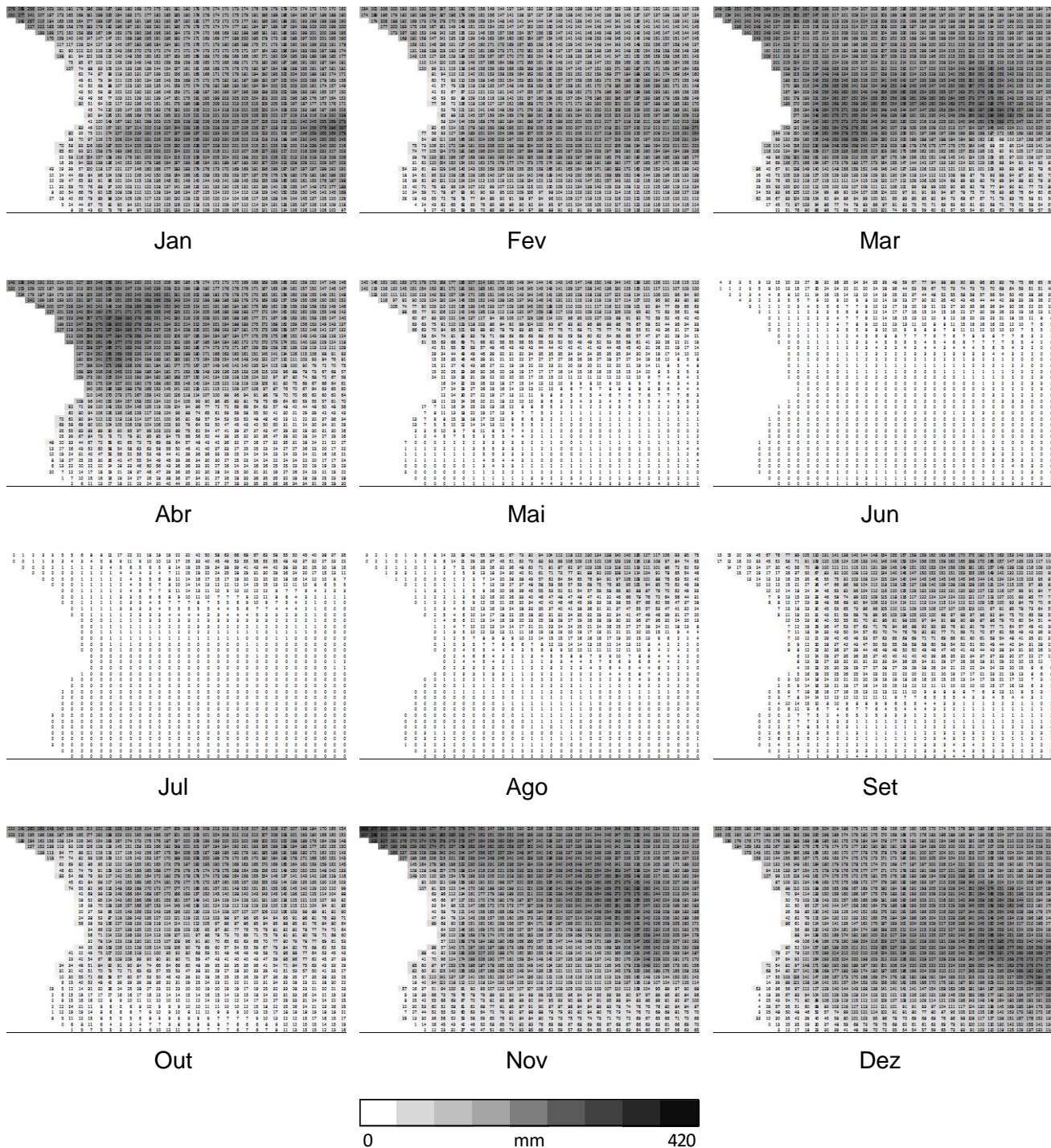


Figura 4.10 – Precipitações acumuladas mensais médias (mm) para o período 1941-1950, entre as latitudes 2.75 e 19.75 °S e as longitudes 9.25 e 26.75 °E. Dados de CRU (2015).



**Figura 4.11 – Precipitações acumuladas mensais médias (mm) para o período 1951-1960, entre as latitudes 2.75 e 19.75 °S e as longitudes 9.25 e 26.75 °E. Dados de CRU (2015).**



**Figura 4.12 – Precipitações acumuladas mensais médias (mm) para o período 1961-1970, entre as latitudes 2.75 e 19.75 °S e as longitudes 9.25 e 26.75 °E. Dados de CRU (2015).**

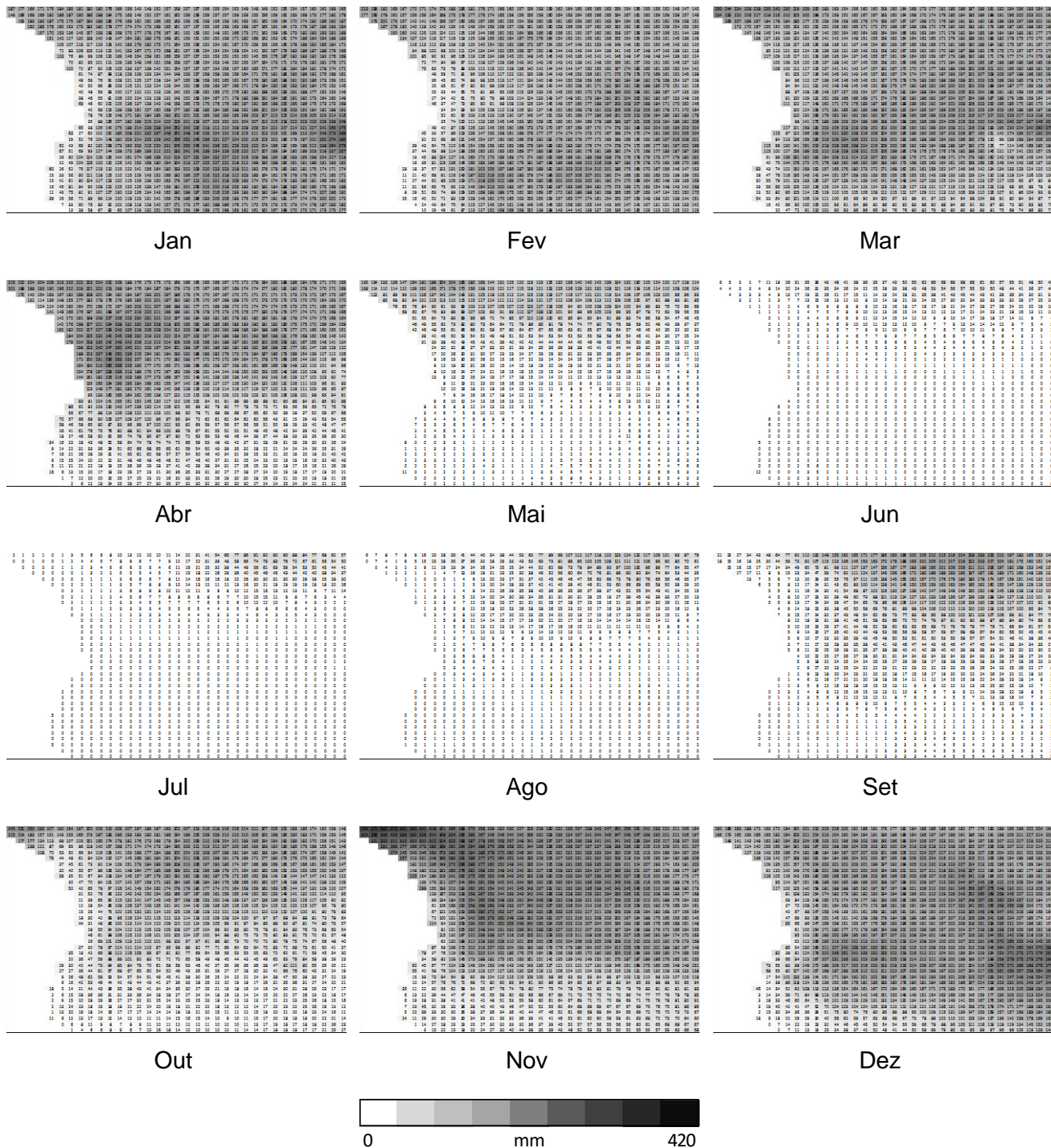


Figura 4.13 – Precipitações acumuladas mensais médias (mm) para o período 1971-1980, entre as latitudes 2.75 e 19.75 °S e as longitudes 9.25 e 26.75 °E. Dados de CRU (2015).

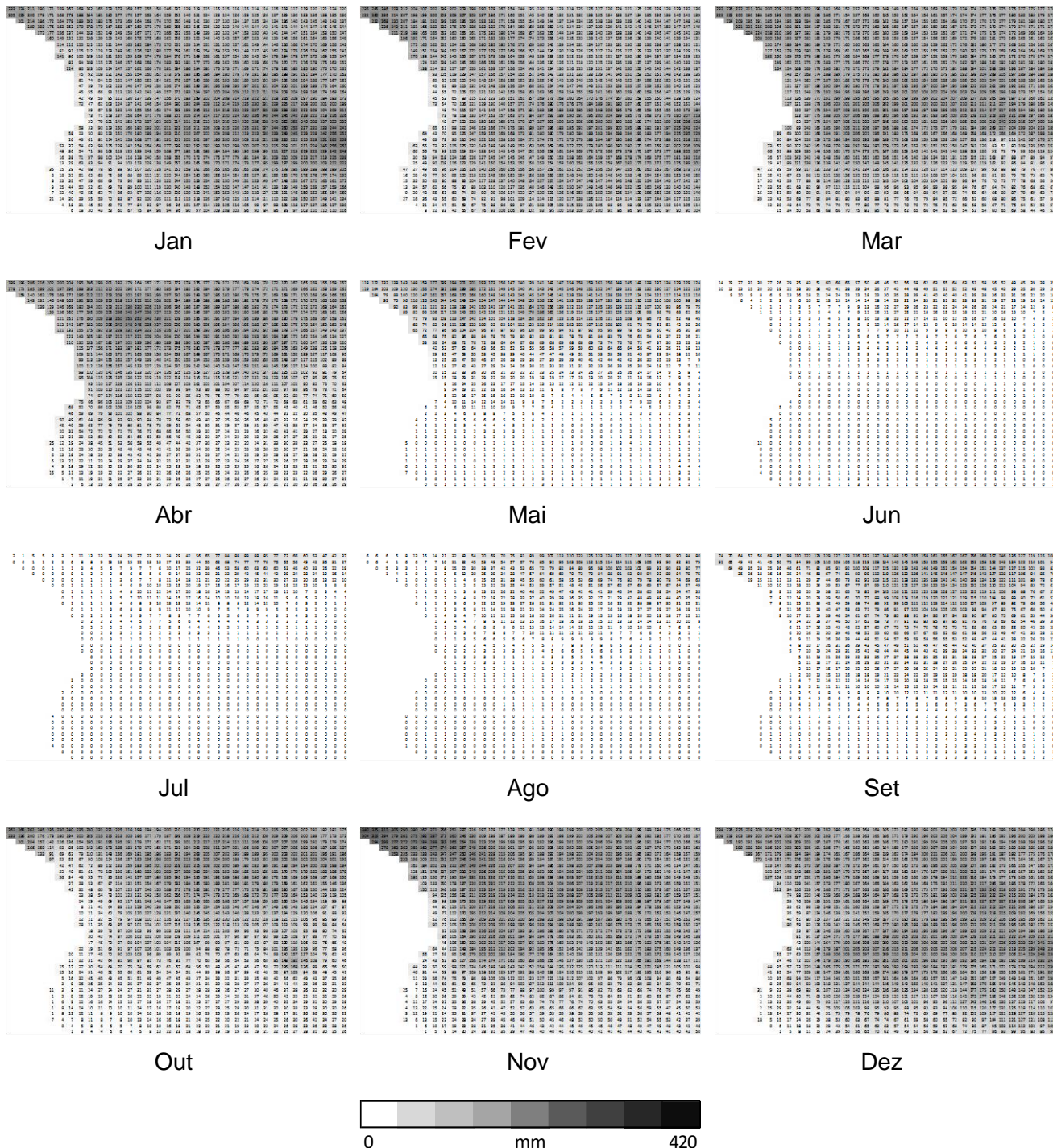
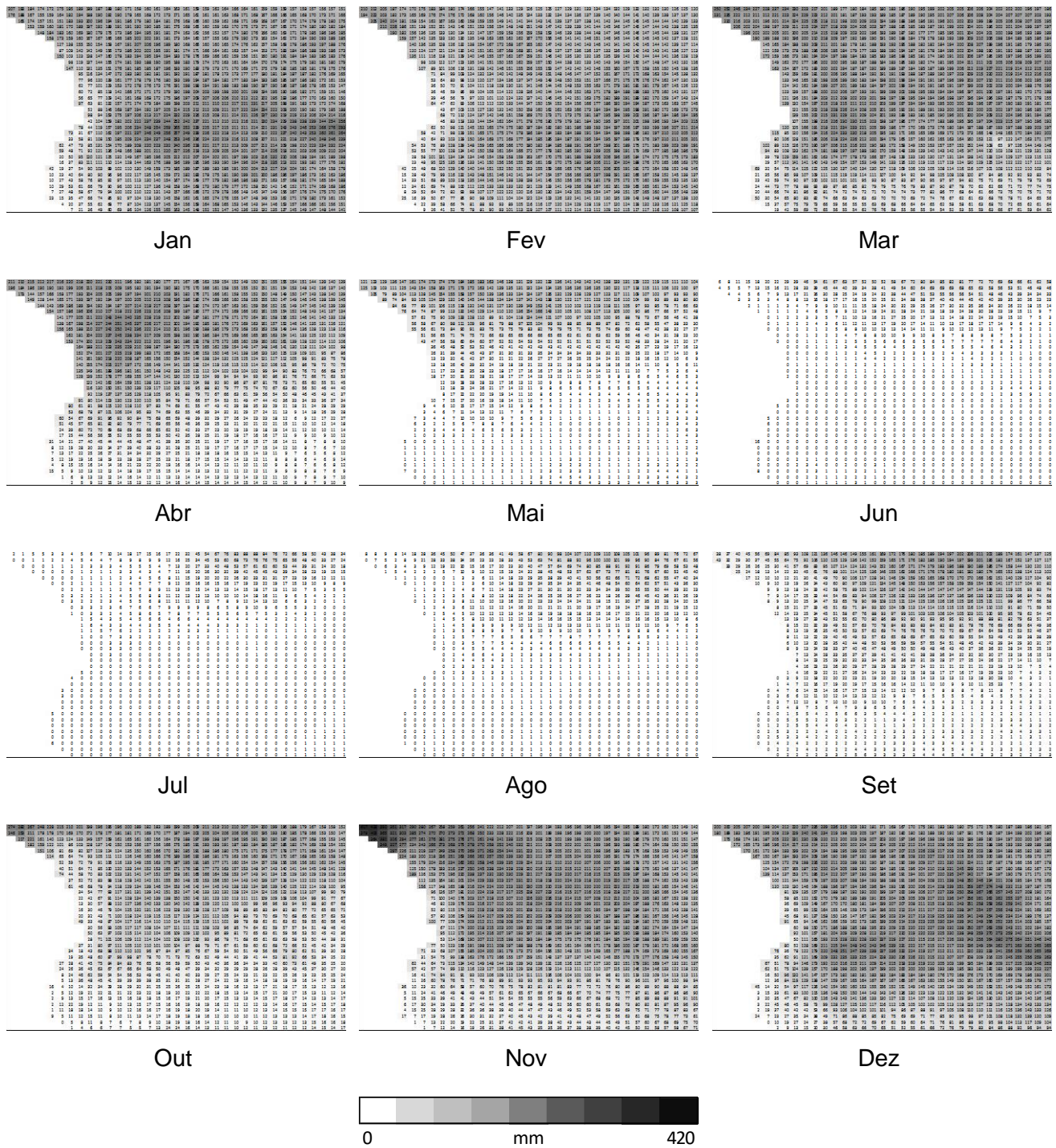
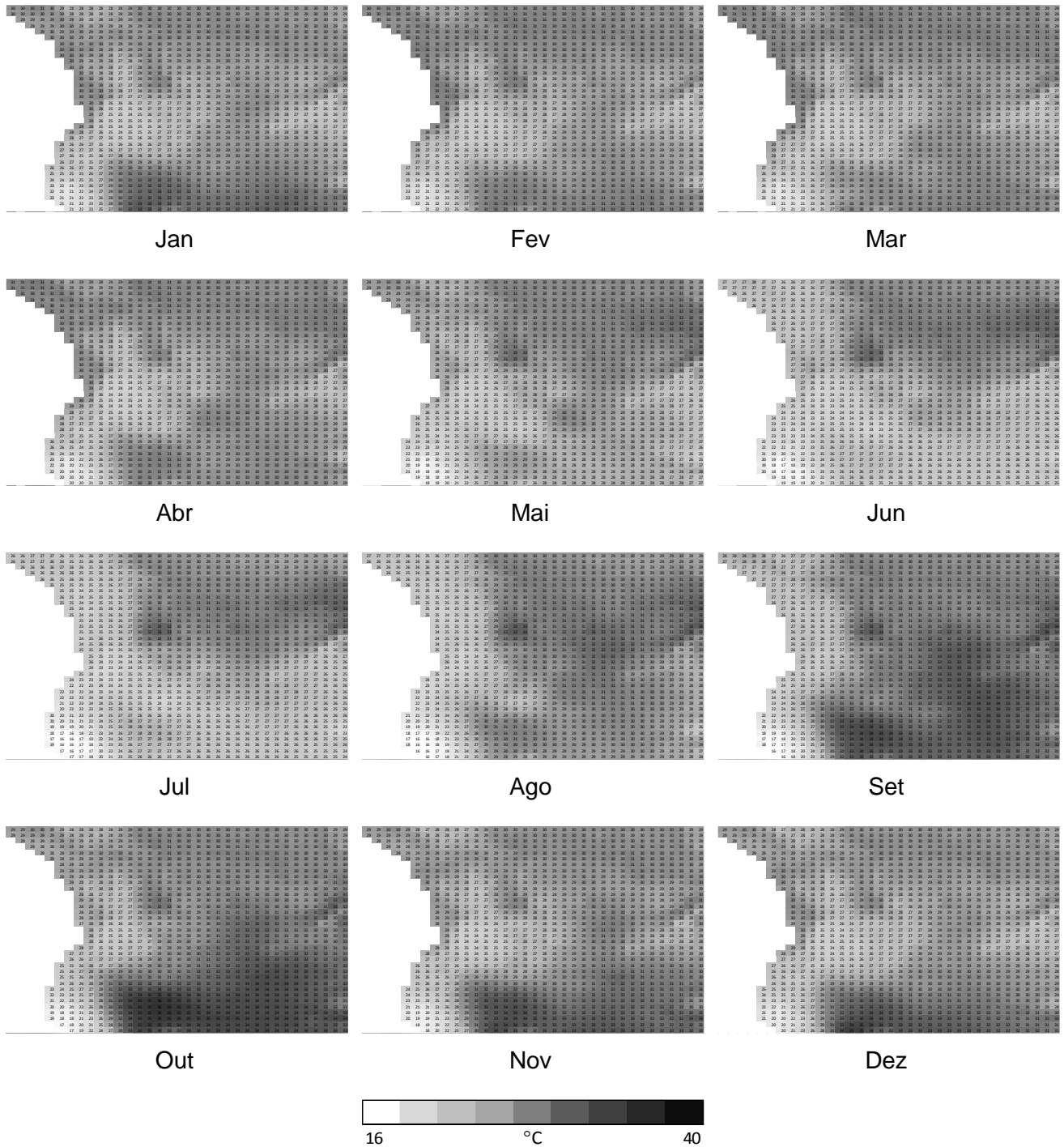


Figura 4.14 – Precipitações acumuladas mensais médias (mm) para o período 1981-1990, entre as latitudes 2.75 e 19.75 °S e as longitudes 9.25 e 26.75 °E. Dados de CRU (2015).

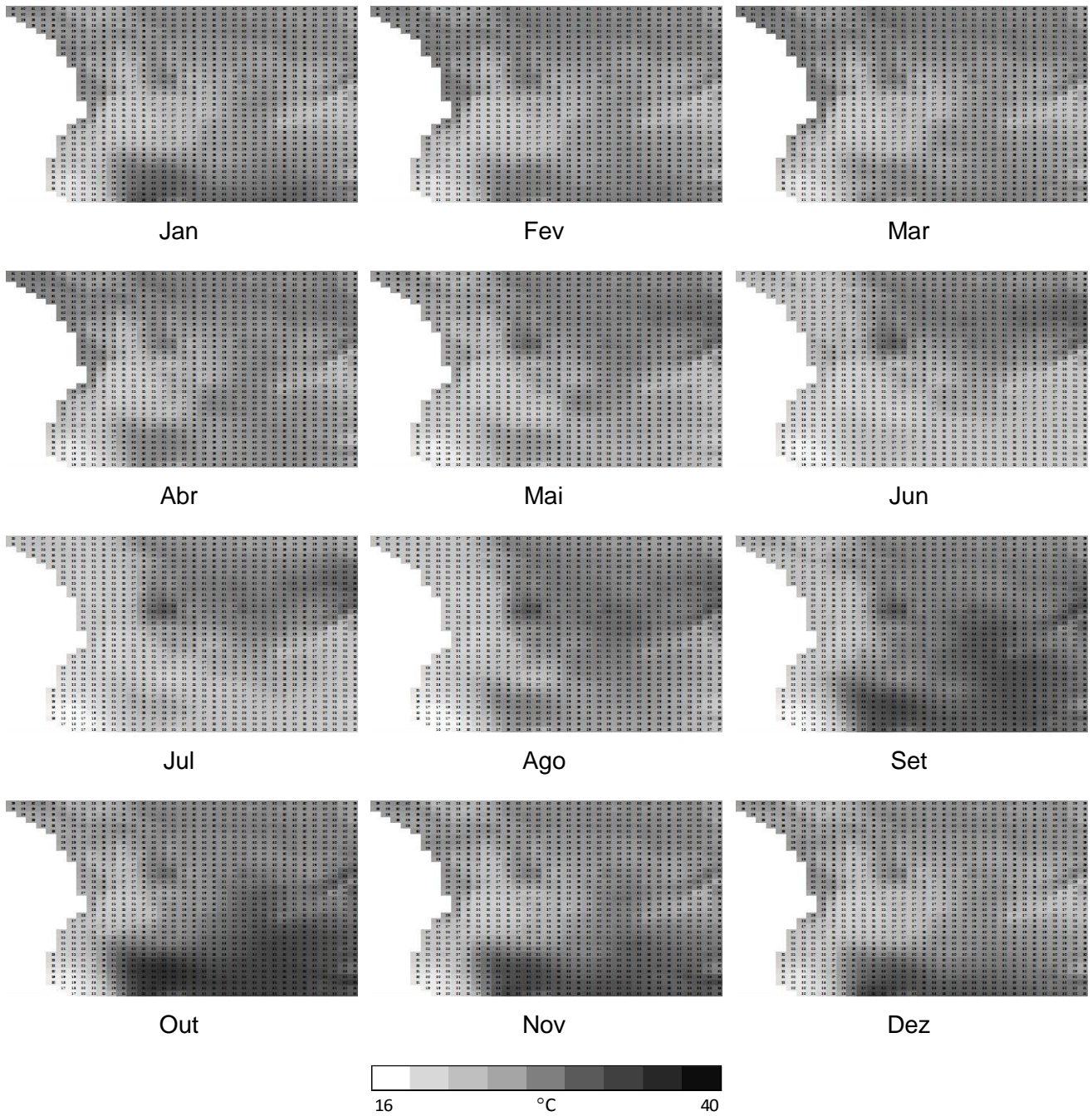


**Figura 4.15 – Precipitações acumuladas mensais médias (mm) para o período 1991-2000, entre as latitudes 2.75 e 19.75 °S e as longitudes 9.25 e 26.75 °E. Dados de CRU (2015).**

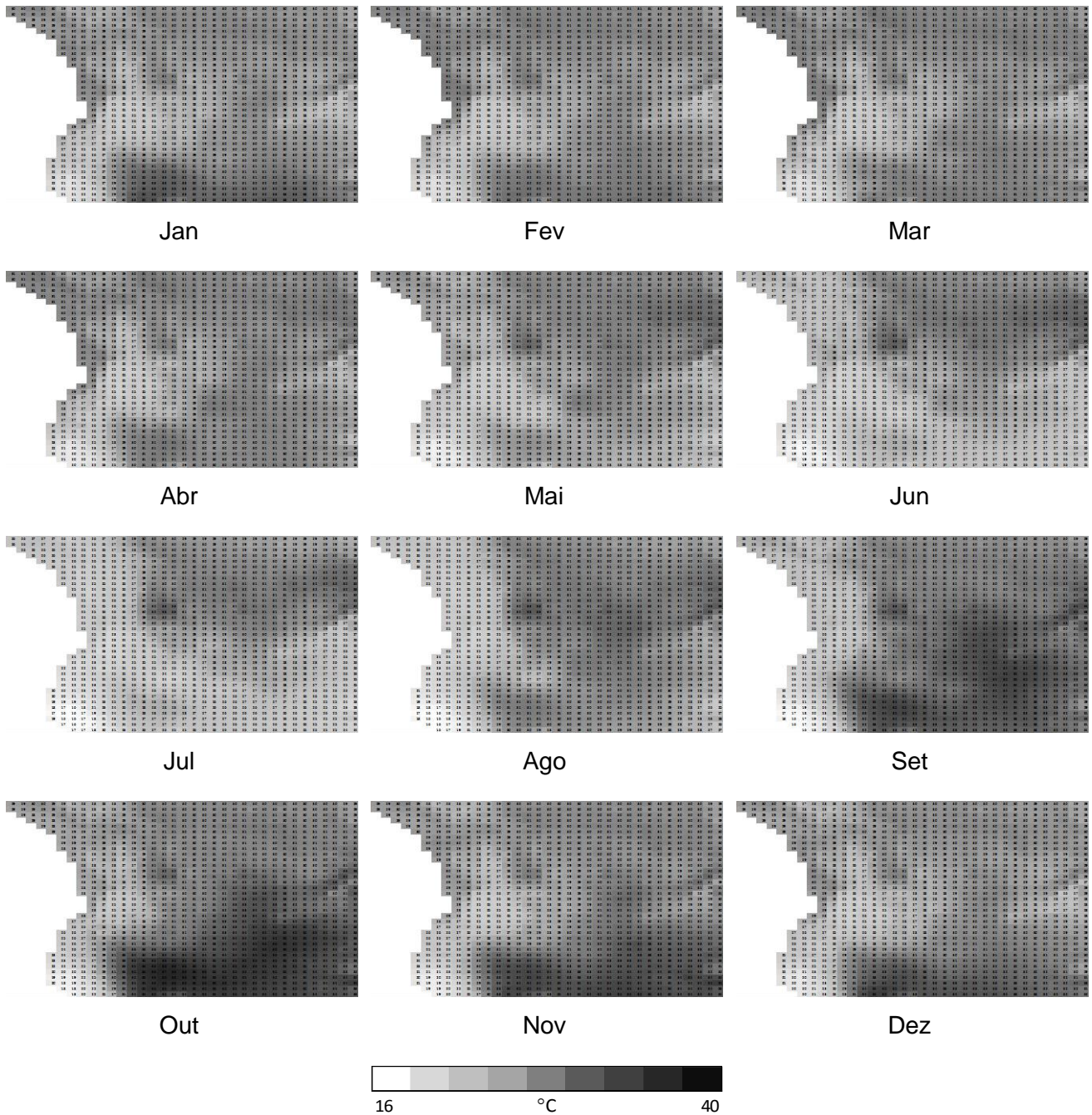


**Figura 4.16 – Médias mensais das temperaturas máximas diurnas (°C) para o período 1901-1910, entre as latitudes 2.75 e 19.75 °S e as longitudes 9.25 e 26.75 °E. Dados de CRU (2015).**

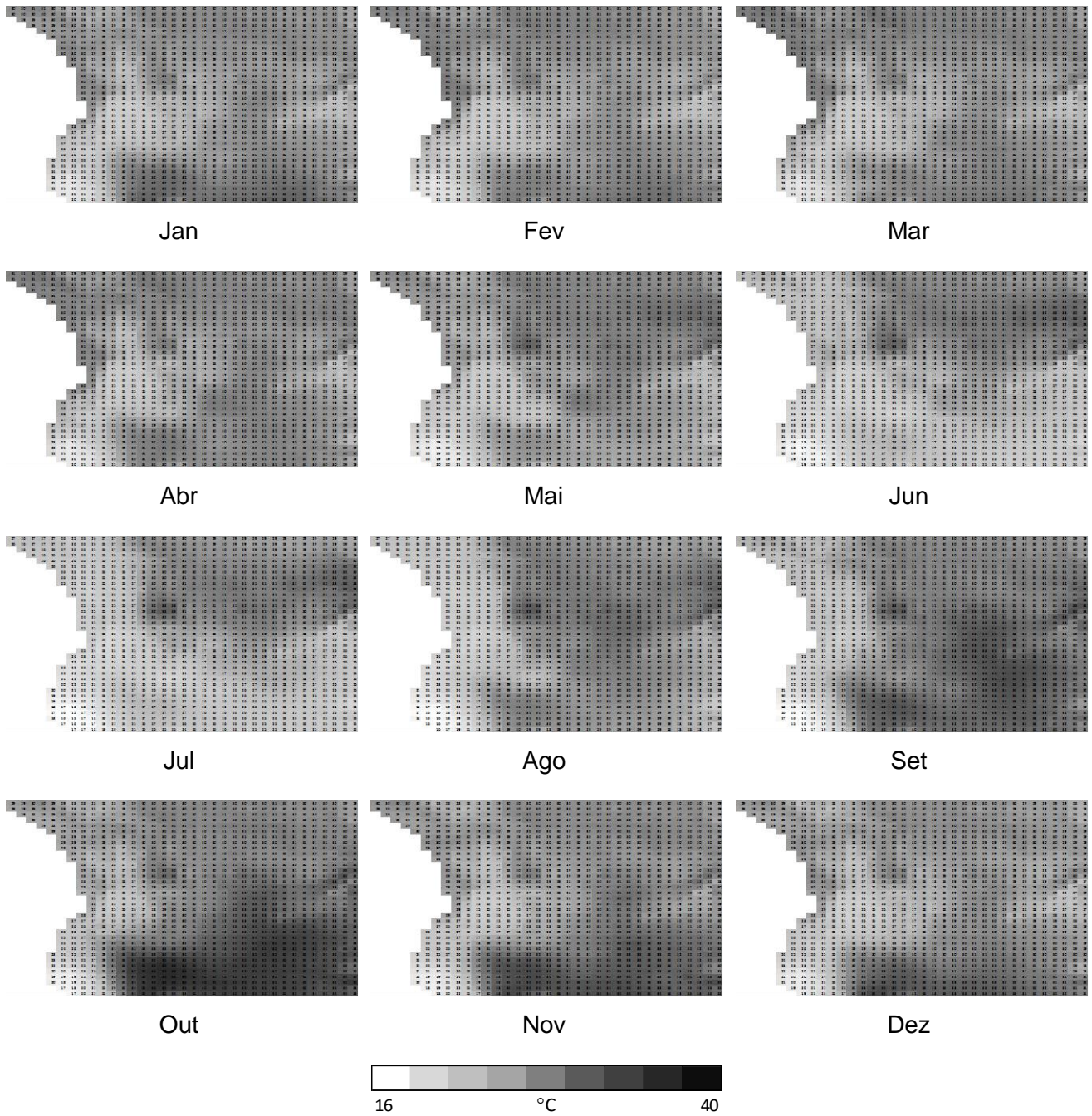




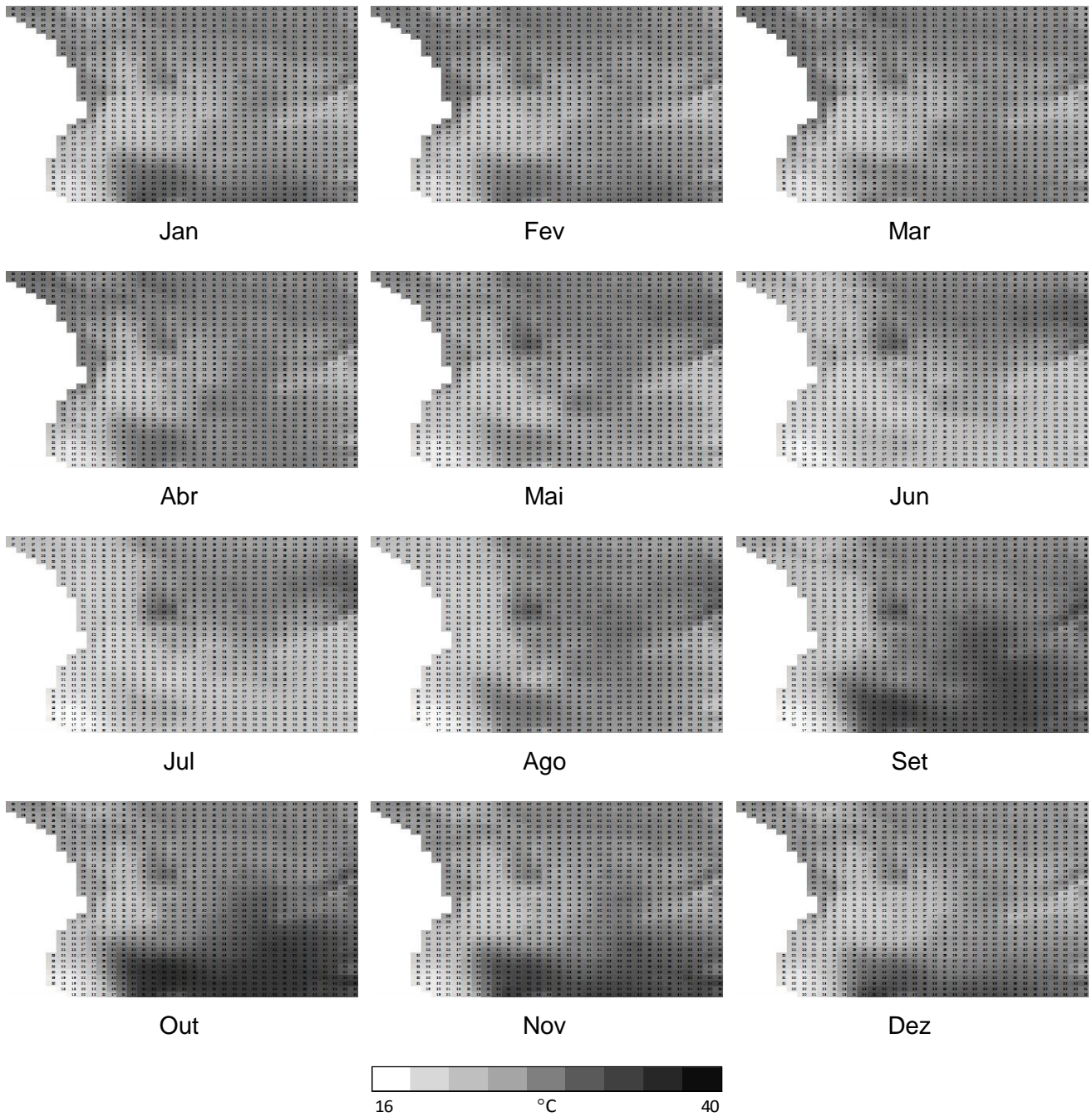
**Figura 4.17 – Médias mensais das temperaturas máximas diurnas (°C) para o período 1911-1920, entre as latitudes 2.75 e 19.75 °S e as longitudes 9.25 e 26.75 °E. Dados de CRU (2015).**



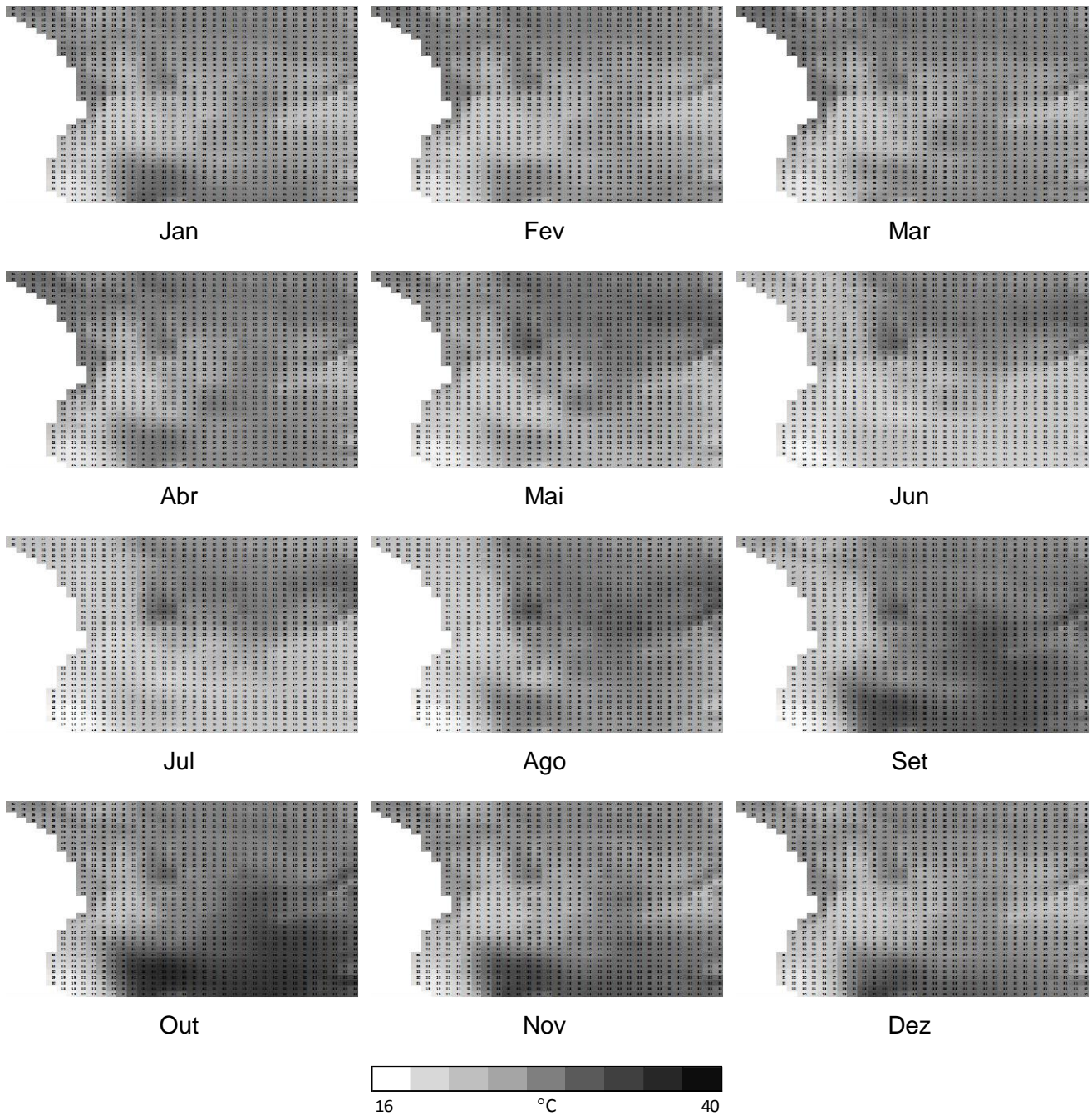
**Figura 4.18 – Médias mensais das temperaturas máximas diurnas (°C) para o período 1921-1930, entre as latitudes 2.75 e 19.75 °S e as longitudes 9.25 e 26.75 °E. Dados de CRU (2015).**



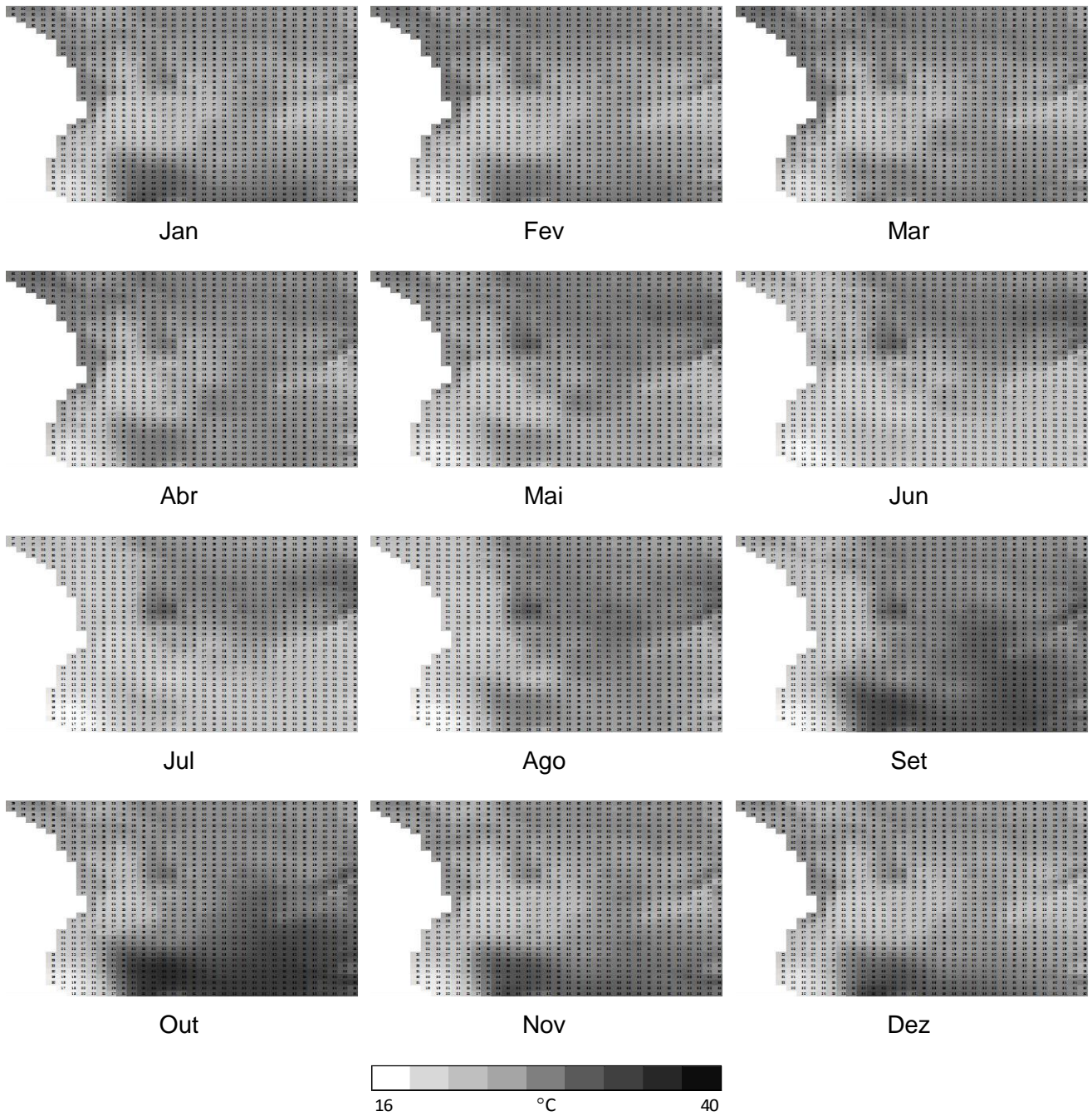
**Figura 4.19 – Médias mensais das temperaturas máximas diurnas (°C) para o período 1931-1940, entre as latitudes 2.75 e 19.75 °S e as longitudes 9.25 e 26.75 °E. Dados de CRU (2015).**



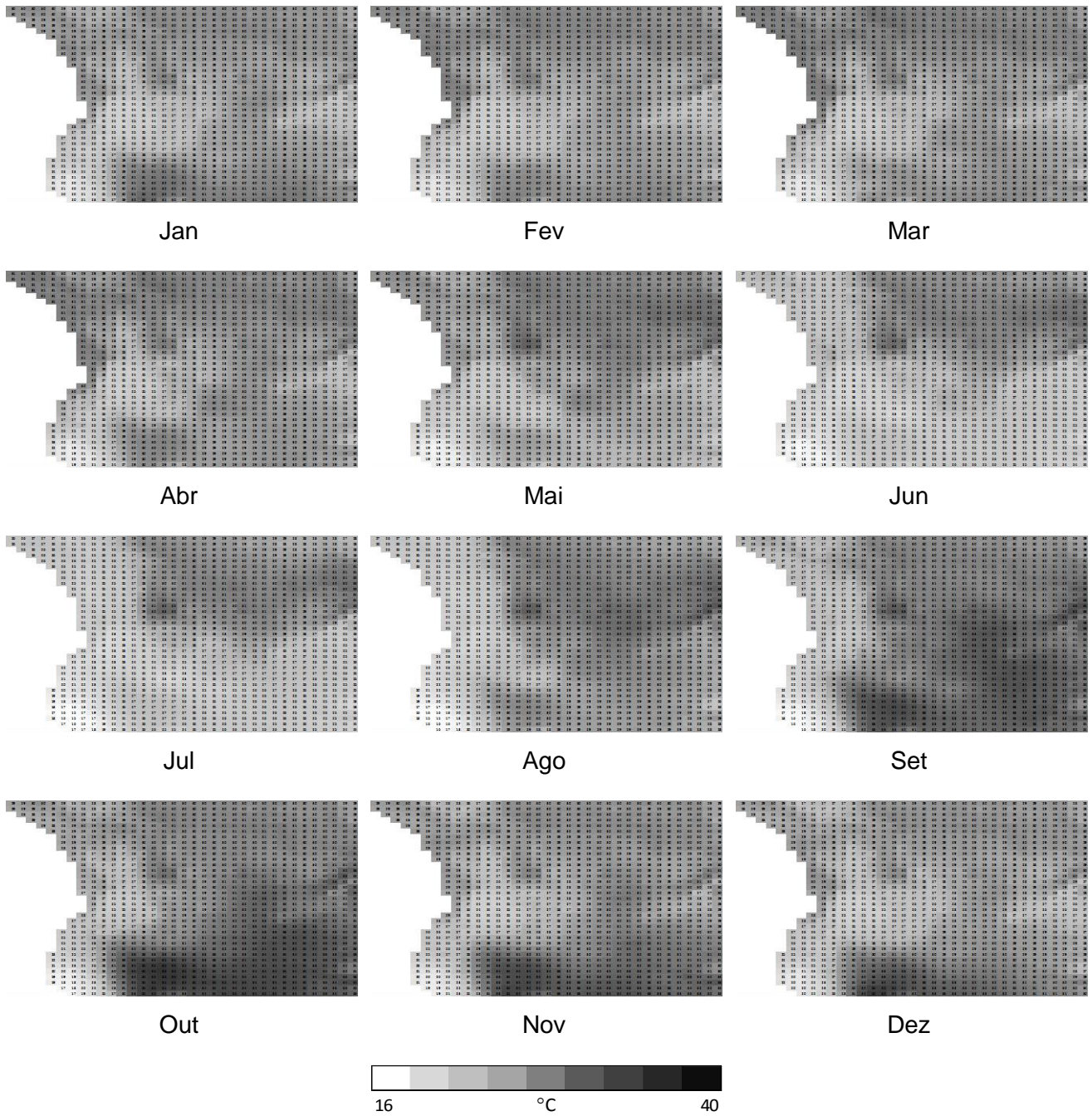
**Figura 4.20 – Médias mensais das temperaturas máximas diurnas (°C) para o período 1941-1950, entre as latitudes 2.75 e 19.75 °S e as longitudes 9.25 e 26.75 °E. Dados de CRU (2015).**



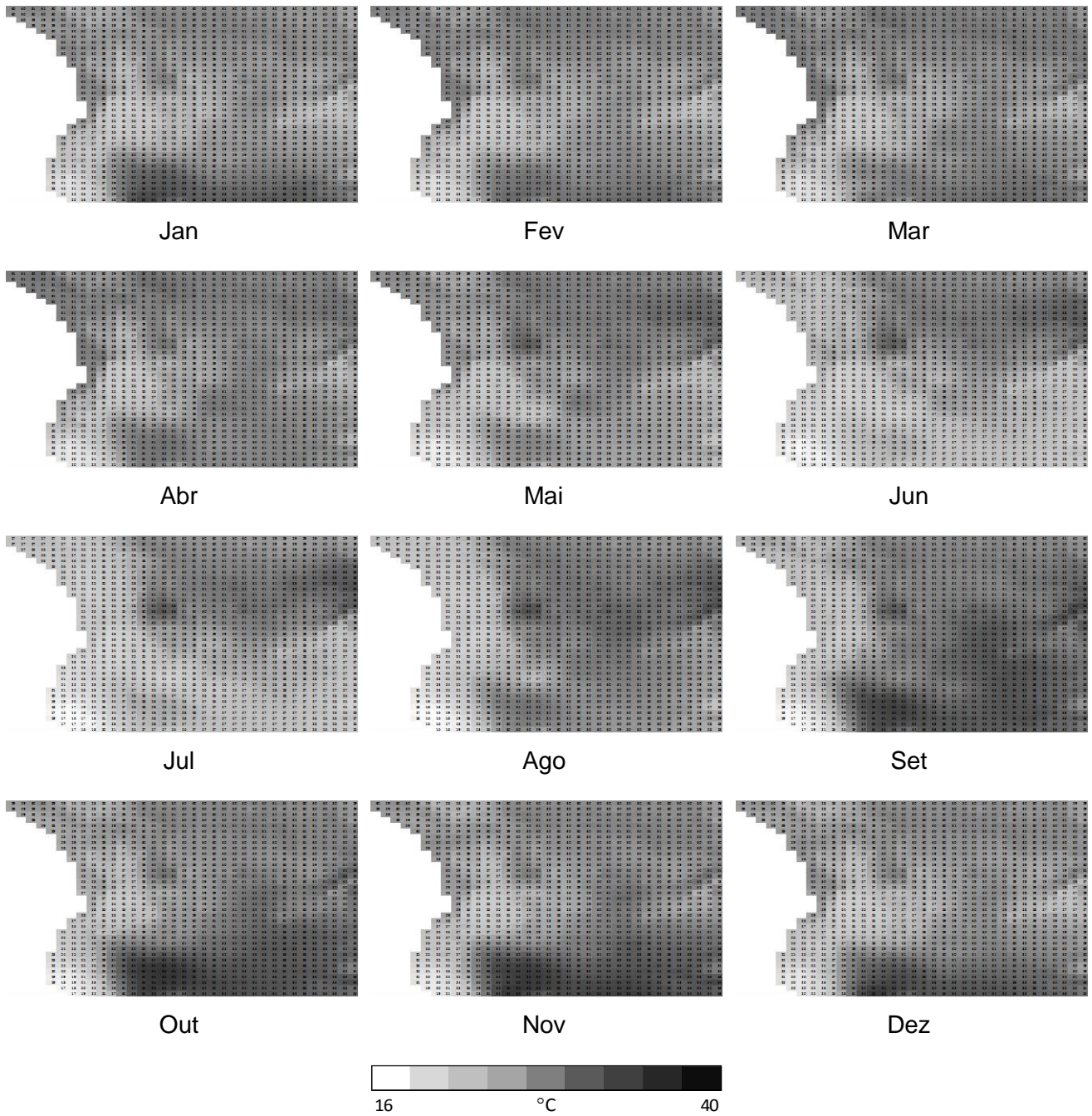
**Figura 4.21 – Médias mensais das temperaturas máximas diurnas (°C) para o período 1951-1960, entre as latitudes 2.75 e 19.75 °S e as longitudes 9.25 e 26.75 °E. Dados de CRU (2015).**



**Figura 4.22 – Médias mensais das temperaturas máximas diurnas (°C) para o período 1961-1970, entre as latitudes 2.75 e 19.75 °S e as longitudes 9.25 e 26.75 °E. Dados de CRU (2015).**

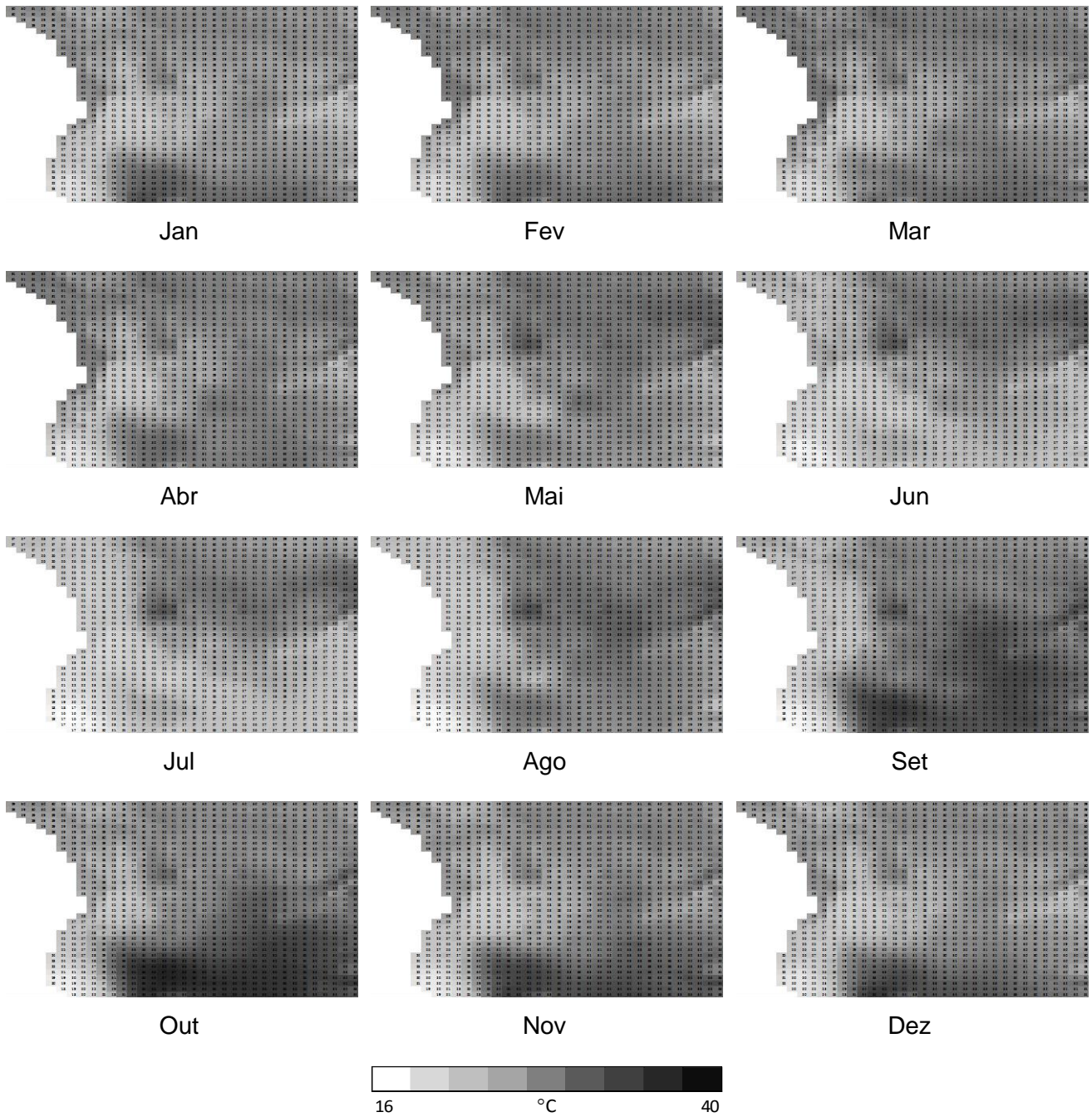


**Figura 4.23 – Médias mensais das temperaturas máximas diurnas (°C) para o período 1971-1980, entre as latitudes 2.75 e 19.75 °S e as longitudes 9.25 e 26.75 °E. Dados de CRU (2015).**



**Figura 4.24 – Médias mensais das temperaturas máximas diurnas (°C) para o período 1981-1990, entre as latitudes 2.75 e 19.75 °S e as longitudes 9.25 e 26.75 °E. Dados de CRU (2015).**





**Figura 4.25 – Médias mensais das temperaturas máximas diurnas (°C) para o período 1991-2000, entre as latitudes 2.75 e 19.75 °S e as longitudes 9.25 e 26.75 °E. Dados de CRU (2015).**

#### **4.5.2. Clima de Angola no século XXI**

Usou-se o modelo MIROC 3.2 para prever a evolução climática em Angola no séc. XXI com base em quatro cenários: COMMIT, A1b, A2 e B1.

Neste longo espaço de tempo vindouro prevê-se, segundo os dados analisados, que o habitual comportamento em termos de precipitação (figuras 4.26 a 4.37) pode manter-se quase que inalterado ao contrário das temperaturas que, como podemos ver claramente nas figuras (4.38 a 4.49) os meses hoje vistos como meses mais frios passarão a apresentar médias mensais das temperaturas máximas diurnas próximas dos 30 °C, o que actualmente não se verifica em meses de cacimbo (Inverno).

O que se observa, à primeira vista, é que se pode dar o caso das temperaturas registarem maiores subidas e com maior frequência nos próximos anos, e ainda algumas mudanças no regime da precipitação atmosférica. A análise realizada indica ainda que existe uma tendência de aquecimento nesta zona do Globo (Angola), mas o aumento e diminuição da precipitação de cada província e as regiões específicas a que pertencem.

No parágrafo 6.1., abaixo, tentar-se-á, sintetizando, confirmar ou desmentir estas primeiras impressões para o caso concreto da Província da Huíla.

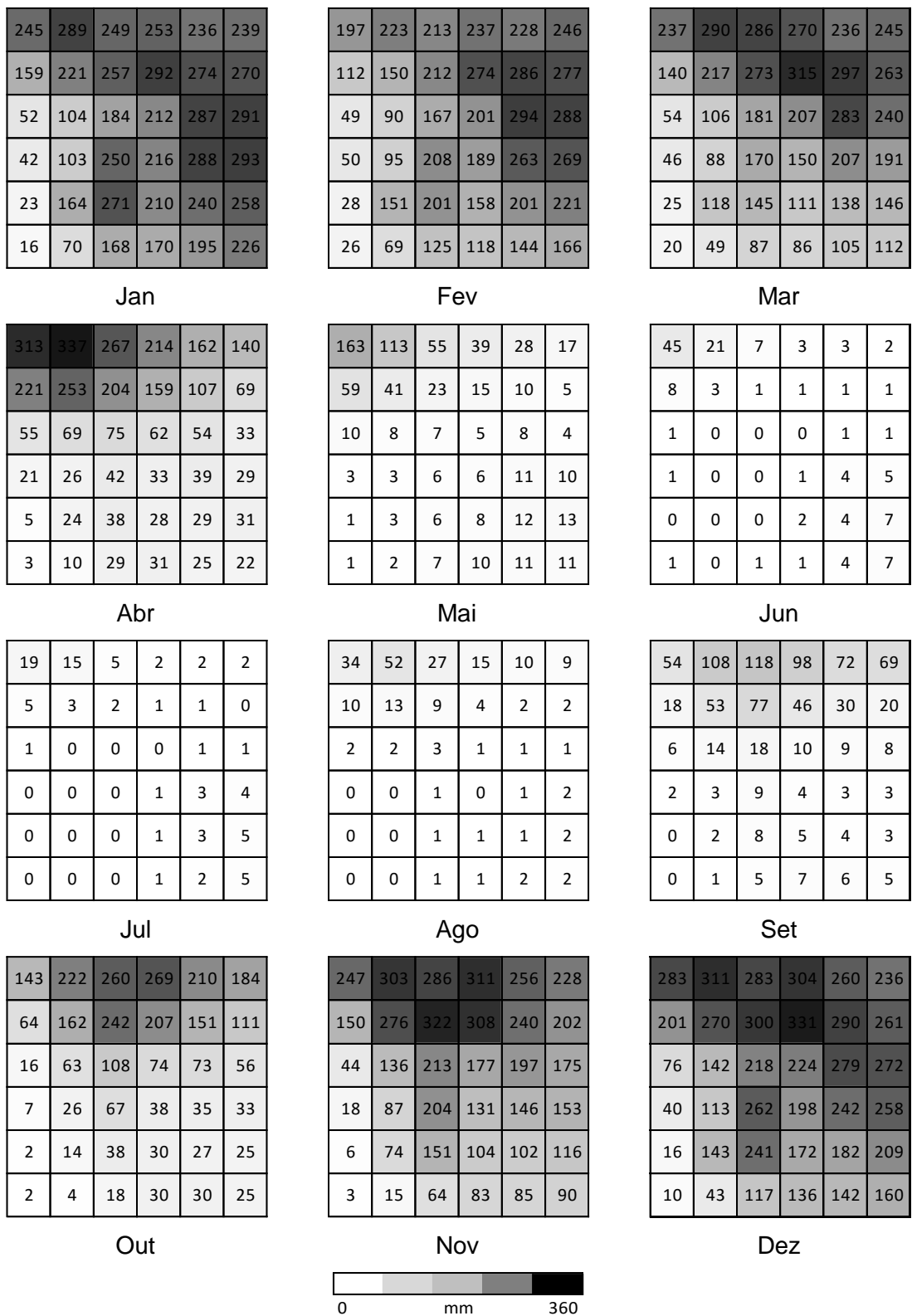


Figura 4.26 – Modelo NIES/MIROC3.2 para o cenário COMMIT de previsão das precipitações acumuladas mensais (mm) no período 2010-2039, entre as latitudes 2.8 e 19.6 °S e as longitudes 9.9 e 26.7 °E.

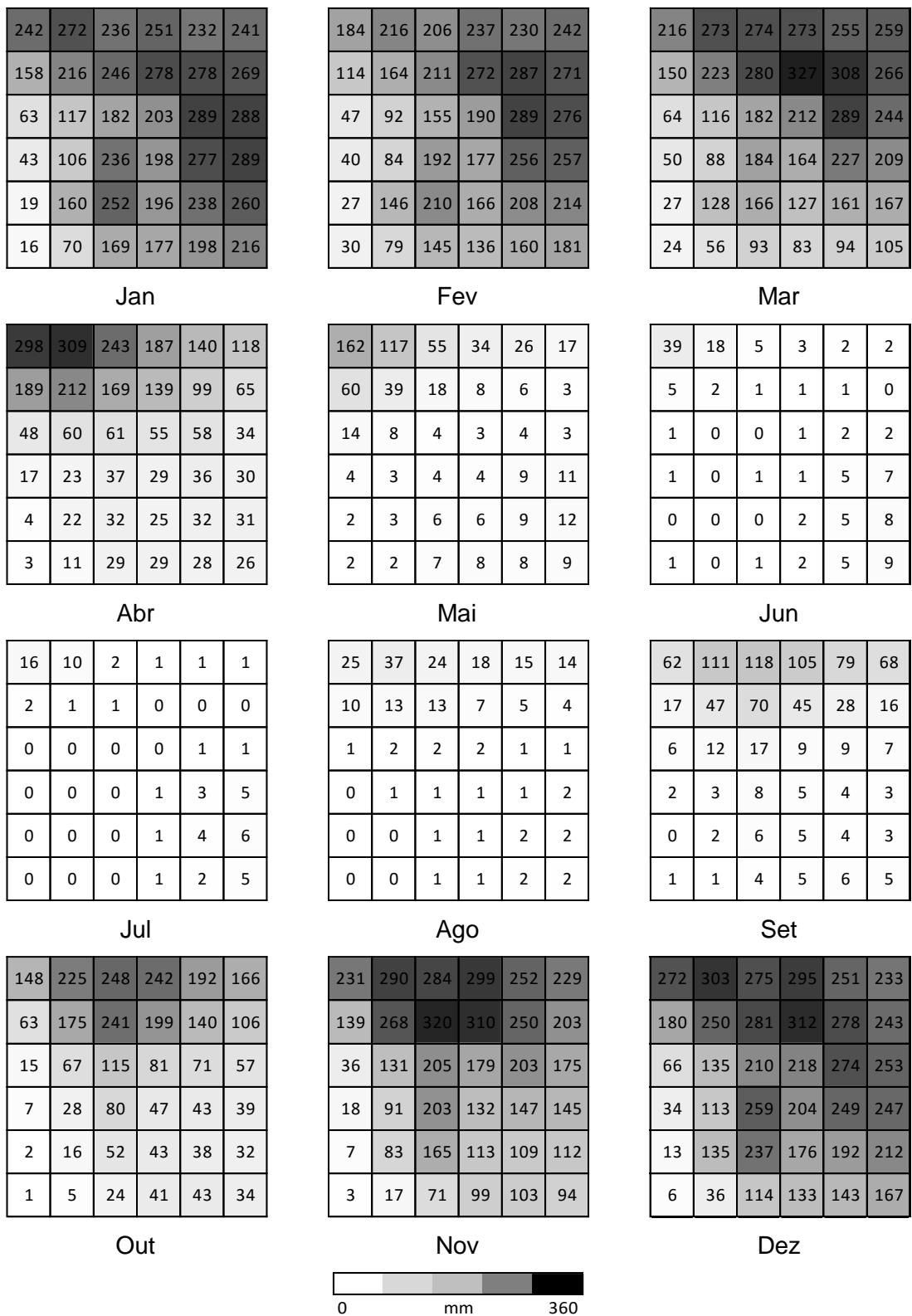


Figura 4.27 – Modelo NIES/MIROC3.2 para o cenário COMMIT de previsão das precipitações acumuladas mensais (mm) no período 2040-2069, entre as latitudes 2.8 e 19.6 °S e as longitudes 9.9 e 26.7 °E.

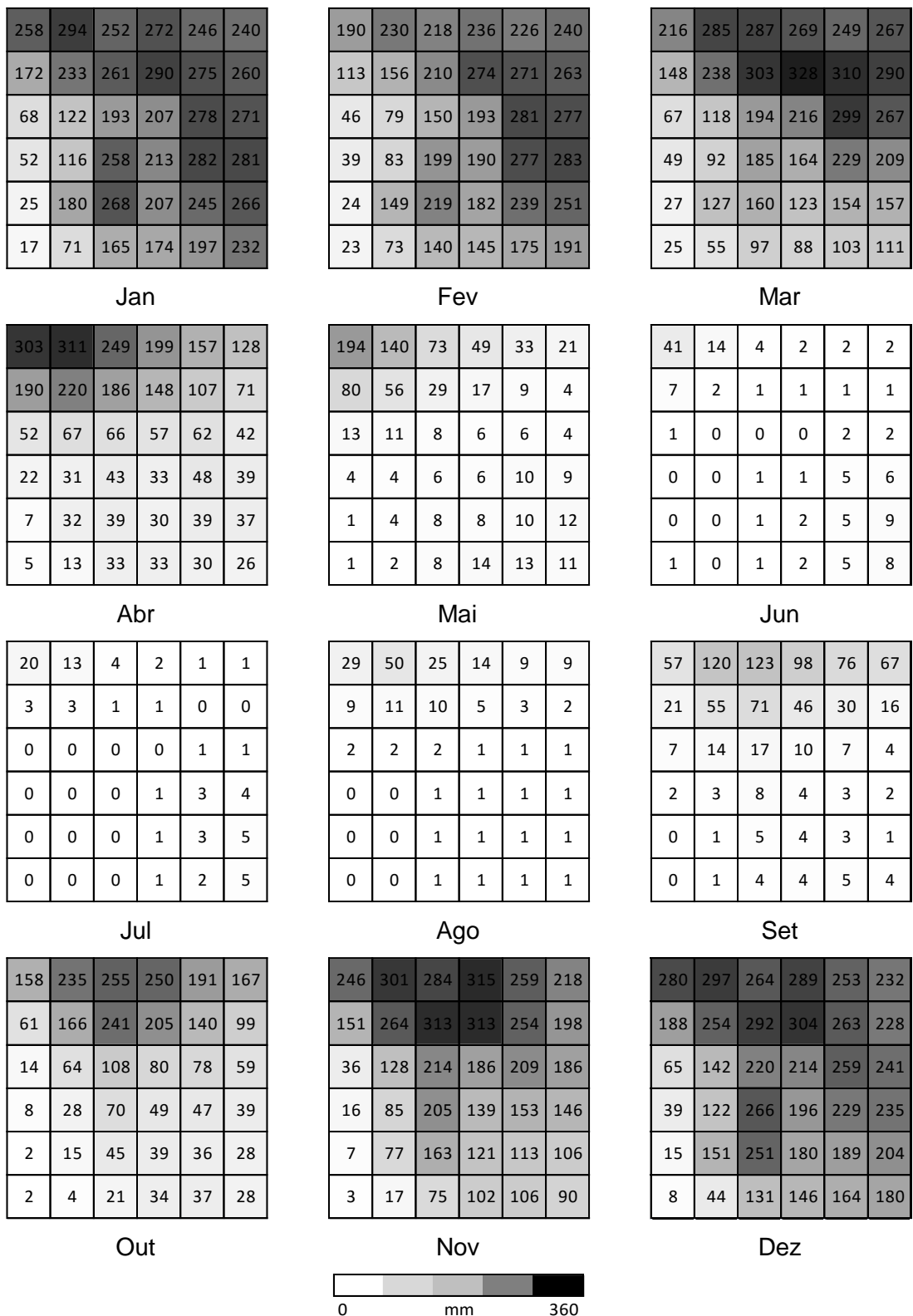


Figura 4.28 – Modelo NIES/MIROC3.2 para o cenário COMMIT de previsão das precipitações acumuladas mensais (mm) no período 2070-2099, entre as latitudes 2.8 e 19.6 °S e as longitudes 9.9 e 26.7 °E.

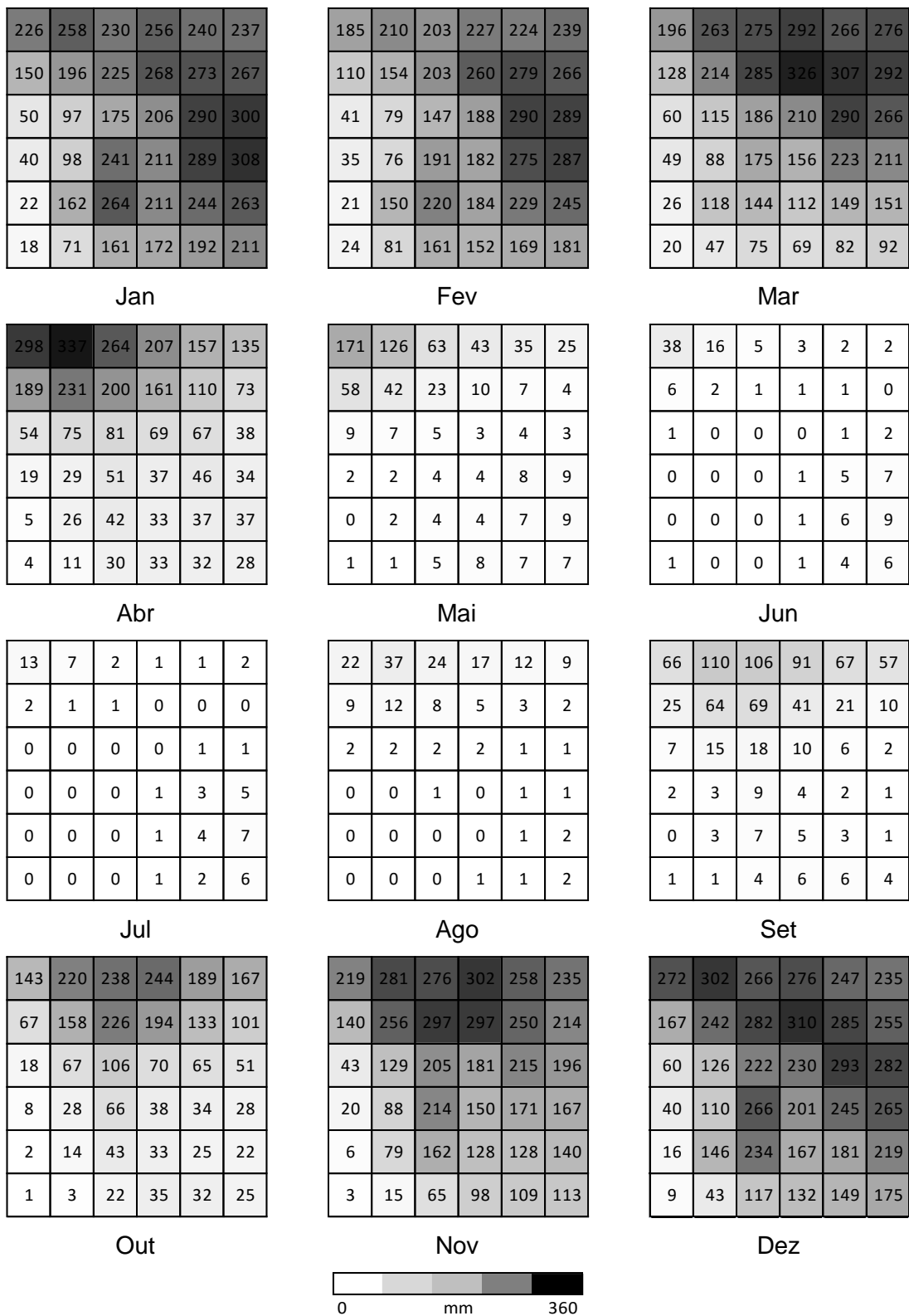


Figura 4.29 – Modelo NIES/MIROC3.2 para o cenário A1b de previsão das precipitações acumuladas mensais (mm) no período 2010-2039, entre as latitudes 2.8 e 19.6 °S e as longitudes 9.9 e 26.7 °E.

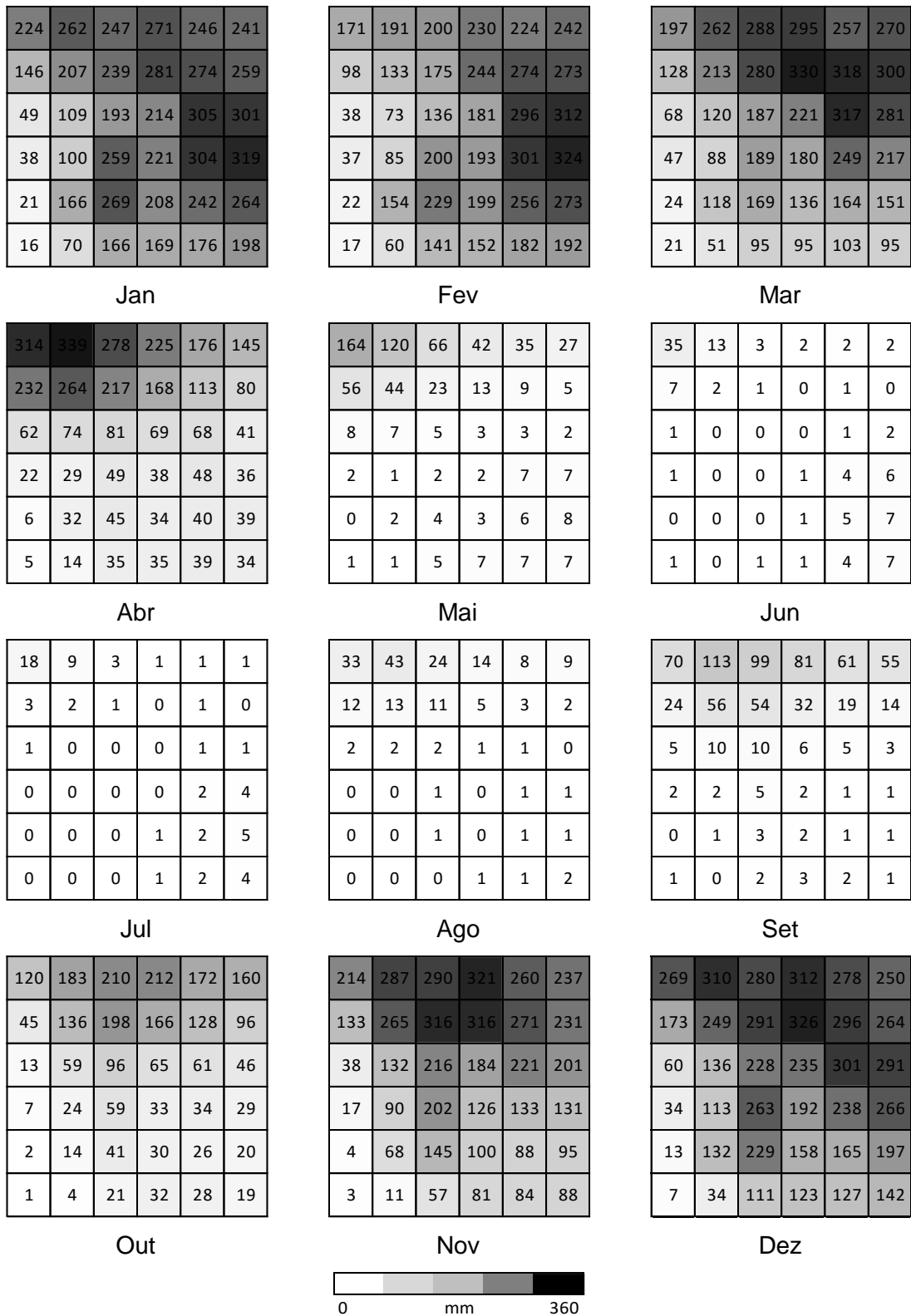


Figura 4.30 – Modelo NIES/MIROC3.2 para o cenário A1b de previsão das precipitações acumuladas mensais (mm) no período 2040-2069, entre as latitudes 2.8 e 19.6 °S e as longitudes 9.9 e 26.7 °E.

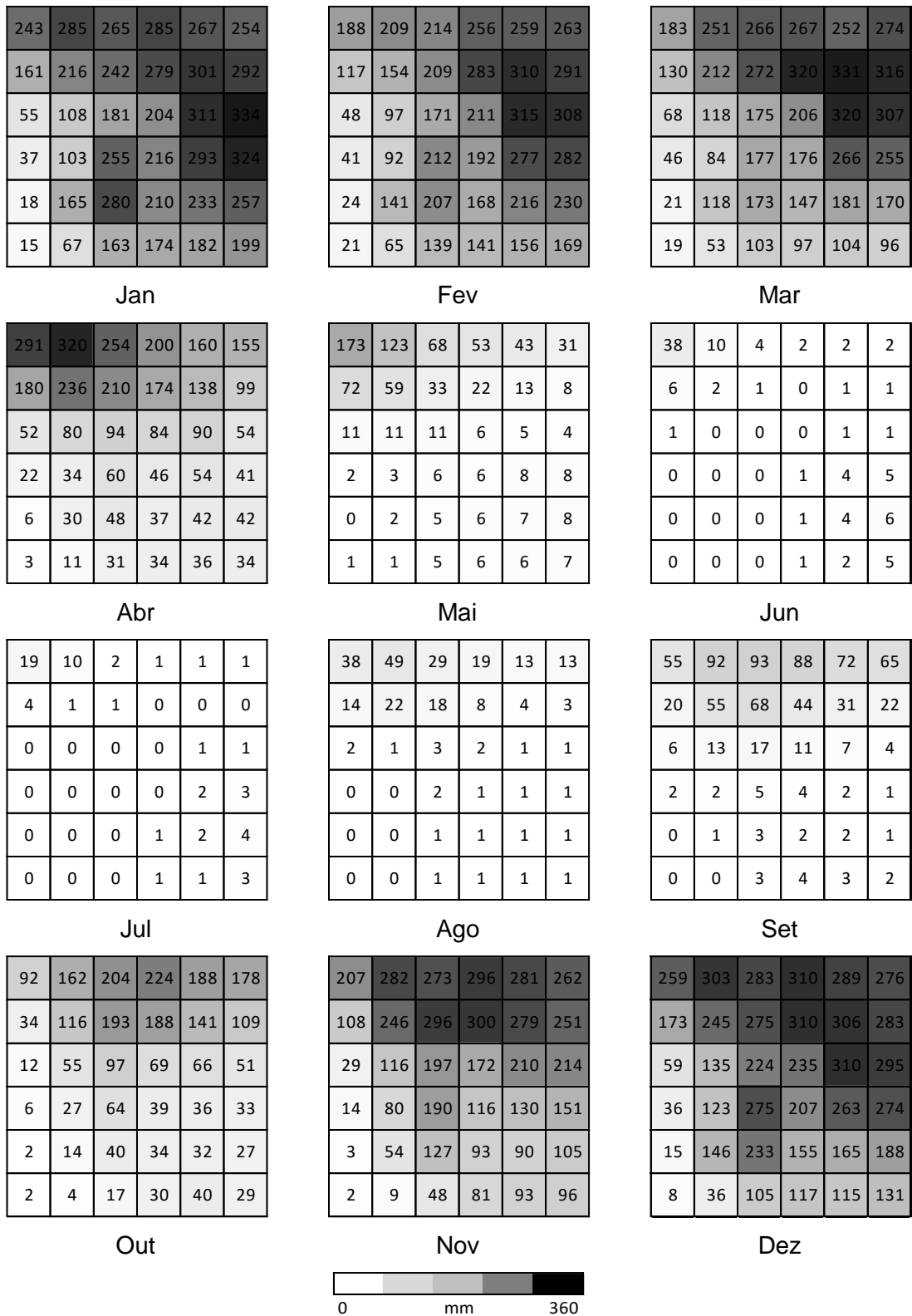


Figura 4.31 – Modelo NIES/MIROC3.2 para o cenário A1b de previsão das precipitações acumuladas mensais (mm) no período 2070-2099, entre as latitudes 2.8 e 19.6 °S e as longitudes 9.9 e 26.7 °E.



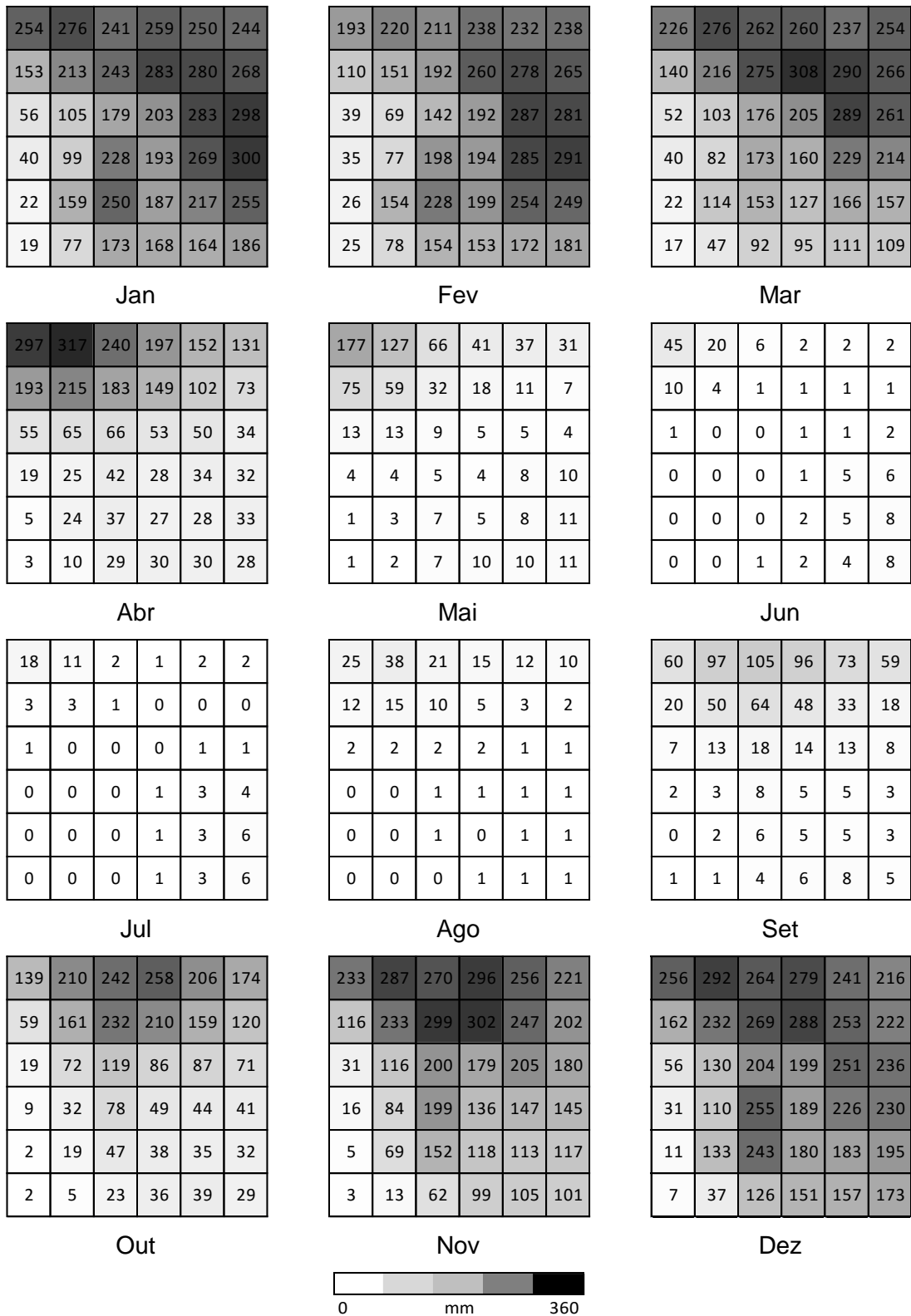


Figura 4.32 – Modelo NIES/MIROC3.2 para o cenário A2 de previsão das precipitações acumuladas mensais (mm) no período 2010-2039, entre as latitudes 2.8 e 19.6 °S e as longitudes 9.9 e 26.7 °E.

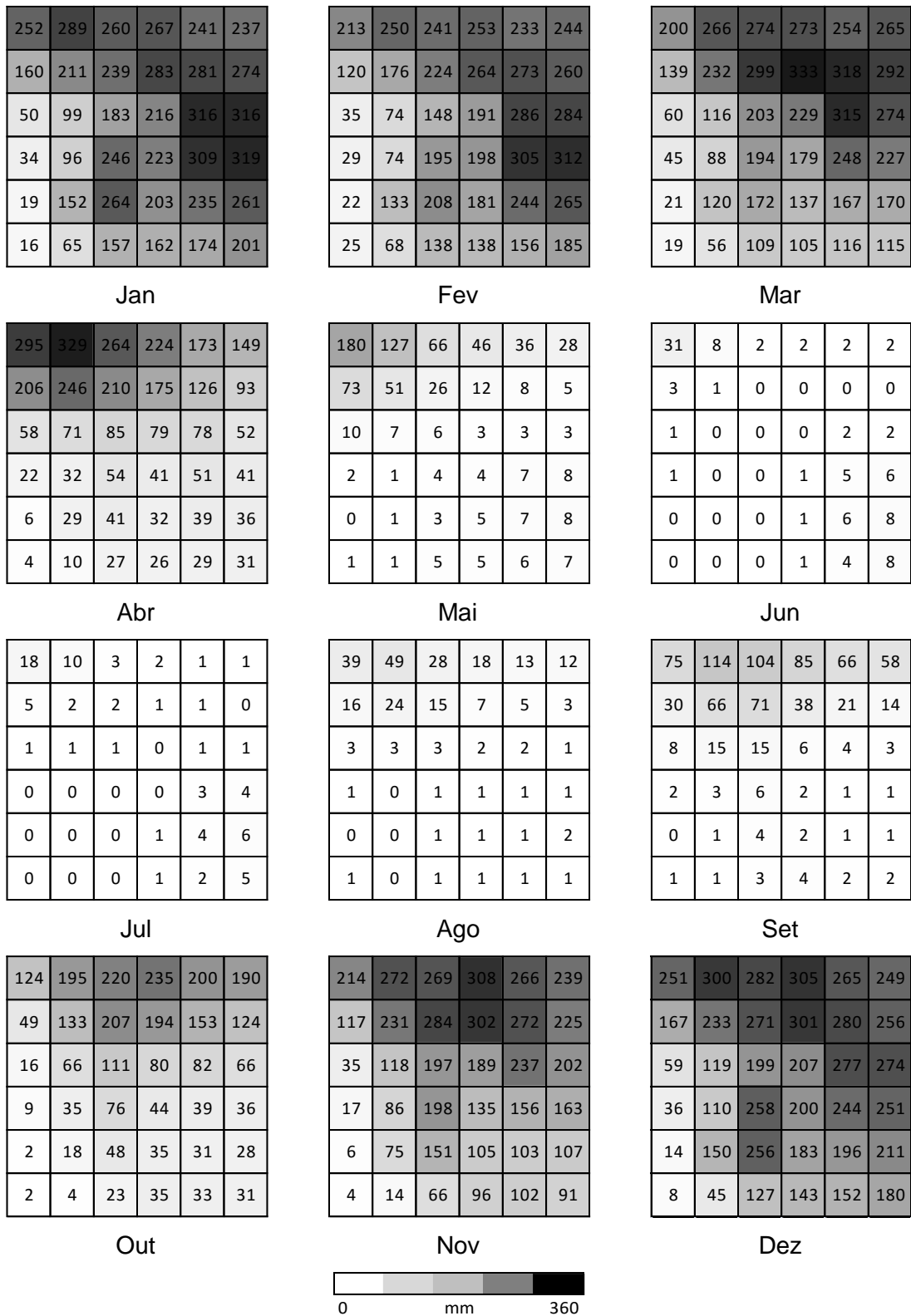


Figura 4.33 – Modelo NIES/MIROC3.2 para o cenário A2 de previsão das precipitações acumuladas mensais (mm) no período 2040-2069, entre as latitudes 2.8 e 19.6 °S e as longitudes 9.9 e 26.7 °E.

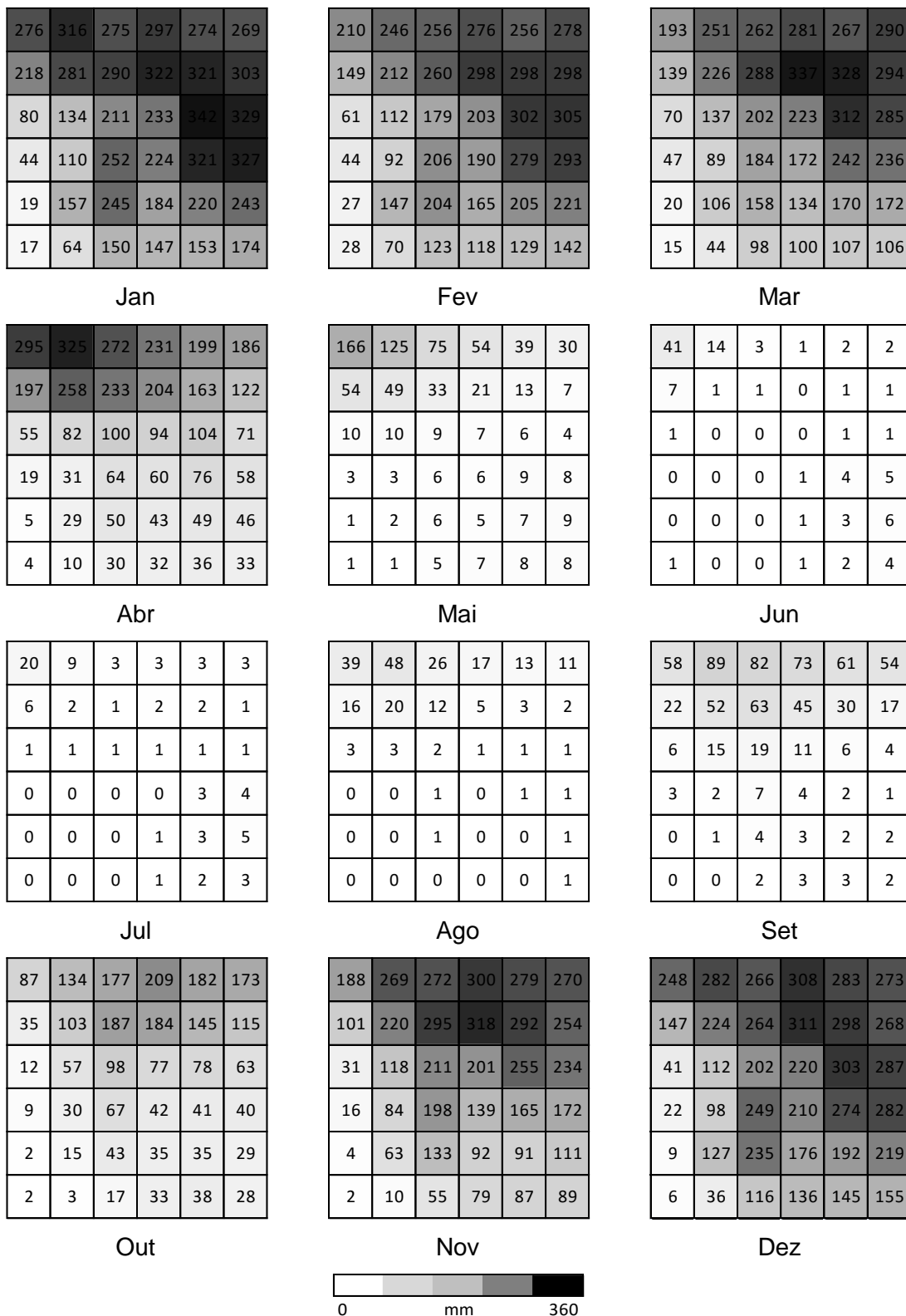


Figura 4.34 – Modelo NIES/MIROC3.2 para o cenário A2 de previsão das precipitações acumuladas mensais (mm) no período 2070-2099, entre as latitudes 2.8 e 19.6 °S e as longitudes 9.9 e 26.7 °E.

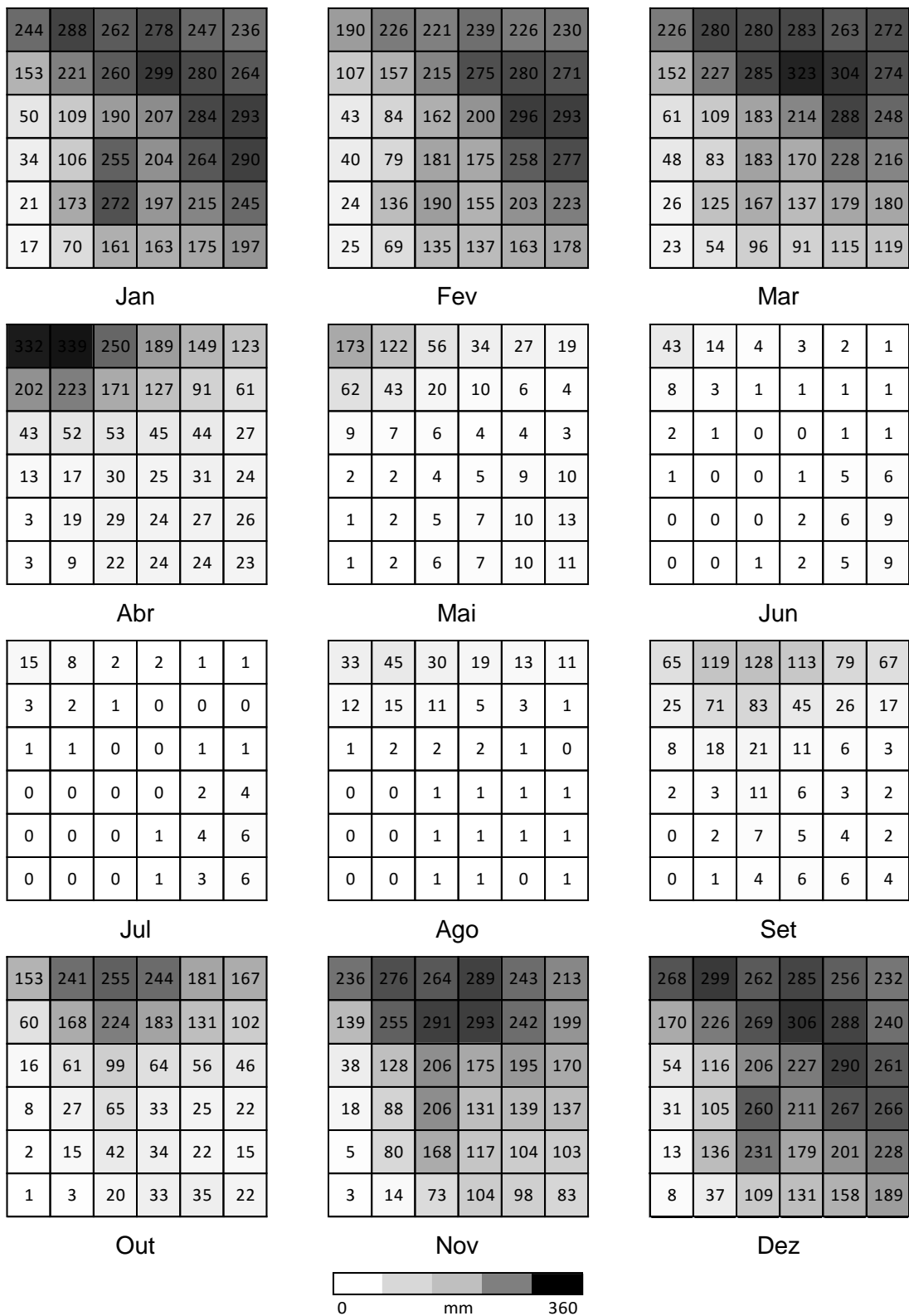


Figura 4.35 – Modelo NIES/MIROC3.2 para o cenário B1 de previsão das precipitações acumuladas mensais (mm) no período 2010-2039, entre as latitudes 2.8 e 19.6 °S e as longitudes 9.9 e 26.7 °E.

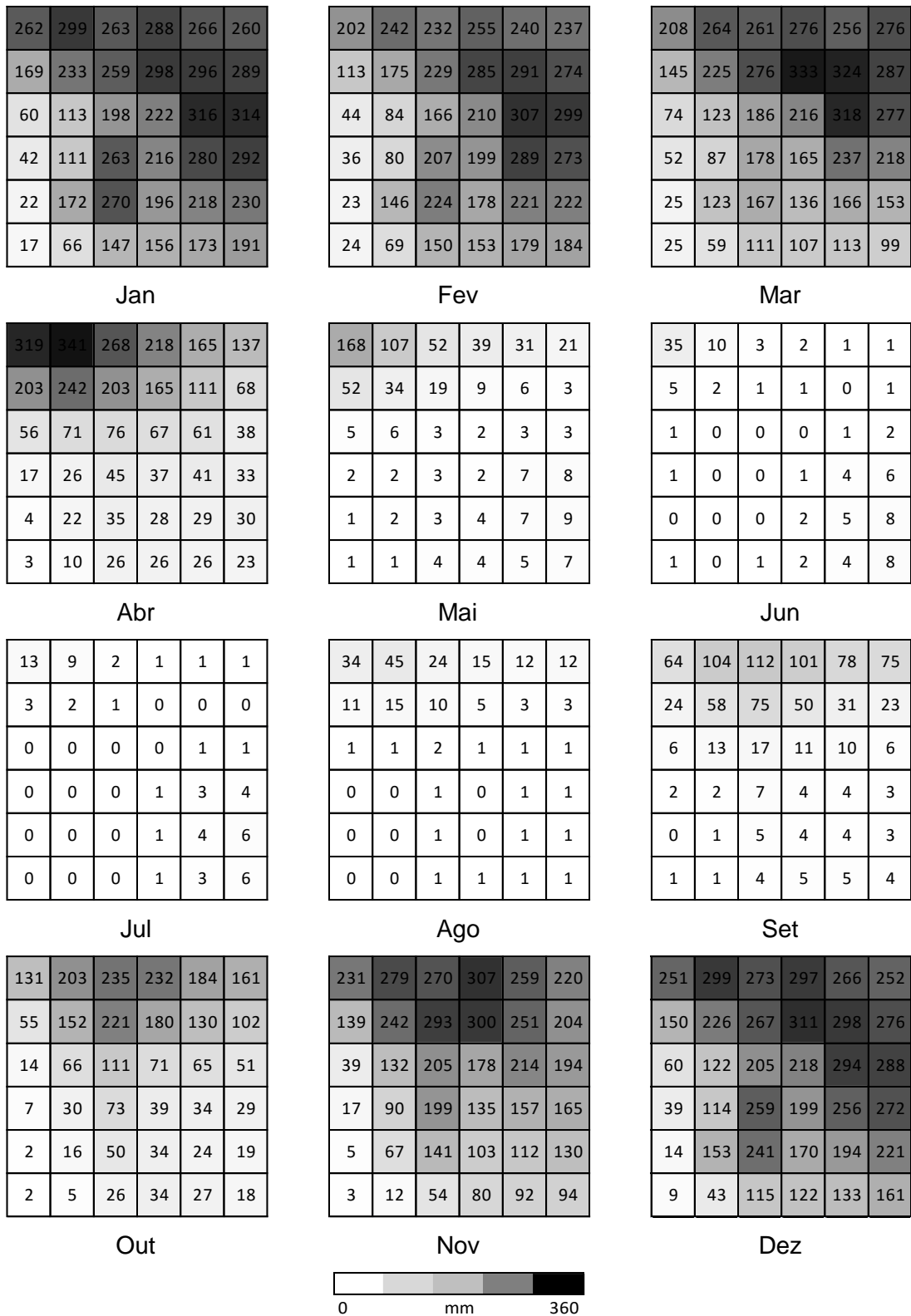


Figura 4.36 – Modelo NIES/MIROC3.2 para o cenário B1 de previsão das precipitações acumuladas mensais (mm) no período 2040-2069, entre as latitudes 2.8 e 19.6 °S e as longitudes 9.9 e 26.7 °E.

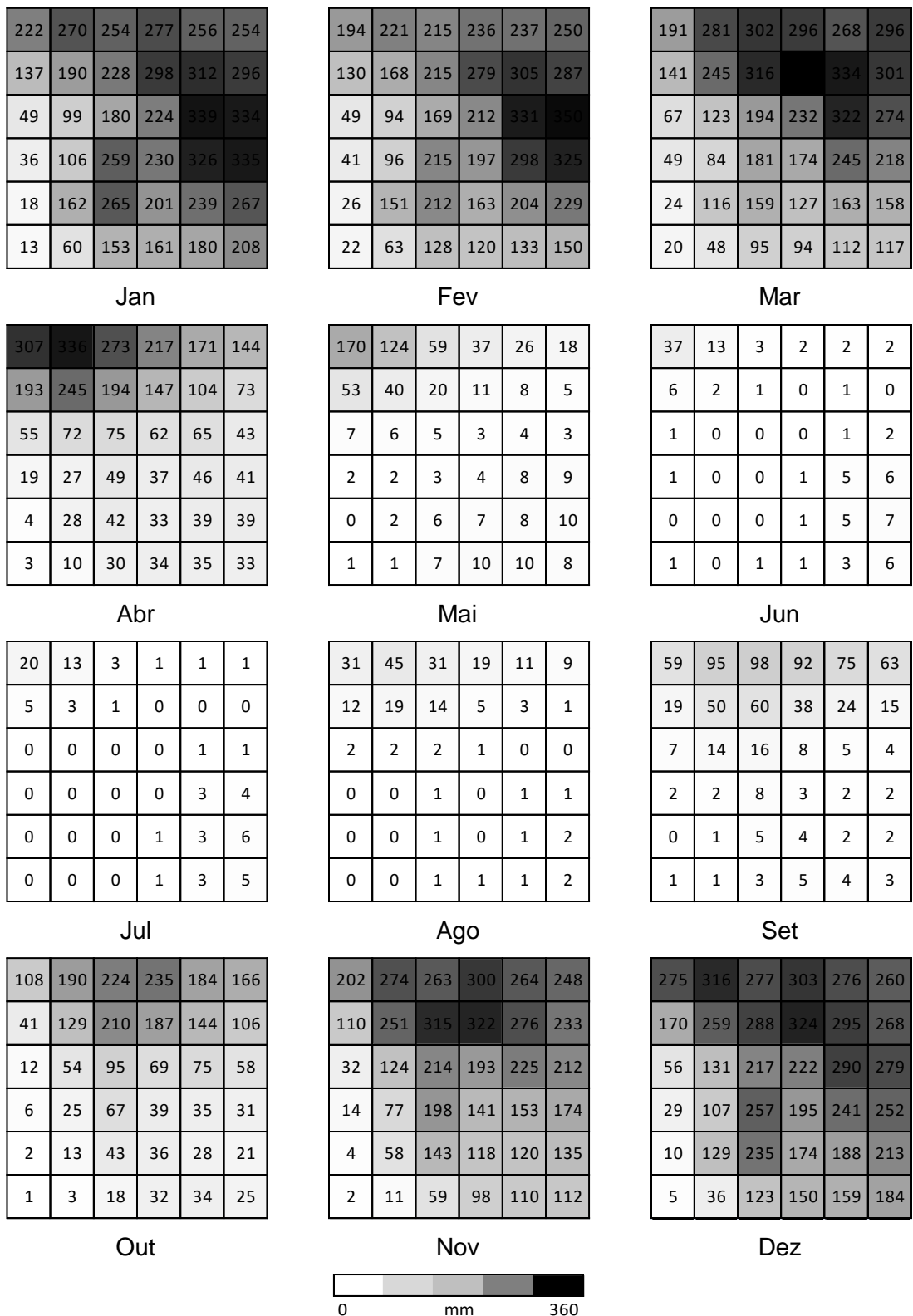


Figura 4.37 – Modelo NIES/MIROC3.2 para o cenário B1 de previsão das precipitações acumuladas mensais (mm) no período 2070-2099, entre as latitudes 2.8 e 19.6 °S e as longitudes 9.9 e 26.7 °E.

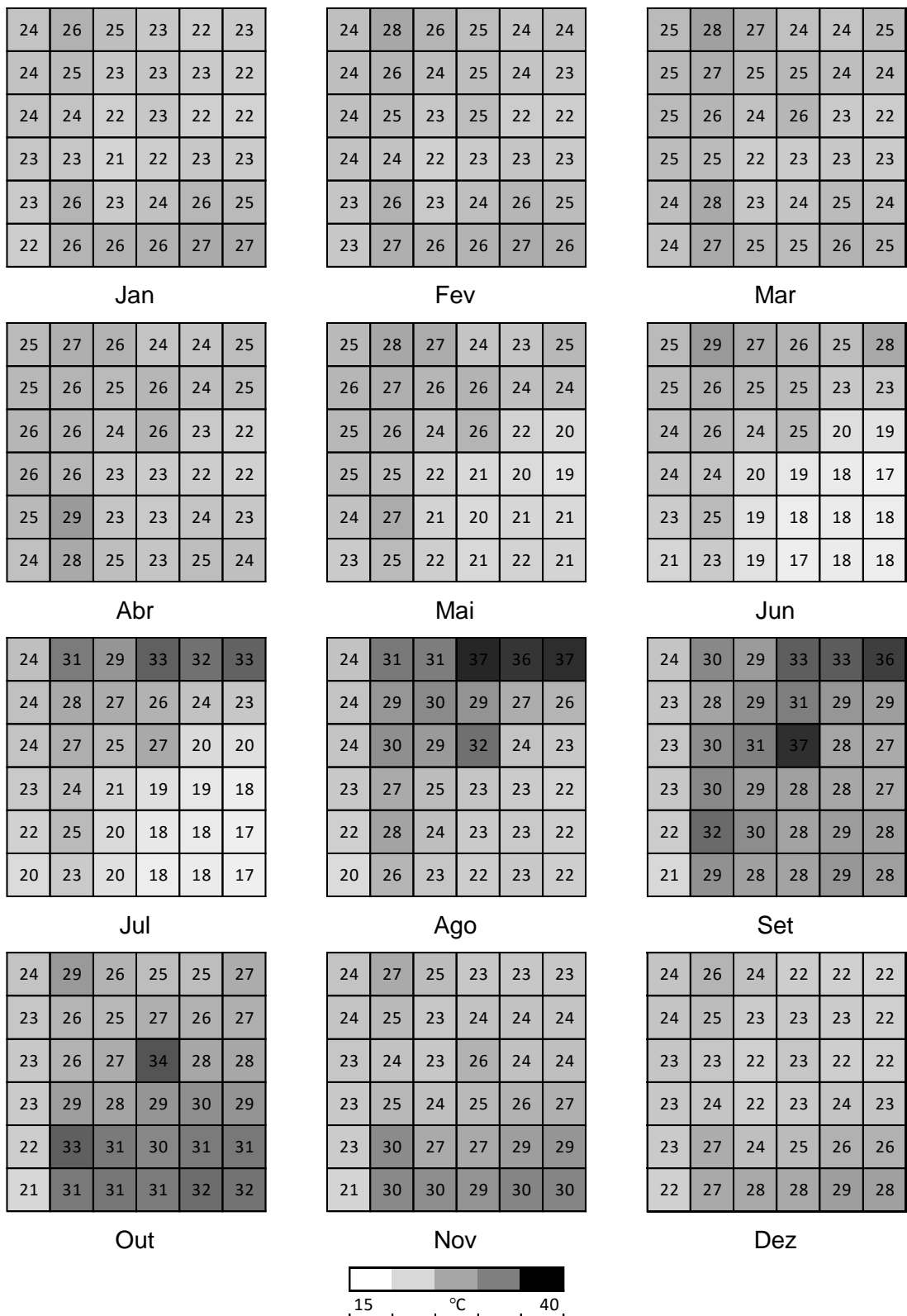


Figura 4.38 – Modelo NIES/MIROC3.2 para o cenário COMMIT de previsão das médias mensais das temperaturas máximas diurnas (°C) no período 2010-2039, entre as latitudes 2.8 e 19.6 °S e as longitudes 9.9 e 26.7 °E.

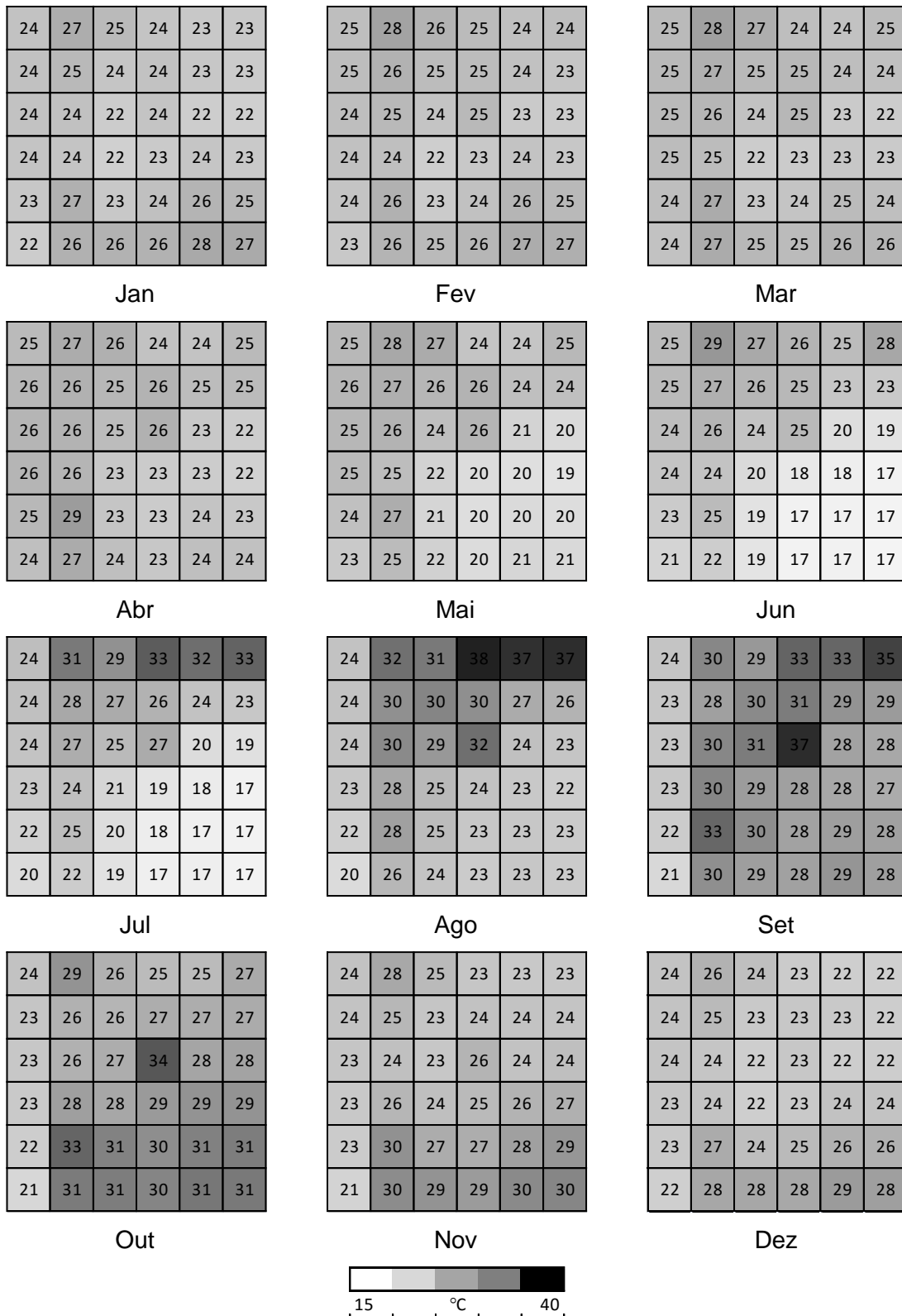


Figura 4.39 – Modelo NIES/MIROC3.2 para o cenário COMMIT de previsão das médias mensais das temperaturas máximas diurnas (°C) no período 2040-2069, entre as latitudes 2.8 e 19.6 °S e as longitudes 9.9 e 26.7 °E.



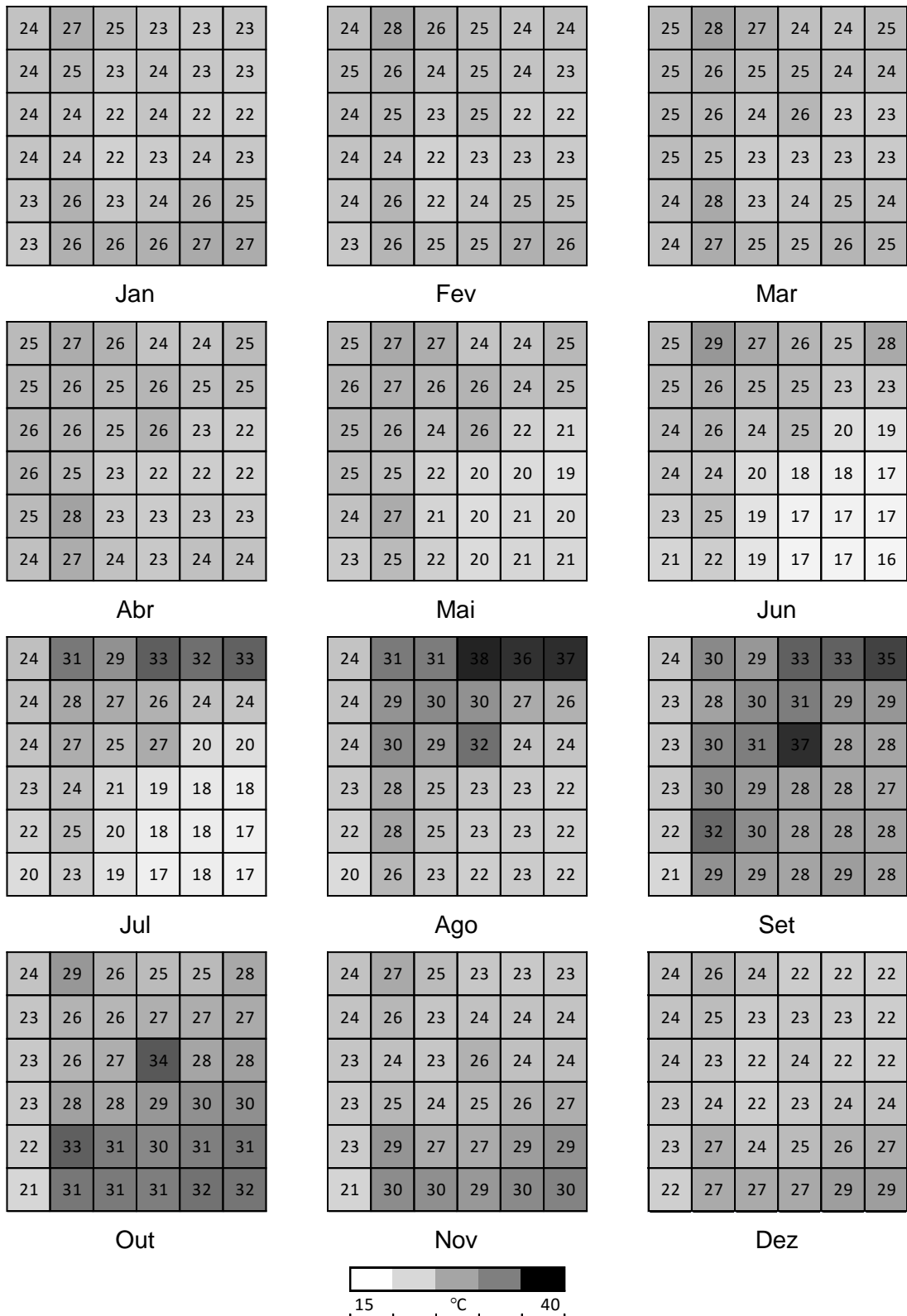


Figura 4.40 – Modelo NIES/MIROC3.2 para o cenário COMMIT de previsão das médias mensais das temperaturas máximas diurnas (°C) no período 2070-2099, entre as latitudes 2.8 e 19.6 °S e as longitudes 9.9 e 26.7 °E.

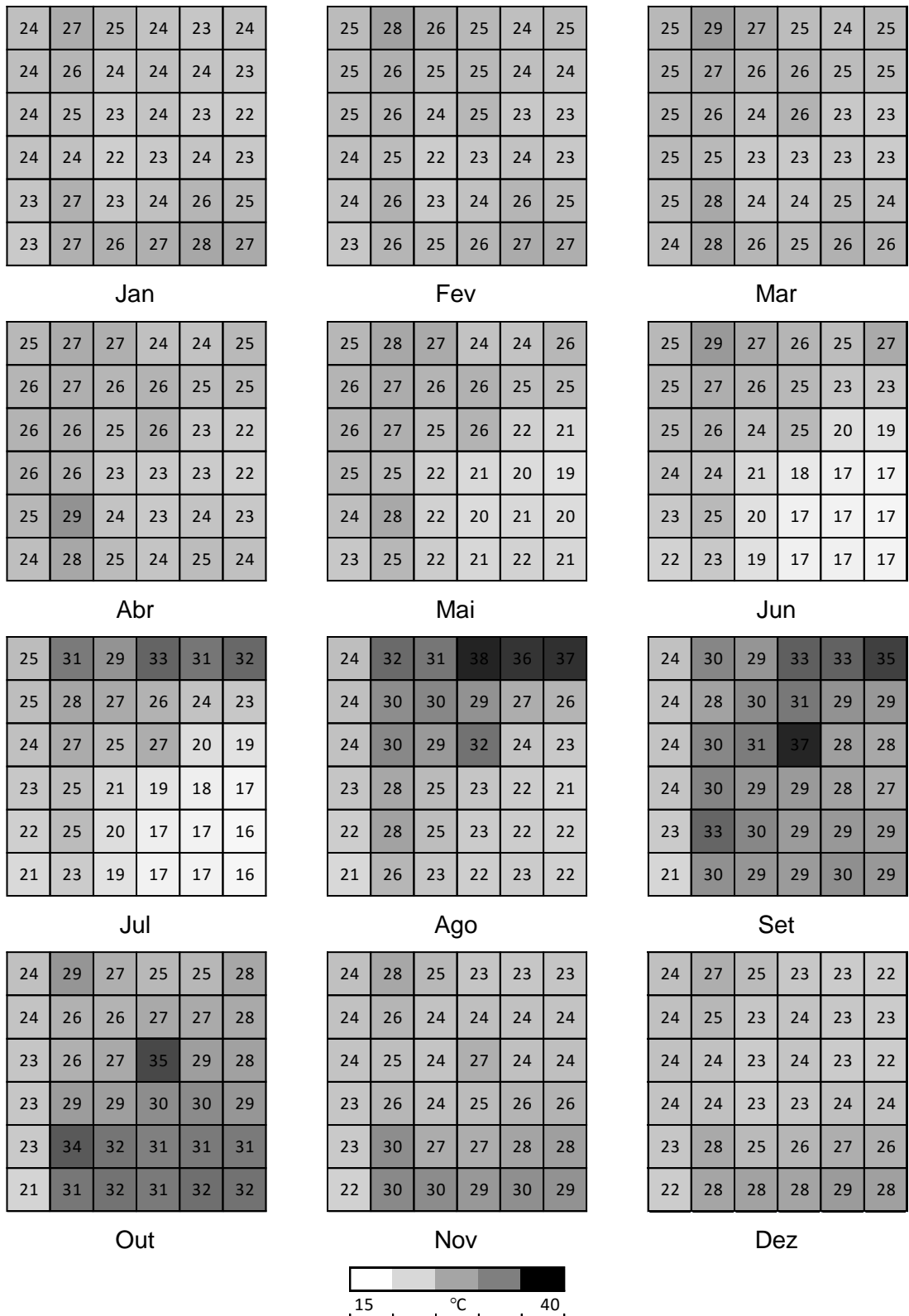


Figura 4.41 – Modelo NIES/MIROC3.2 para o cenário A1b de previsão das médias mensais das temperaturas máximas diurnas (°C) no período 2010-2039, entre as latitudes 2.8 e 19.6 °S e as longitudes 9.9 e 26.7 °E.

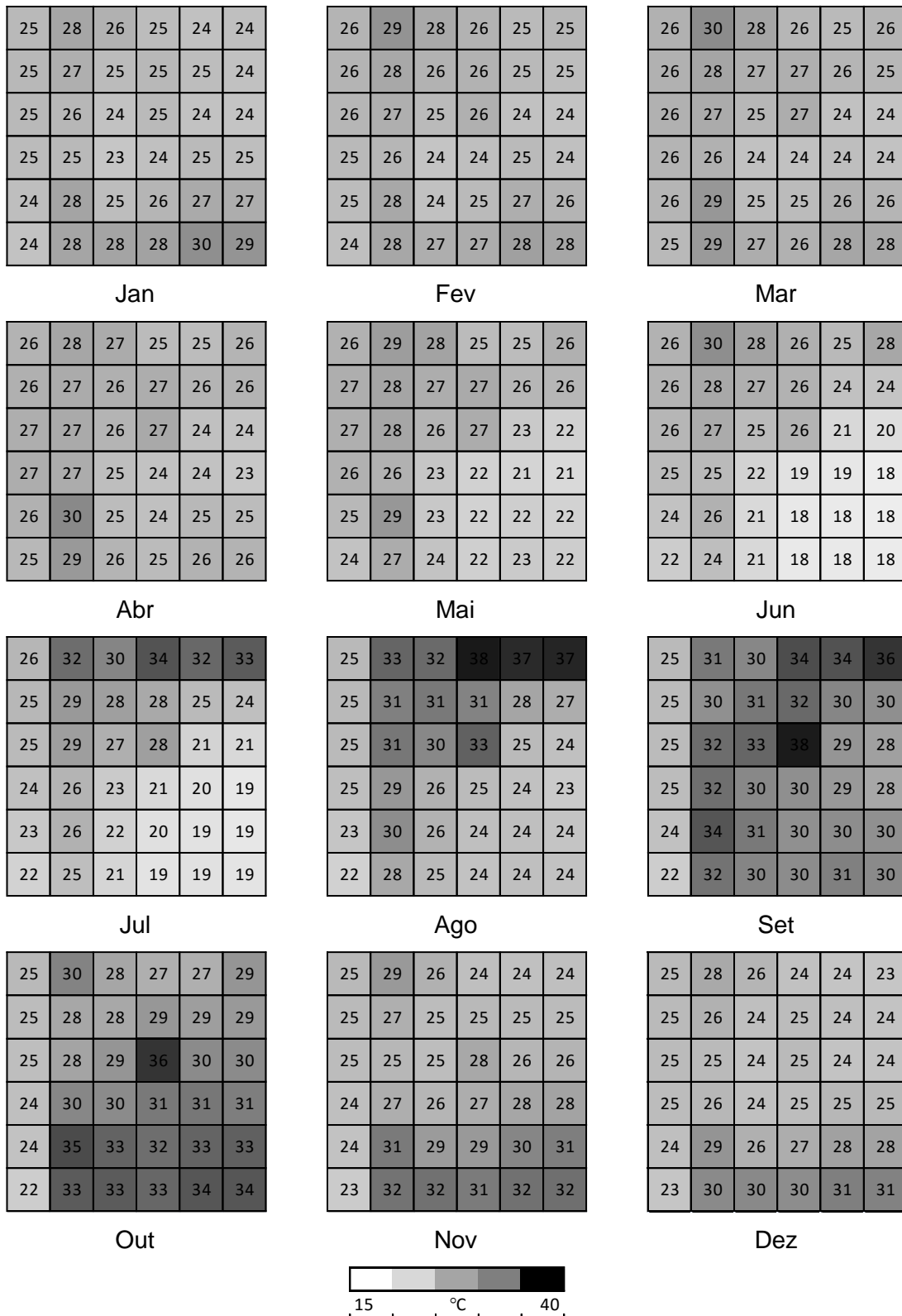


Figura 4.42 – Modelo NIES/MIROC3.2 para o cenário A1b de previsão das médias mensais das temperaturas máximas diurnas (°C) no período 2040-2069, entre as latitudes 2.8 e 19.6 °S e as longitudes 9.9 e 26.7 °E.

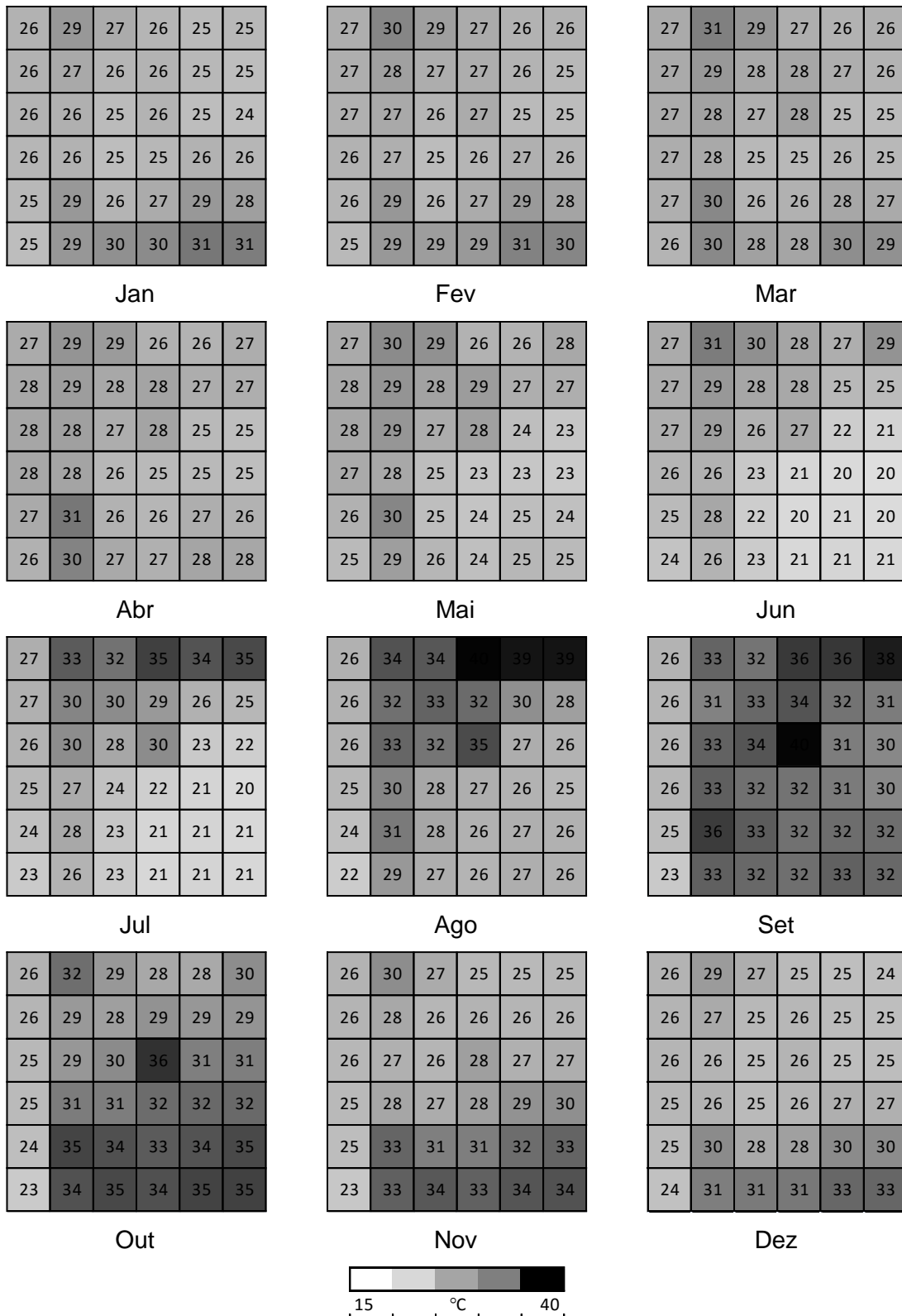


Figura 4.43 – Modelo NIES/MIROC3.2 para o cenário A1b de previsão das médias mensais das temperaturas máximas diurnas (°C) no período 2070-2099, entre as latitudes 2.8 e 19.6 °S e as longitudes 9.9 e 26.7 °E.

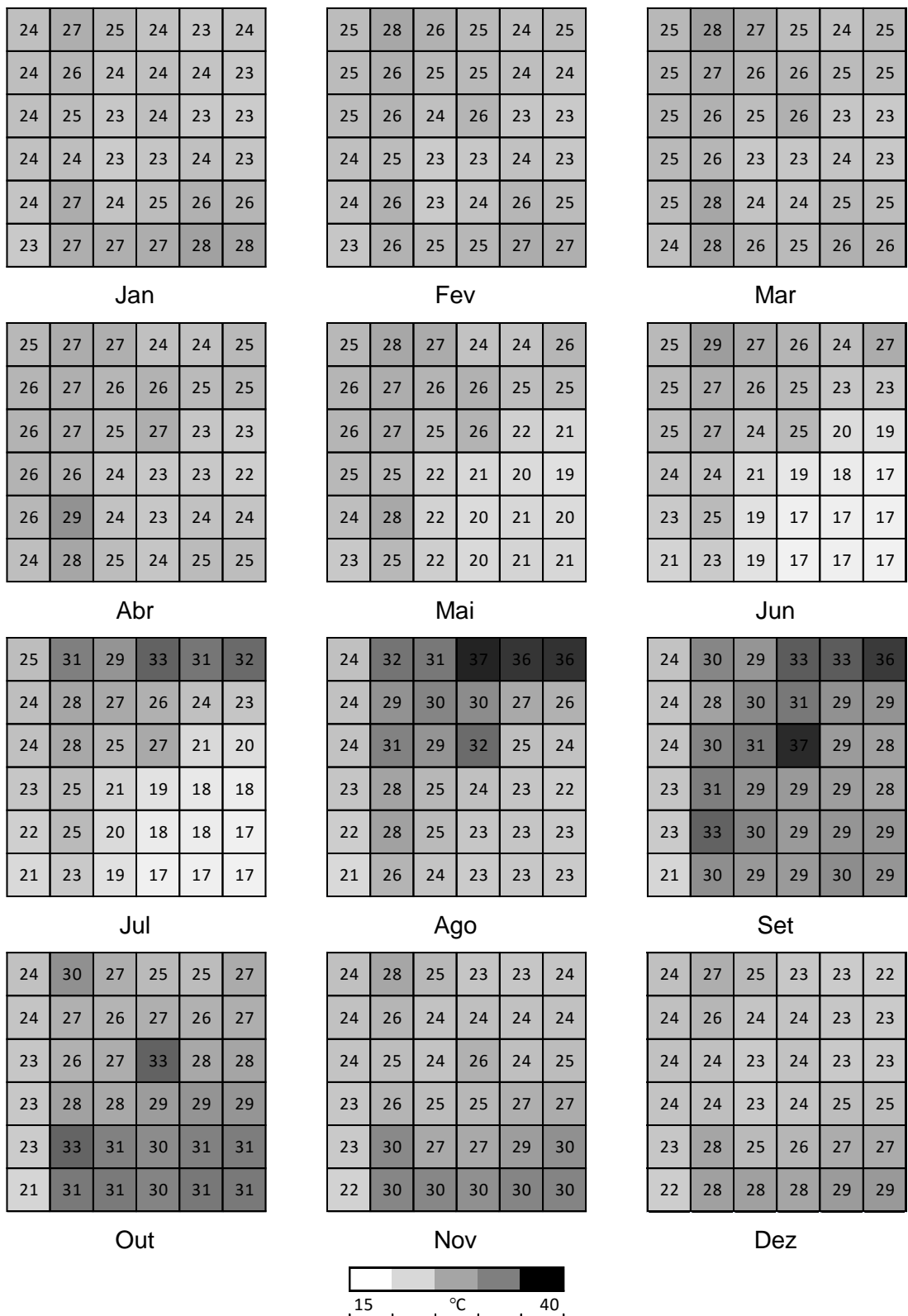


Figura 4.44 – Modelo NIES/MIROC3.2 para o cenário A2 de previsão das médias mensais das temperaturas máximas diurnas (°C) no período 2010-2039, entre as latitudes 2.8 e 19.6 °S e as longitudes 9.9 e 26.7 °E.

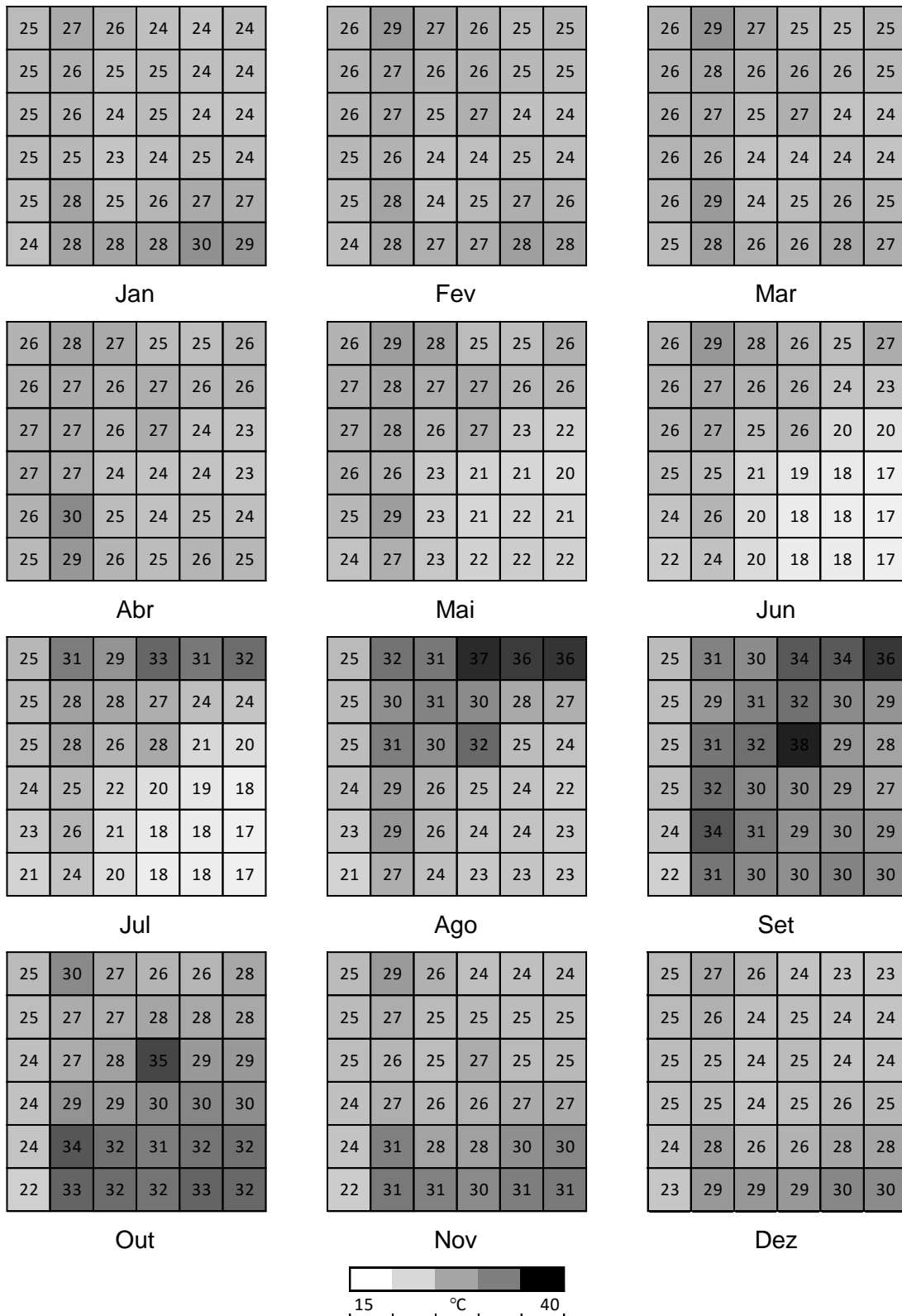


Figura 4.455 – Modelo NIES/MIROC3.2 para o cenário A2 de previsão das médias mensais das temperaturas máximas diurnas (°C) no período 2040-2069, entre as latitudes 2.8 e 19.6 °S e as longitudes 9.9 e 26.7 °E.

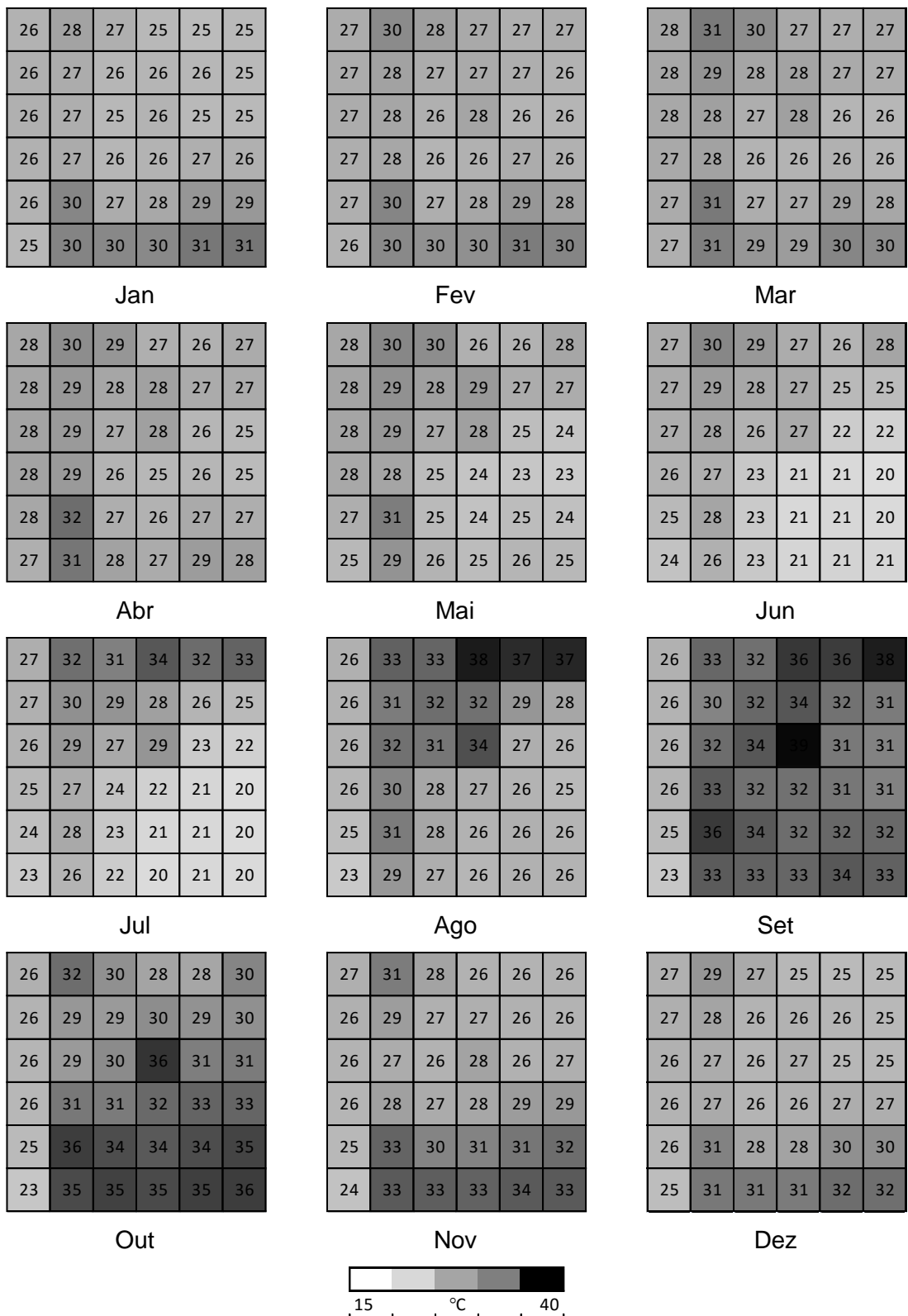


Figura 4.46 – Modelo NIES/MIROC3.2 para o cenário A2 de previsão das médias mensais das temperaturas máximas diurnas (°C) no período 2070-2099, entre as latitudes 2.8 e 19.6 °S e as longitudes 9.9 e 26.7 °E.

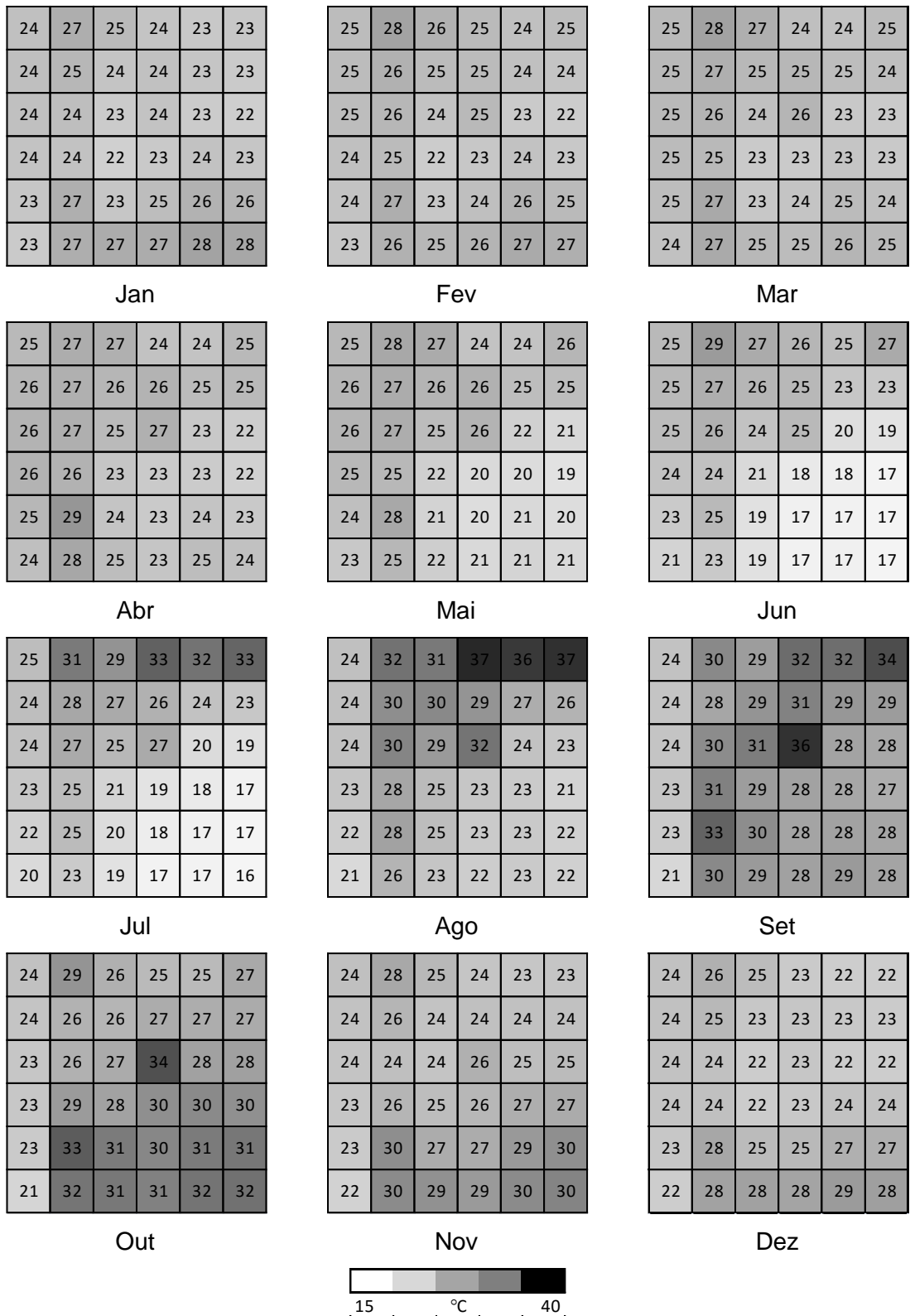


Figura 4.47 – Modelo NIES/MIROC3.2 para o cenário B1 de previsão das médias mensais das temperaturas máximas diurnas (°C) no período 2010-2039, entre as latitudes 2.8 e 19.6 °S e as longitudes 9.9 e 26.7 °E.



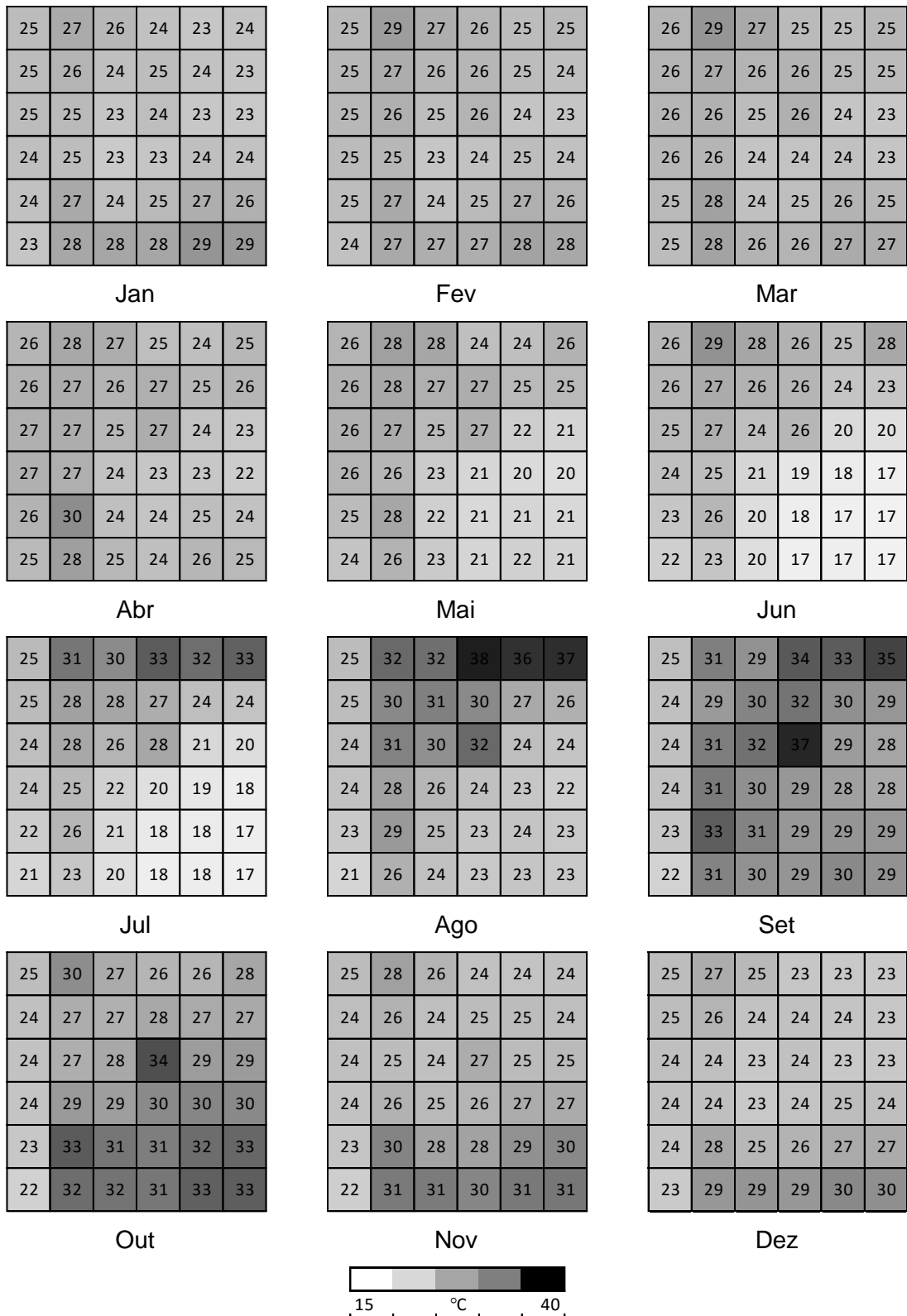


Figura 4.48 – Modelo NIES/MIROC3.2 para o cenário B1 de previsão das médias mensais das temperaturas máximas diurnas (°C) no período 2040-2069, entre as latitudes 2.8 e 19.6 °S e as longitudes 9.9 e 26.7 °E.

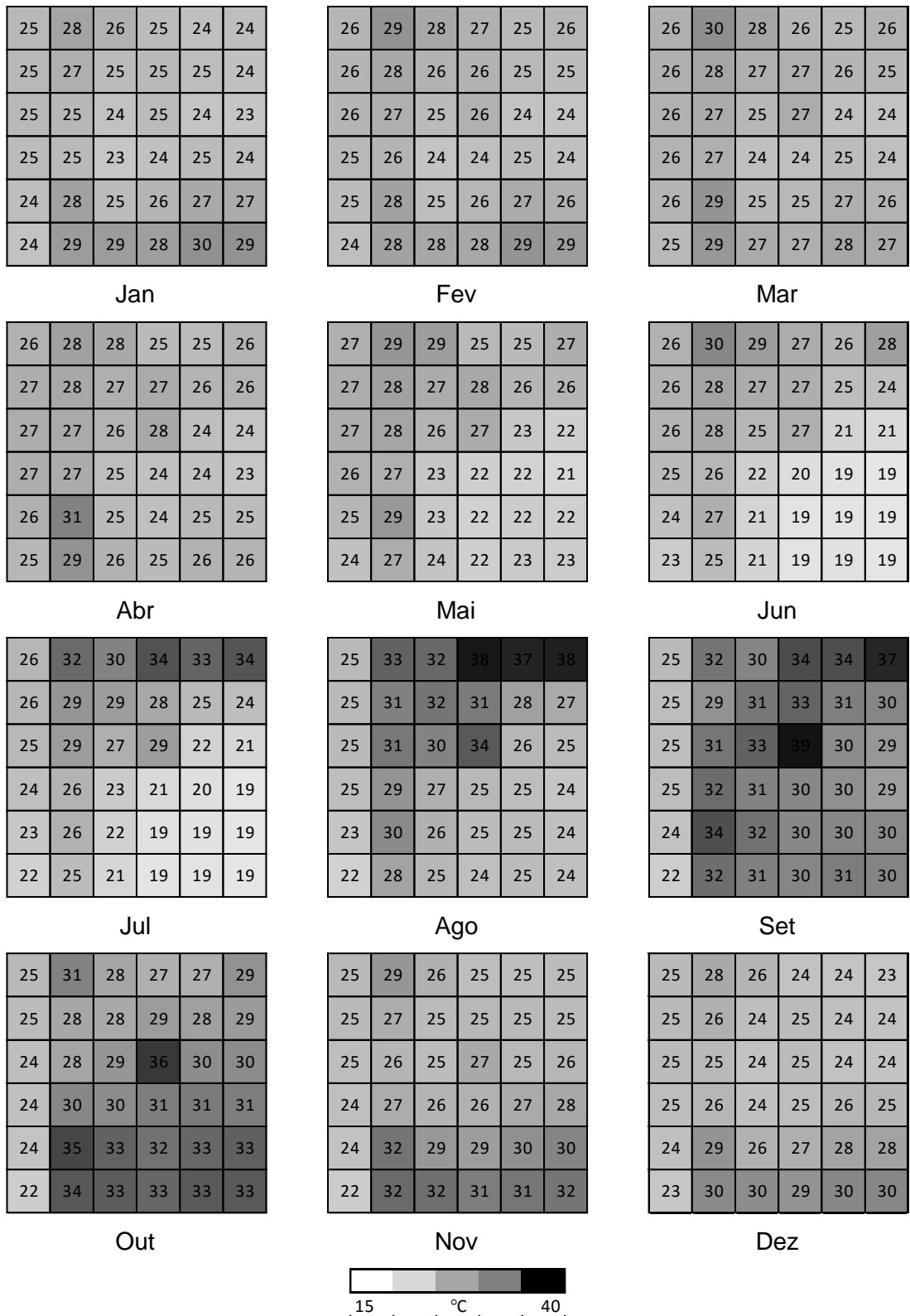


Figura 4.49 – Modelo NIES/MIROC3.2 para o cenário B1 de previsão das médias mensais das temperaturas máximas diurnas (°C) no período 2070-2099, entre as latitudes 2.8 e 19.6 °S e as longitudes 9.9 e 26.7 °E.

#### **4.6. Recursos Hídricos**

As disponibilidades hídricas de Angola são imensas, visto ser um país rico em recursos hídricos superficiais e subterrâneos, alimentados regularmente por chuvas frequentes em quase toda a extensão do território nacional.

Angola possui uma rede hidrográfica rica e diversificada. Aproximadamente 50 bacias hidrográficas cobrem quase na totalidade a sua superfície, garantindo-lhe uma disponibilidade deste recurso extremamente superior à de muitos outros países de África.

Muitos rios angolanos atravessam as fronteiras nacionais em direcção aos países vizinhos, constituindo Angola uma das mais importantes “torres de água” da África austral.

A política nacional de gestão dos recursos hídricos em Angola zela pela optimização global daqueles recursos, levando em consideração a defesa da qualidade das massas de água, isto é, protege a água para promover o bem-estar das populações (Sabino, 2007).

Sobre as características gerais, o aproveitamento e a exploração das massas de água doce em Angola pode-se afirmar que Angola é um país rico em água; tem muitos e caudalosos rios, pequenos lagos e consideráveis volumes de águas subterrâneas (aquíferos). Angola tem uma das captações (volume de água por ano e habitante) mais elevada da região austral de África (cerca de 8,600 m<sup>3</sup>/ano.hab (PNEA, 2013).

Contudo, estes recursos estão desigualmente distribuídos no país: enquanto na região sul e na zona costeira os escoamentos superficiais são muito baixos, inferiores a 25 mm/ano, nas regiões do centro, norte e noroeste, os escoamentos apresentam valores elevados a muito elevados, na ordem de 250 mm/ano.

Algumas destas regiões, por terem escoamentos elevados, reduzida variabilidade temporal e boas quedas nos cursos de água, apresentam um bom potencial para a produção de energia, sendo por isso um factor acrescido para o desenvolvimento do país, e que deverá ser aproveitado, como alias esta a acontecer.

Vários dos principais rios nascem em Angola e penetram em países vizinhos; outros rios evoluem ou são partilhados com países vizinhos: rio Congo, Zambeze, Cunene, Cubango e outros;

A maioria dos rios angolanos é aproveitada para irrigação agrícola, actividades industriais e pecuárias, consumo humano (na maioria das situações depois de tratada a água) e produção de energia hidroeléctrica em barragens.

Em Angola existem varias barragens hidroeléctricas, a destacar:

- Barragem do Biopio e Lomaum, no rio Catumbela, província de Benguela
- Barragem do Cambambe, no rio Kwanza, na província do Kwanza- Norte
- Barragem de Capanda, no rio Kwanza, na província de Malange
- Barragem de Luachimo, no rio Luachimo, província da Lunda Norte
- Barragens das Mabubas, na província do Bengo.
- Barragem da Matala, no rio Cunene, na província da Huila.

As regiões da Huila, Namibe e Cunene, são as que fazem maior aproveitamento das águas subterrâneas.

Para além das massas de água subterrâneas “frias”, em Angola existem águas minerais e minero-medicinais, nomeadamente nas províncias de Benguela e Kwanza Sul.

Apesar de Angola dispor de grandes reservas de água doce, existem regiões e até bairros urbanos com grandes carências de água potável (Zerquera, 2010).

A qualidade e a quantidade da água no meio hídrico natural – superficial e subterrâneo - é um domínio pouco evoluído no país, não existindo uma rede nacional de monitorização da qualidade da água; a própria rede higrométrica existente é muito reduzida.

#### **4.6.1. Recursos hídricos superficiais**

A Rede Hidrográfica de Angola é bastante densa predominando rios com escoamento impetuoso muitas vezes apresentando consideráveis quedas de água.

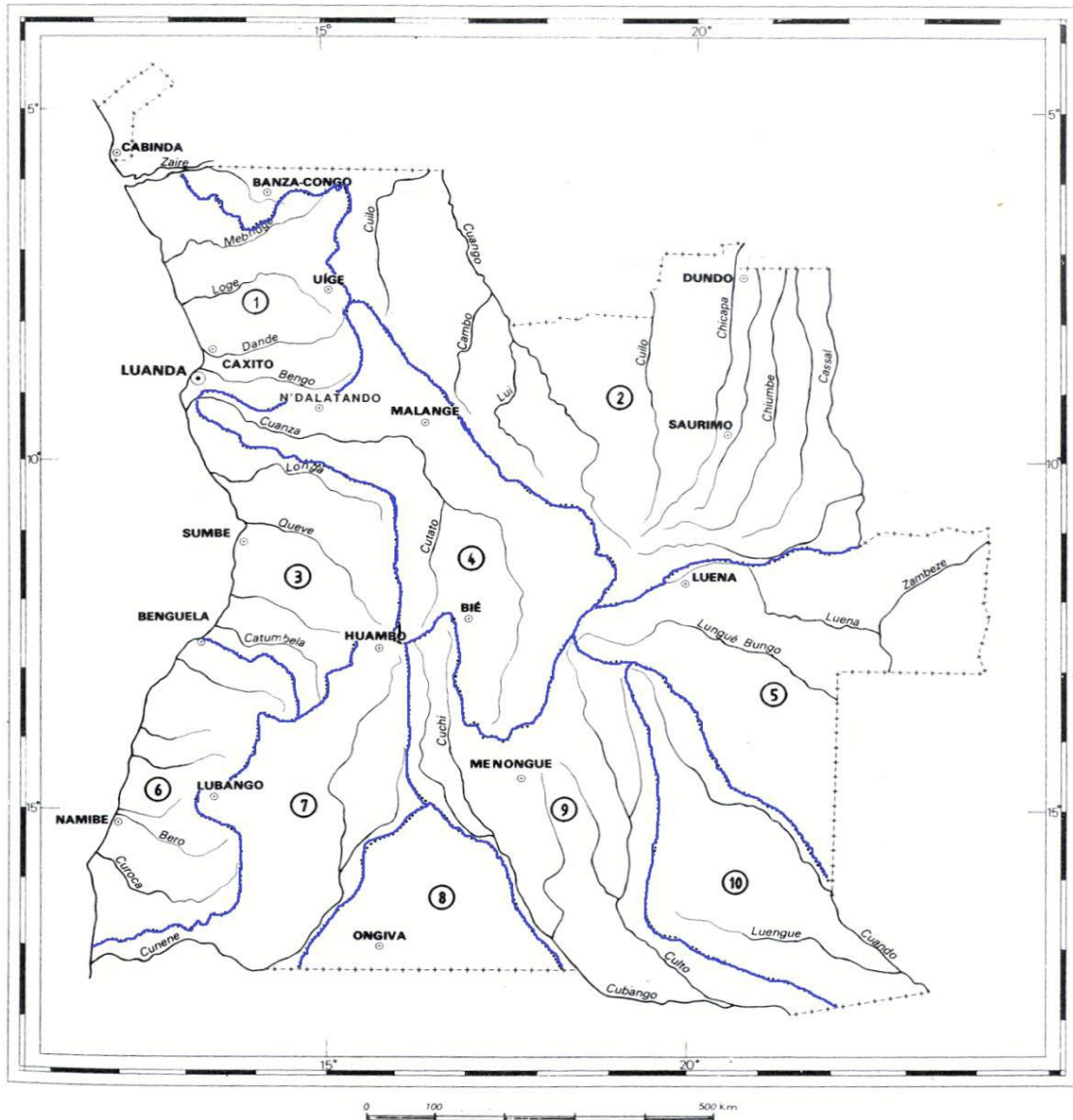
Os rios distribuem-se em 5 sistemas de recepção de água (PNEA, 2013).

- Oceano Atlântico (os rios Kwanza, Chiloango, M'Bridge, Queve e outros)
- Rio Congo (Cuango, Cuiilo, Cassai com os seus afluentes da margem esquerda);
- Rio Zambeze (Lungué-Bungo, Luanguinga e outros);
- Bacia de recepção do Kalahari (Kuito, Cubango e outros);
- Bacia de recepção do Etosha (Cuvelai).

No território angolano evoluem 10 bacias/regiões hidrográficas (Fig. 4.50).

Castanheira Diniz (1991a, citado em Jacinto 2010) apresenta um mapa com as bacias hidrográficas dos rios principais do território, ou conjuntos de bacias hidrográficas de menor dimensão (Fig. 4.45)

A bacia hidrográfica do rio Cuanza é uma das mais importantes de Angola, compreende parte dos territórios do Cuanza-Norte, Cuanza-Sul e Bié e uma grande parte da província de Malange e apresenta um vasto potencial hidroagrícola (Cruz, 1940). Esta bacia tem a particularidade de estar integralmente confinada dentro dos limites territoriais do país, ocupando uma posição privilegiada em relação ao todo territorial, pela sua localização bem centralizada (Diniz, 2002b, citado em Jacinto 2012).



Bacias do Noroeste Angolano.....	1	Bacias do Sudoeste Angolano.....	6
Bacia do Zaire.....	2	Bacia do Cunene.....	7
Bacias do Centro-Oeste Angolano.....	3	Bacia do Cuanhama.....	8
Bacia do Cuanza.....	4	Bacia do Cubango.....	9
Bacia do Zambeze.....	5	Bacia do Cuando.....	10

**Figura 4.50 - Bacias hidrográficas em Angola.**  
 Extraído de Diniz (1991), citado por Jacinto (2012).

#### **4.6.2. Recursos hídricos subterrâneos**

A análise dos factores que condicionam a maior ou menor abundância de águas subterrâneas numa dada região (nomeadamente os factores geológicos e hidroclimatológicos) possibilita a divisão de Angola em quatro grandes áreas ou quadrantes, de natureza hidrogeológica (Vieira, 2013):

- 1- Quadrante NW (províncias do Zaire, Uíge, Malange, Kwanza-Norte e Bengo) – Os aquíferos encontram-se em rochas compactas fissuradas e/ou carsificadas, portanto com permeabilidade média a alta, dando aquíferos extensos com boa qualidade de água e caudais entre os 5 a 10 l/s.
- 2- Quadrante NE (províncias das Lundas e Moxico) - os aquíferos são de circulação predominantemente intergranular, com permeabilidade muito alta, constituindo aquíferos extensos de caudal a volta dos 5l/s. A qualidade da água é boa mas por vezes com teor elevado de ferro podendo piorar com a profundidade.
- 3- Quadrante SW (Províncias de Benguela, Huambo, Huíla e Namibe) - Os aquíferos apresentam-se em rochas compactas fissuradas de permeabilidade média a baixa, formando aquíferos locais, de caudais entre 3 a 5 l/s, de qualidade boa em geral, mas má em algumas áreas do sudoeste.
- 4- Quadrante SE (províncias do Cuando-Cubango e Cunene) - A circulação dos aquíferos é predominantemente intergranular, com permeabilidade muito alta, formando aquíferos extensos de caudais variáveis com a profundidade, tornando-se mais produtivos, mas com mais salinidade, (PNEA 2013).

## 5. A Província da Huíla

A província da Huíla encontra-se situada a sudoeste de Angola (como podemos ver a figura 5.1), tendo uma forma rectangular, e uma população estimada em cerca de 2.3 milhões de habitantes. A província da Huíla confina a oeste com as províncias de Namibe e Benguela, a norte com Benguela e Huambo, a leste com as províncias do Bié e Kuando Kubango; e o extremo sul da província é limitado pela província do Cunene. Os limites oeste da província são bem definidos geograficamente pois coincidem em grande parte com a escarpa da cadeia de montanhas designada por "Serra da Chela".



Figura 5.1- Localização Geográfica da Província da Huíla no mapa de Angola. Extraído de Angop (2015).

### 5.1. Divisão administrativa

Huíla é uma província situada no sul de Angola (figura 5.1), composta por 14 municípios (Lubango, Humpata, Cacula, Caconda, Chipindo, Matala, Quipungo, Jamba, Chicomba, Quilengues, Gambos, Chibia, Kaluquembe e Cuvango – figura 5.2), com uma forma rectangular, com limites aproximados, 13°15' e 16°30' Sul e 13°30' e 16° Este de Greenwich com uma superfície territorial de 79.022 km<sup>2</sup> (Governo Provincial da Huila, 2008).





Figura 5.2 – Divisão administrativa da Província da Huíla (Baptista, 2012).

## 5.2. Demografia

A província da Huíla tem uma população estimada em 2.6 milhões de habitantes o que corresponde a uma média de 32 habitantes por km<sup>2</sup>.

A população que a habita é de origem étnica diversificada: Umbundu, Nhaneka, Ngangula, Tchokwe, Kwahama, Kimbundo e outros (Governo Provincial da Huila, 2008).

A cidade do Lubango assistiu nas últimas 20 décadas a transformações profundas ao nível físico, social e económico. Inicialmente prevista como um aglomerado urbano em área de povoamento rural, o Lubango rapidamente progrediu para o centro urbano mais importante no Sul de Angola, em função das trocas estabelecidas com o exterior e do desenvolvimento da actividade industrial. A evolução observada encontra-se directamente associada à dinâmica populacional. As migrações e o crescimento natural desempenharam,

em diferentes períodos e neste âmbito, um papel essencial. A recomposição social da cidade do Lubango levou à determinação de diferentes segmentos de população. A evolução da população deve-se a taxas de crescimento elevadas desde 1970, resultantes, fundamentalmente, de diferentes fluxos migratórios e da elevada taxa de fecundidade. Movimento Natural da população deve-se a factores como: Grande variabilidade na evolução do número de nascimentos; Tendência para o decréscimo da mortalidade; Decréscimo da taxa de mortalidade infantil; Tendência para o aumento da taxa de sobrevivência entre a população jovem não activa e a população em idade activa. A principal causa de morte (oficial) é a malária (PDM, 2004).

A população tem a sua estrutura etária pouco envelhecida, com predomínio de população jovem não activa e população adulta activa. Ao se caracterizar a população residente vê-se que: a dimensão média do agregado familiar é de 6 indivíduos; o predomínio do modelo de família é o alargado; a população é proveniente dos municípios rurais da Província da Huíla (permanência na cidade de 20 anos); há uma elevada percentagem de habitações precárias; há predomínio da autoconstrução; as deslocações pendulares inter-comunas por motivo de trabalho/estudo são pouco expressivas; há forte mobilidade por motivo de trabalho/estudo intra-bairro de residência e há também aspirações de fixação na cidade e construção de uma casa nova. Sobre o edificado urbano constatou-se que 84.4% da malha de edificado é composta por construções anárquicas; o bairro da Mitcha apresenta o maior número absoluto e relativo de construções anárquicas; os maiores valores de densidade populacional registam-se no bairro Comercial, nas coroas imediatas ao centro da cidade, ao longo do eixo de acesso ao aeroporto da Mukanka e nas imediações da Antiga Zona Industrial (PDM, 2004).

### **5.3. Orografia e hidrografia**

O relevo da província da Huíla apresenta superfícies suaves e vales largos, resultou de movimentos epirogénicos de levantamento. Alguns ocorreram nos tempos mais recentes e por isso, a erosão é forte nos rebordos das plataformas elevadas. Aqui encontram-se gargantas, quedas e rápidos,

enquanto a parte restante delas pode conservar as superfícies suaves herdadas (Vate *et al.*, 1971).

Segundo Diniz (2006, citado por Baptista, 2010), as terras altas da Huíla são dominadas na sua maioria por duas bacias hidrográficas: a do Calonga (N-NE) e do Caculuvar na parte restante. A bacia do Caculuvar, não só pelo curso principal, mas também pelos seus efluentes que nascem no planalto da Humpata (Chimpumpunhime e Huíla) e a bacia do Lubango (Capitão Mucuma e Mapunda), tiveram influência marcante na ocupação agrícola do tipo empresarial mas também em moldes familiares, que desde longa data foi atraído e se fixou nas terras altas da Huíla. Na época das chuvas, os cursos de água, sobretudo os secundários, de regime torrencial, registam grandes cheias, que obrigaram no passado a drenar convenientemente os terrenos e a tentar regularizar os caudais. É nestes rios ou riachos temporários, secos boa parte do ano, que as águas correm violentamente após grandes chuvaradas, causando estragos, mas onde algum tempo depois, os leitos se apresentam secos (Medeiros, 1976).

A maior parte da província da Huíla está a altitude superior a 1000 m e é formada por uma peneplanície limitada a oeste pela cadeia marginal de montanhas, onde são frequentes cotas superiores a 2000 m. A ocidente da cadeia de montanhas a altitude cai bruscamente em degraus, de que são exemplos a Serra da Leba e o degrau onde se situa a Fenda da Tundavala. Segundo o arquivo do Governo provincial da Huila, o limite Oeste da província coincide com o bordo da escarpa da cadeia de montanhas designada por “Serra da Chela”. Com excepção da região noroeste, no município de Quilengues, todo o território da província apresenta um relevo acidentado. A Serra da Chela é um enorme maciço montanhoso que se dispõe segundo uma linha poligonal muito irregular, desde o norte do município do Lubango até quase ao rio Cunene. É limitada em quase toda sua extensão ocidental por uma escarpa que chega a atingir 1100 m de altura relativa. A transição a peneplanície a oriente é mais suave, se bem que ocorram por vezes degraus de cerca de 200 m. Tem seu maior desenvolvimento próximo do município do Lubango, onde o seu topo arrasado constitui o Planalto da Humpata (Castro, 2012).

## 5.4. Geologia

Sobre a geologia no sudoeste do país podemos dizer que a formação da Humpata assenta em nítida discordância estrutural sobre a superfície erodida das antigas rochas metamórficas do Arcaico e sobre as rochas magmáticas do proterozoico como podemos observar claramente na figura 5.3. A espessura da formação varia, em diversas áreas, de 200 m a 500 m. A formação Leba está representada por calcários cinzento-azulados e dolomites maciças em lages, com intercalações de material silicioso, estromatólitos e oólitos (Perevalov *et al.*, 1992).

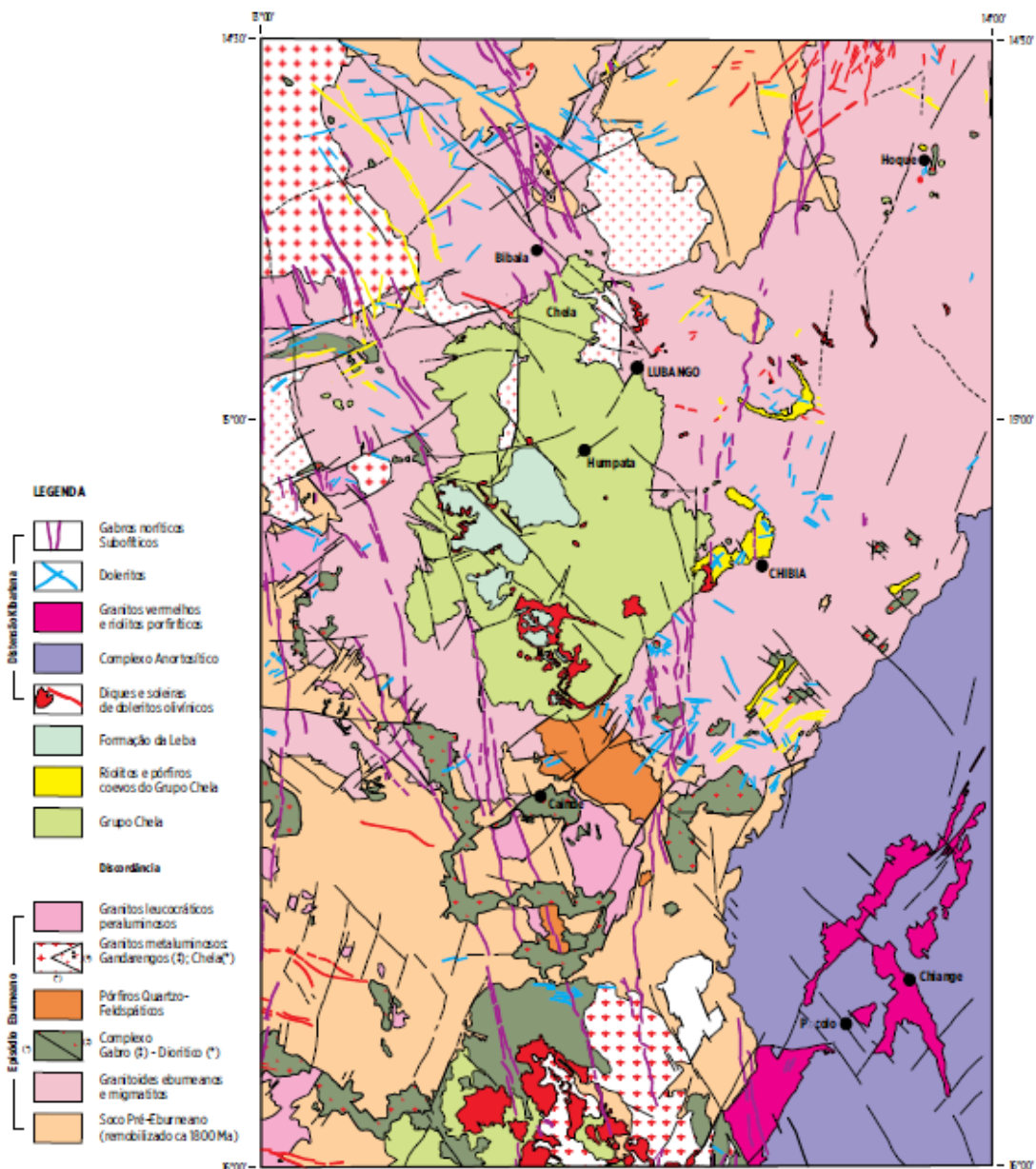


Figura 5.3 – Mapa geológico esquemático do SW de Angola. Extraído de Pereira *et al.* (2013).

As rochas da formação Leba e Humpata são cortadas por numerosas soleiras e diques doleríticos.

Uma parte considerável da Geologia da província está representada por granitos leucocráticos peraluminosos; granitoides eburneanos e migmatitos; Complexo anortosítico e pórfiros quartzo-feldspáticos. Além destes pode-se observar também (conforme a figura 5.3.) gabros noríticos subofíticos; doleritos; granitos vermelhos e riolitos porfiríticos; diques e soleiras de doleritos olivínicos; riolitos e pórfiros coevos do Grupo Chela e muitos outros.

A idade paleoproterozoica do grupo Chela é confirmada pelo facto de esta assentar sobre a superfície erodida de rochas do Arcaico e do Proterozóico Precoce, como se pode observar na figura 5.3.

### **5.5. Uso e ocupação do solo**

A província da Huíla vem registando um grande crescimento, o que faz com que a sua vegetação que era maioritariamente de florestas e herbáceas e de matas de “mutiati” mais para sul, venha sofrendo alterações por diversas actividades praticadas pelos habitantes como:

- A criação de gado bovino que se dá com mais intensidade nos municípios do N, E e NE.
- A prática da pastorícia no Oeste, Sul e Sudoeste da província.
- Culturas agrícolas tradicionais com os seguintes tipos de culturas: batata-doce (nos municípios do norte da província); milho (no norte e centro da província) e massambala (no oeste e sul da província).

O solo é usado numa perspectiva cada vez mais crescente para a construção de infra-estruturas habitacionais e de serviços (o tecido urbano vai se tornando cada vez mais extenso) (Lubango, 2015).

Há também novas perspectivas de exploração do solo, com destaque para o turismo (Santos e Cunha, 2011).

As terras altas da Huíla constituem habitat tradicional do povo Muíla, importante ramo do grupo étnico nhanheka-humbe, dentro da vastíssima região planáltica em que se enquadra, diferencia-se bem esta zona de terras altas,

com seus aspectos fisiográficos e agro-ecológicos bem vinculados. A designação de “Terras altas da Huíla” caracteriza um espaço ecológico e geoeconómico bem individualizado. Por outro lado e como resultado destes mesmos condicionalismos mesológicos, tem ainda a caracteriza-la uma antiga ocupação alienígena, respeitante a grande parte da sua área, que lhe transmite uma feição socioeconómica bastante particularizada. A ocupação agrícola do tipo empresarial assume destacada importância na maior parte da zona. A mancha de maior expressão corresponde a uma larga faixa com sede em Sá da Bandeira, a qual envolve o planalto da Humpata, a chamada bacia do Lubango e, na sua continuidade para leste a bacia do Caculuar. De menor importância, há a considerar a norte a área do Hoque e a sul a do Jau-Chibia. A ocupação agrícola manifesta-se mais incisivamente ao longo dos rios e principais linhas de água, com a preocupação da utilização dos solos de baixas marginais, naturalmente drenadas e mais férteis.

A criação de bovinos, em regime puramente extensivo, constitui o principal modo de vida da população nativa e esta fortemente vinculada na faixa meridional, com apoio numa agricultura meramente subsidiária (massango e milho); na parte central tal actividade pecuária é ainda expressiva assumindo, todavia, mais um carácter complementar da agricultura de subsistência e de mercado (milho), que a norte é já principal ocupação das populações. A interpenetração na zona de ambos os tipos de ocupação, em que se verifica de norte para sul uma diminuição da actividade agrícola e no mesmo sentido um aumento da vocação pecuária. A zona é circulada pelas importantes vias de circulação que ligam o norte ao sul de Angola e daqui ao sudoeste africano, e ainda pela estrada e caminho-de-ferro que, do Namibe, se dirigem para o interior leste angolano. Todas estas vias de comunicação se cruzam no Lubango, capital do distrito da Huíla e o mais importante centro populacional e comercial do sudoeste de Angola, localizado em plena zona de terras altas. Uma rede de picadas e de estradas carreteiras ligam os pequenos núcleos populacionais entre si e também as rodovias principais. O Lubango possui diversos estabelecimentos industriais, cuja actividade se apoia na transformação de produtos agrícolas e pecuários regionais. Entre as diversas unidades industriais, há a destacar as de salsicharia e o matadouro frigorífico,

ligadas ao sector pecuário, e as de aproveitamento de frutas e de margens de cereais, relacionadas com o sector agrícola (Diniz, 2006) e ainda, mais recentemente, a captação e engarrafamento de água e a produção de cervejas e refrigerantes.

## **5.6. Clima**

A província da Huíla está situada entre as latitudes de 13° e 16° Sul. Segundo a classificação de Koppen podemos ver que ela se encontra na faixa de clima tropical, nomeadamente no clima tropical de altitude com estação seca (Peel *et al.*, 2007).

Há então a considerar duas estações climáticas: a das chuvas, compreendendo um período de 6 meses (meados de Outubro a meados de Abril) e a seca correspondente aos restantes meses do ano.

Os valores de precipitação média anual aproximam-se dos 1200 mm a norte e descem abaixo dos 750 mm no extremo limite sul da zona. Registam-se dois máximos de precipitação, um em Novembro e o outro em Março, em Janeiro – Fevereiro tem lugar a um pequeno período seco de duas a três semanas nalguns anos sensivelmente mais prolongado. A distribuição das chuvas é bastante variável não só de ano para ano como ao longo dos meses, manifestando-se sobretudo, com inícios tardios e finais precoces. Por outro lado verificam-se interrupções extemporâneas e prolongadas, aspectos estes tanto mais salientes quanto mais se avança para sul e sudoeste. Esta irregularidade do regime pluviométrico reflecte-se desfavoravelmente nos resultados da agricultura de sequeiro (Diniz, 2006).

Quanto a temperatura média anual, a zona fica envolvida, sensivelmente, pela isotérmica dos 19°C, com uma diminuição gradual para o interior e a medida que a altitude se eleva (18.5 °C Lubango). Na superfície planáltica da Humpata, de cota mais elevada, desce para os 17°C, com valores de ordem dos 15 °C na Estação Zootécnica do sul. No pequeno planalto do Bimbe, a maior altitude as temperaturas médias são ainda mais baixas. As médias das temperaturas máximas anuais variam no mesmo sentido, oscilando a volta dos 25-27°C, excepto na superfície altiplânica mais elevada, que se aproxima dos 20°C. Do

mesmo modo se verifica tal variação quanto às médias de temperaturas mínimas anuais, com valores que oscilam, entre os 9 e 11 °C. Há amplitudes diárias que atingem no período frios (Maio a Agosto) valores muito elevados, da ordem dos 30 °C, principalmente nos meses de Junho e Julho, os mais frios do ano. Ao longo do período frio são frequentes as geadas, com mais forte incidência nos meses de Junho e Julho. Este facto, aliado as acentuadas oscilações térmicas diárias e à extrema secura do ar (humidade relativa muito baixa), determina fortes condicionalismos a exploração das culturas perenes, sobretudo fruteiras das regiões tropicais. O período quente do ano vai de Setembro a Abril, envolvendo a época chuvosa e os meses que a antecedem; Outubro é, para toda a área, o mês mais quente do ano.

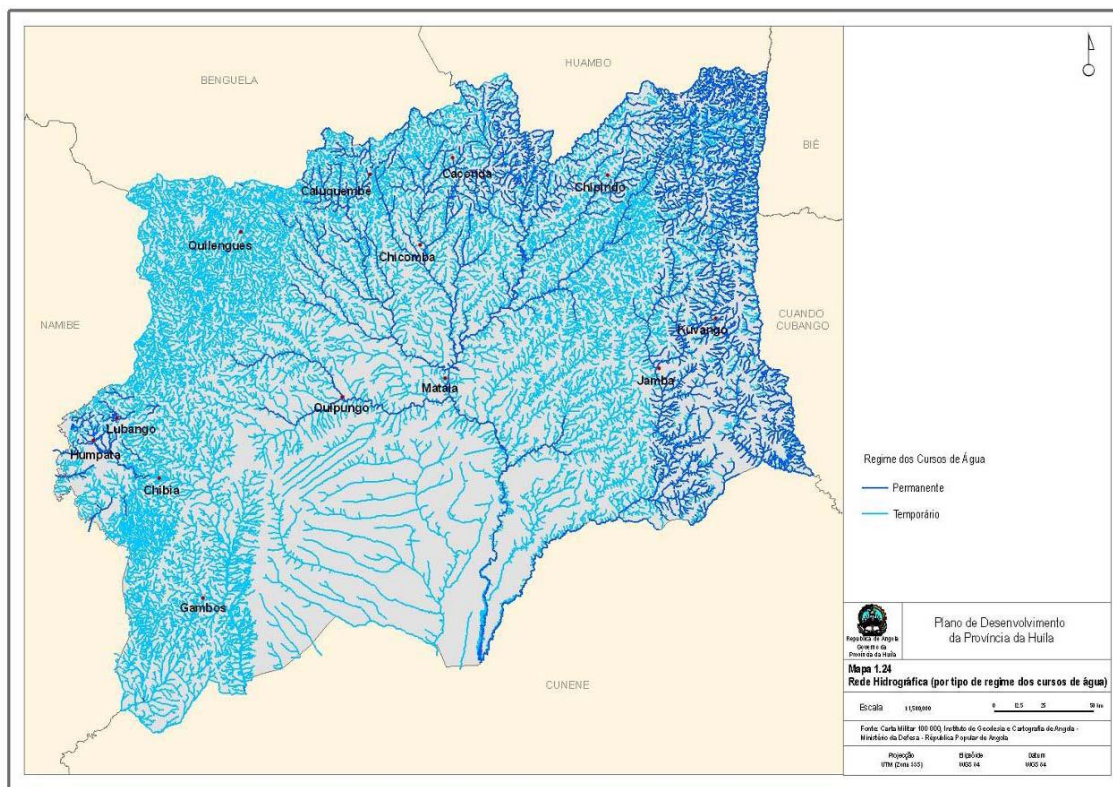
A humidade relativa média anual às 9h oscila entre 50 e 60%, coincidindo os valores mais baixos com o período frio (25 a 35%) e os mais altos com o período quente que regista os maiores índices de nebulosidade (Diniz, 2006).

De acordo com a classificação racional de Thornthwaite, o clima em toda a área é mesotérmico, sub-húmido húmido na metade setentrional, e sub-húmido seco na metade meridional; na faixa limítrofe sudeste e sul é semiárido (Diniz, 2006).

### **5.7. Recursos Hídricos**

Tal como se pode constatar pela análise do mapa da figura 5.4, parte da rede hidrográfica da província da Huíla é constituída por cursos de água de regime permanente, que correspondem, em grande medida, aos cursos de água de maior extensão, e que apresentam os caudais mais elevados. A Bacia Hidrográfica do rio Cunene consagra-se como a mais importante ao nível da província, ocupando sensivelmente 56850 km<sup>2</sup>, o que corresponde aproximadamente a 65% do território da Huíla. Como principais afluentes do rio Cunene apontam-se, na sua margem esquerda: o rio São Sebastião; o rio Cubangue; o Oci e o Chitanda e o Calonga ou Colui. Na sua margem direita constituem-se: o rio Cutenda; o Qué; o Sendi ou Calonga; o Caculuvar (o qual, no seu curso inferior influencia a conhecida mulola Mucope); o Chitado e o rio dos Elefantes (AIP, 2015).





**Figura 5.4 – Regime dos cursos de água da cidade do Lubango, Província da Huila (Fonte: AIP, 2015).**

No Plano Director das Águas da Cidade do Lubango (2000) é referida a existência de aquíferos a sudoeste da cidade do Lubango. A escarpa que domina a cidade mostra-se favorecida quanto à disponibilidade de água, uma vez que o grupo da Chela, muito fissurada, permite a infiltração da água das chuvas, que é posteriormente desviada lateralmente por um nível impermeável de dolerito ou de granito. Os depósitos grosseiros do tipo colúvio na base da escarpa permitem igualmente a circulação da água e pode afirmar-se que o contacto entre aquela formação e os granitos subjacentes está marcado por um nível aquífero. Uma vez que a escassez de água é um assunto muito importante a nível económico e social, é de extrema importância a realização de um estudo hidrogeológico mais aprofundado, de modo a definir as potencialidades exactas do aquífero ou localizar outros. Chama-se a atenção para os cuidados a ter para evitar a contaminação dos mesmos, pelo que devem ser implantadas fortes restrições nas áreas que funcionem como fonte de recarga dos aquíferos. No âmbito da caracterização biofísica do Plano Director da Cidade do Lubango, procedeu-se à análise da bacia que drena a

cidade, a do rio Caculuvar e seus afluentes, uma vez que é nela que ocorrem alguns dos problemas ligados às cheias e às inundações urbanas (PDM, 2004).

Devido às características morfológicas do local onde se instalou a cidade do Lubango, o crescimento urbano ocorreu ao longo do interflúvio delimitado pelos rios Mapunda, a Norte, e Mucufi, a Sul.

Estes cursos de água, ambos afluentes do rio Caculuvar, são caracterizados por uma rede de drenagem superficial que garante um rápido escoamento das águas pluviais, originando áreas em erosão acentuada, bem como movimentos de massa nos sectores dos cursos de água mais desprovidos de vegetação, e com maior ocupação humana.

Alguns sectores da comuna sede (a Norte e a Sudeste) não são abrangidos pela bacia em estudo, uma vez que são áreas que não contribuem para o escoamento que ocorre na cidade do Lubango; Grande parte da secção Oeste da bacia (para montante), apesar de não estar situada na comuna do Lubango (mas sim da Quilemba), a água nela precipitada irá escoar nos principais rios que atravessam a cidade.

O Caculuvar, afluente da margem direita do Cunene é o principal rio das terras altas da Huíla e tem as suas origens na Cordilheira Marginal, no Planalto da Humpata-Bimbe, e é formado pela união de diversas linhas de água secundárias, das quais se destacam, para a área em estudo, os rios Mapunda e Mucufi, que limitam a norte e a sul uma estrutura interfluvial onde está instalada a cidade do Lubango (PDM, 2004).

## **5.8. Estrutura dos consumos de água**

Especificamente para a cidade do Lubango, o Plano Director de Águas programou acções que abrangem 19 bairros, as zonas de expansão da urbe, com realce para as centralidades da Eiwa e da Quilemba.

Importa realçar que 15 bairros contam com furos artesianos de água. Ao contrário das infra-estruturas de água e saneamento da época colonial, que têm estado a provocar limitações no fornecimento à urbe, o plano actual propõe que o sistema de água potável projectado deve ser único e integrado. O director informou que os habitantes do Lubango consomem água potável

captada nas nascentes da Nossa Senhora do Monte e da Tundavala (comunicação pessoal). As zonas suburbanas utilizam a água extraída de 128 furos equipadas com bombas manuais, eléctricas e uma área "para as mulheres lavarem a roupa".

A área de Mobilização Social da Direcção Provincial de Energia e Águas desenvolveu, em finais de 2011, acções que visaram a contagem das moradias, principalmente nas zonas rurais, com instalações sanitárias credíveis.

O processo contemplou 19 bairros da cidade, tendo permitido identificar as populações por estratos socioeconómicos, condições de habitabilidade e qual a quantidade de água necessária para cada habitação (Jornal de Angola *online*, 2015).

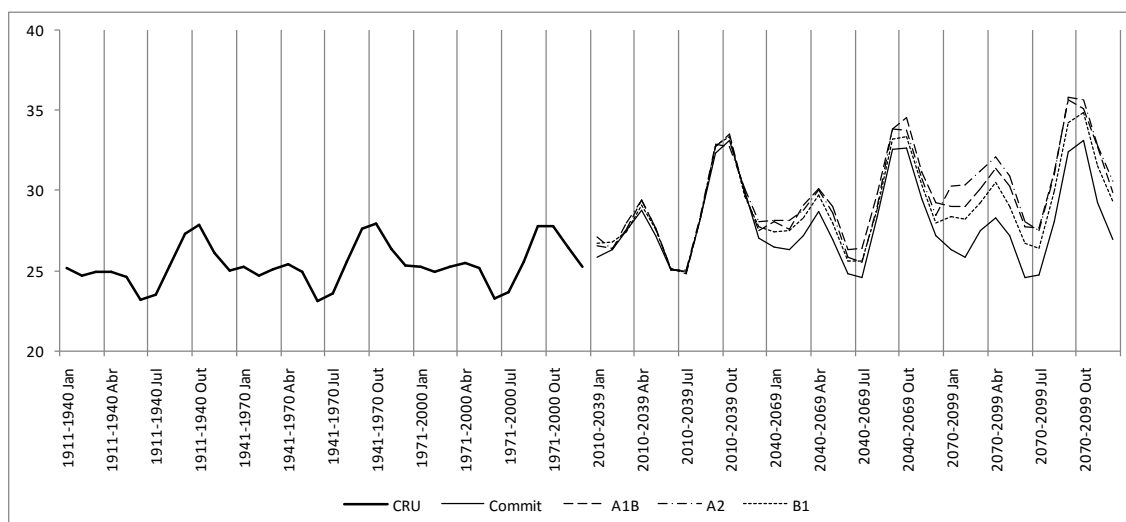
## 6. Análise das tendências climáticas e implicações no abastecimento público de água na Província da Huíla

No presente capítulo apresentam-se as tendências climáticas, até 2099, de temperatura e de precipitação; a relação precipitação atmosférica - escoamento superficial - nível freático na cidade do Lubango no ano hidrológico que vai de Julho de 2014 a Julho de 2015; a situação actual de abastecimento público de água; e as condicionantes hidroclimatológicas do abastecimento futuro.

### 6.1. Tendências climáticas (T e P)

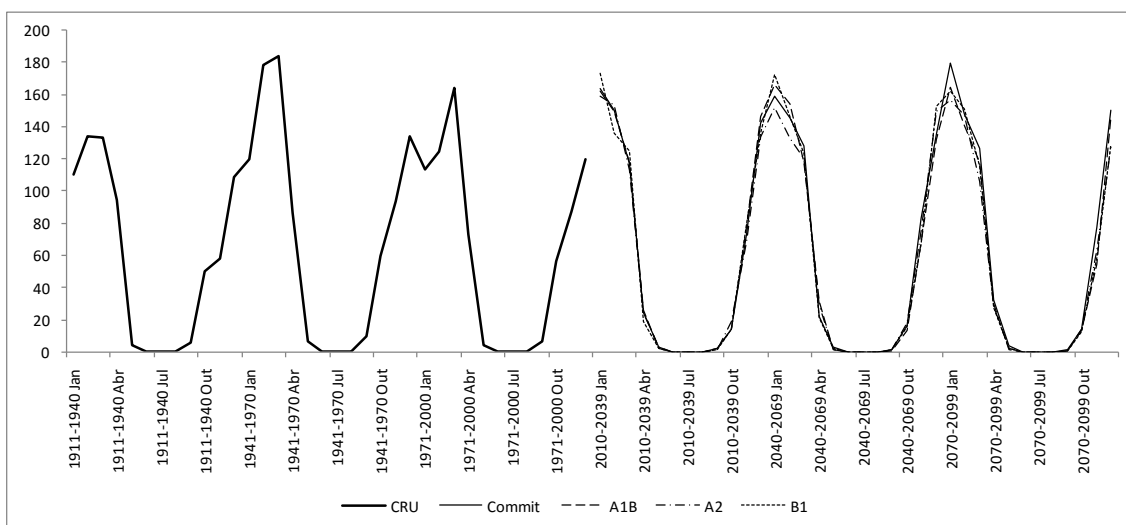
Com base nos elementos expressos nos Capítulos 4 é possível apresentar as seguintes conclusões relativamente às tendências climáticas (temperatura e precipitação atmosférica) na província da Huíla:

- Relativamente à evolução da temperatura média mensal, regista-se uma subida progressiva, persistente, comparativamente com o percurso do presente e do passado, seja qual for o cenário considerado. Esta tendência é contínua até 2099 conforme o expresso na figura 6.1.



**Figura 6.1 - Gráfico com a evolução das médias mensais das temperaturas máximas diurnas (°C) no período de (1911-2010) e projectada para as próximas décadas (até 2099) na província da Huíla.**

Em termos de precipitação atmosférica mensal não se verifica tendência nítida para alteração do regime de precipitação seja qual for o cenário considerado até 2099 conforme a figura 6.2.

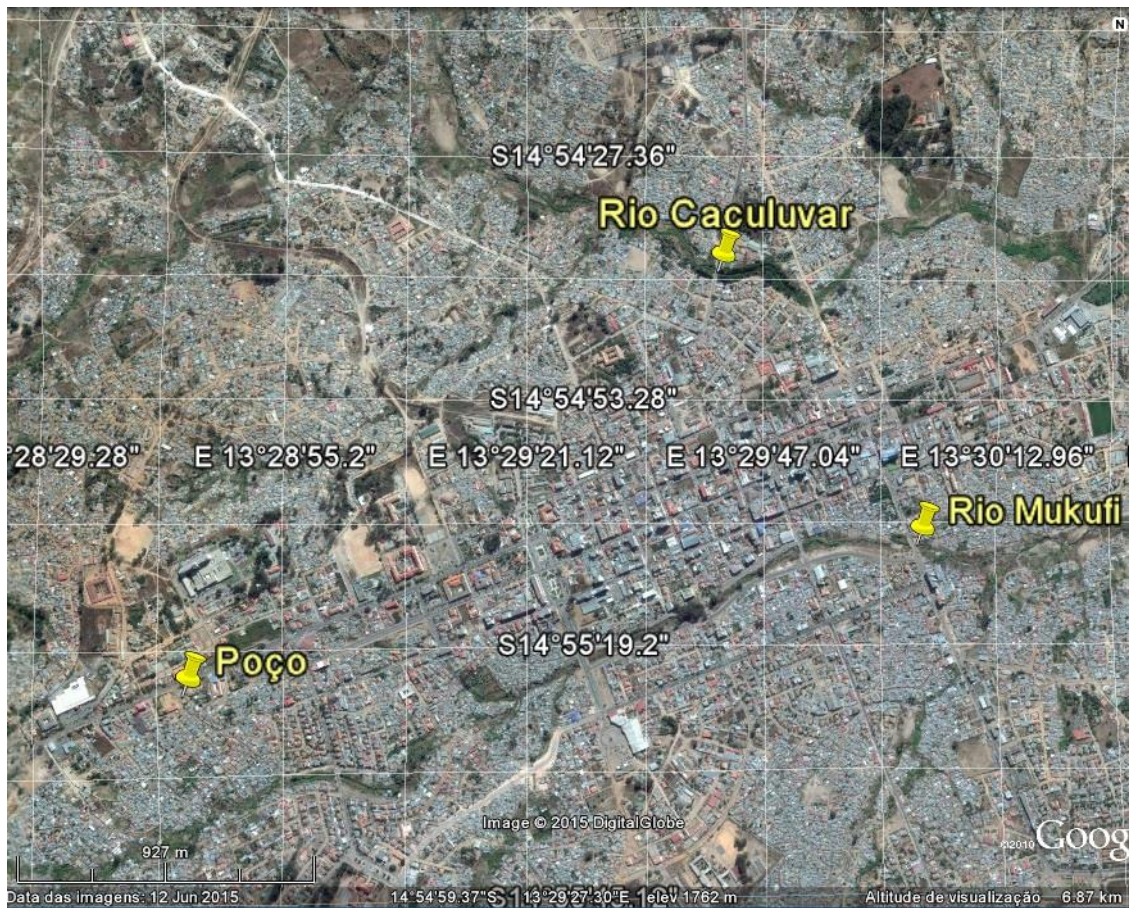


**Figura 6.2- Gráfico com a evolução das precipitações acumuladas mensais (mm) no período de (1911-2010) e projectada para as próximas décadas (até 2099) na província da Huíla.**

## **6.2. Relação precipitação atmosférica - escoamento superficial - nível freático na cidade do Lubango**

No sentido de se complementar e confirmar a abordagem plurianual da evolução de P e de T, anteriormente apresentada, registou-se o percurso mensal dos volumes de três massas de água naturais ocorrentes na Cidade do Lubango (próximas da zona de residência da autora), nomeadamente (Fig. 6.3 e 6.4):

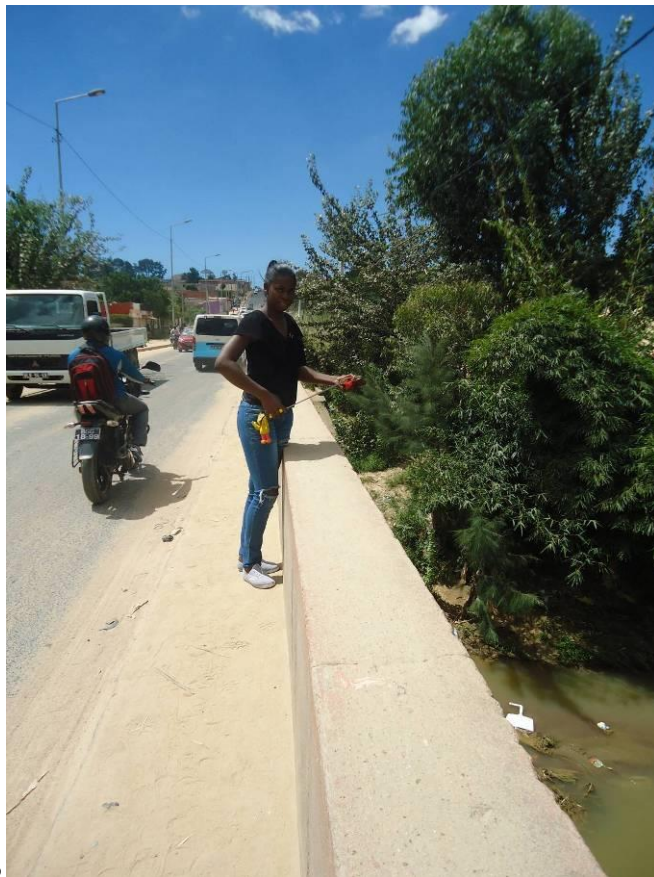
- Rio Caculuvar (afluente do rio Cunene, é o principal curso de água que percorre a cidade do Lubango; o ponto cotado situa-se no bairro da Minhota);
- Rio Mukufi (curso de água mais próximo da residência da autora, o ponto em referência situa-se na Avenida dos Laureanos);
- Poço particular (junto a casa de familiares, situado no bairro do Bispado).



**Figura 6.3 – Localização em imagem *Google Earth* dos pontos de medição da profundidade do nível da água.**



A



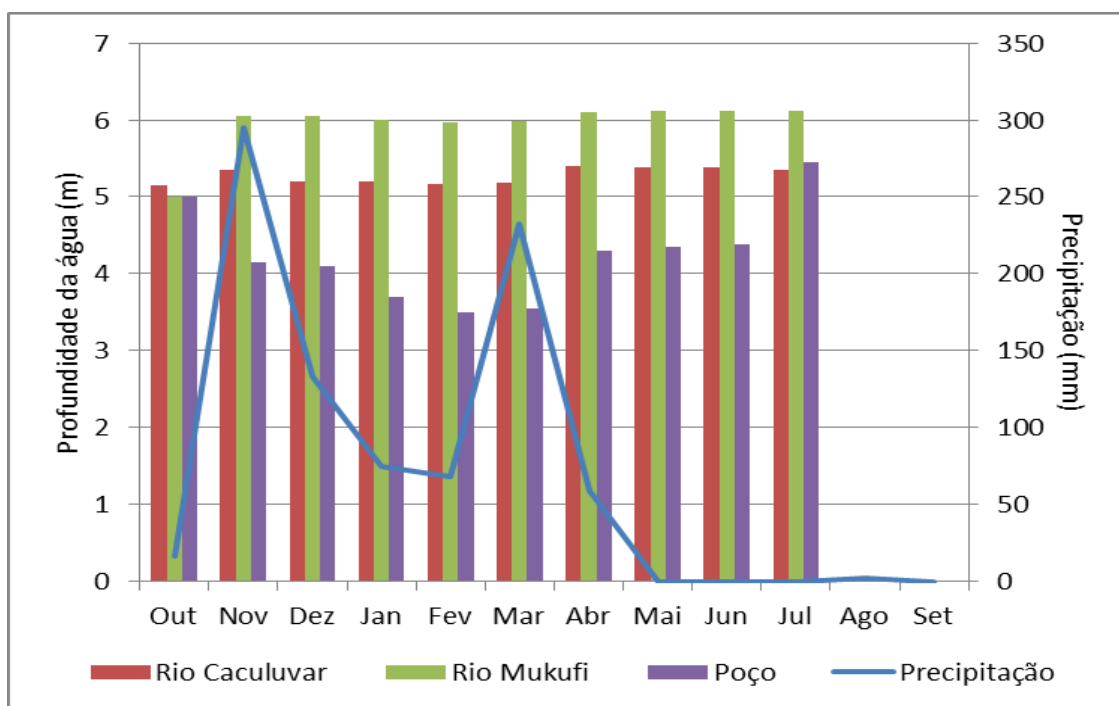
B

**Figura 6.4 – Aspectos dos pontos de medição: A-poço e B-rio Caculuar.**

Na Tabela 6.1 e na Figura 6.5 apresentam-se os resultados obtidos.

**Tabela 6.1 – Resultados da precipitação mensal acumulada e da medição da variação da profundidade da água.**

			Rio Caculuar	Rio Mukufi	Poço
Ano	Mês	Precipitação acumulada (mm) Lubango (Campus ISPT)	Profundidade da água		
		(mm)	(m)	(m)	(m)
2014	Out	16,41	5,15	5,00	5,00
	Nov	295,20	5,35	6,05	4,15
	Dez	132,99	5,20	6,05	4,10
2015	Jan	75,01	5,20	6,00	3,70
	Fev	67,79	5,17	5,96	3,50
	Mar	232,21	5,18	5,99	3,55
	Abr	59,00	5,40	6,10	4,30
	Mai	0,00	5,39	6,12	4,35
	Jun	0,00	5,38	6,11	4,38
	Jul	0,00	5,35	6,12	5,45



**Figura 6.5 – Gráfico que expressa a relação entre a evolução da precipitação mensal e a variação da profundidade da água e da durante o período out-2014 e jul-2015.**

Os resultados expressam que a precipitação e a profundidade da água no poço têm variações importantes ao longo do ano; contrariamente, o volume de água nos rios é relativamente constante ao longo do ano. Assim, não é possível estabelecer uma ligação directa entre a variação da pluviosidade e a variação do caudal nos rios neste período e medições.



No entanto, relativamente à variação do nível da água no poço, ocorre uma relação com a evolução da precipitação: o ponto mais alto do nível freático ocorre com um atraso de cerca de oito meses relativamente ao primeiro pico de precipitação e de cerca de 4 meses relativamente ao segundo pico.

Os elementos acima apresentados apontam para um maior condicionamento da evolução da precipitação atmosférica sobre as massas de água subterrânea, neste caso sobre o aquífero freático, do que sobre as massas de água superficiais (rios perenes).

As conclusões acima expressas reportam-se a apenas um curto período. Contudo, sugerem que a evolução futura no sentido da diminuição da precipitação atmosférica anual possa afetar com maior intensidade as massas de água subterrâneas.

### **6.3. O abastecimento público de água**

#### **6.3.1. Abastecimento actual**

A Província da Huíla apresenta consideráveis assimetrias na distribuição geográfica das massas de água naturais, superficiais e subterrâneas. Assim, as fontes e as estruturas do abastecimento público de água são muito diversificadas.

De acordo com os dados provisórios do Censo - 2014, 70% da população da Província da Huíla, estimada em dois milhões, 354 mil e 398 habitantes, já consome água potável, fruto de vários programas implementado pelo governo, com maior incidência para o "Água para todos" (Angop, 2015).

No Município do Lubango – maior aglomerado populacional da Província – o abastecimento é feito maioritariamente a partir da exploração de águas subterrâneas através de furos e poços (cacimbas). É complementado com a captação de massas de água superficiais: barragem da Tundavala e rios principais com regime perene.

Nos restantes domínios provinciais, como os municípios da Humpata, Cacula, Caconda, Chipindo, Matala, Quipungo, Jamba, Chicomba, Quilengues, Gambos, Chibia, Kaluquembe e Cuvango, o abastecimento assenta

maioritariamente na captação de massas de água subterrâneas, principalmente furos.

Nos domínios rurais, as principais fontes de água são poços (cacimbas), as linhas de águas perenes e nascentes,

O sector público de abastecimento de água inclui:

- Abastecimento urbano
- Abastecimento Periurbano
- Abastecimento Rural

Os usos, consumos e necessidades de água urbana englobam a população, comércio, serviços e indústria ligada a rede pública.

A captação de água para fins de abastecimento urbano é realizada por um conjunto diversificado de entidades. Todavia um número bastante elevado de utilizadores individuais recorre ainda a quase exclusivamente as captações / pontos de água própria.

Os sistemas de abastecimento água funcionam, em geral, de forma precária com tarifas baixas (e dependência do orçamento geral do estado) criando grandes dificuldades na operação e manutenção dos sistemas.

As redes de água cobrem normalmente apenas as zonas centrais das cidades, com as zonas periféricas sem nenhum tipo de abastecimento ou com abastecimento precário.

A produção de água tratada não é usualmente suficiente para colocar em carga o sistema existente, pois as redes de água são velhas e com muitas fugas.

As redes de drenagem de águas residuais existentes apresentam de um modo geral algumas deficiências (Vieira, 2013).

### **6.3.2. Condicionantes hidroclimatológicas e abastecimento futuro**

Como no passado que a garantia de água era tida como uma certeza, actualmente pode-se dizer que não perspectivam-se cenários de escassez que assumam uma dimensão preocupante, pois as alterações climáticas quase não poderão modificar os padrões de pluviosidade ao ponto de reduzir a água potável disponível. O que pode acontecer é o consumo excessivo resultantes

dos hábitos consumistas e do aumento populacional ocasionar agressões, que depois se reflectem na integridade ecológica do meio hídrico.

No caso particular da Província da Huíla, as tendências projetadas para a evolução da temperatura e da precipitação atmosférica apontam é previsível que o condicionamento das reservas aquíferas ocorra a médio - longo prazo, enquanto que os efeitos sobre as massas de água superficiais - rios e lagos - tenha um carácter menos vincado, mas mais imediato.

Neste cenário, e considerando que o abastecimento público de água nesta Província baseia-se fundamentalmente em furos e na captação de massas de água subterrâneas, prevê-se a ocorrência de dificuldades neste domínio, implicando a reestruturação das estruturas e das fontes de água para consumo humano.



## **7. Conclusões e recomendações**

Após os estudos e os resultados expressos nos capítulos anteriores, nomeadamente a previsão da ocorrência de importantes alterações no regime da precipitação atmosférica e na temperatura, conclui-se que as alterações climáticas podem causar sérios impactos às populações principalmente ao que diz respeito ao abastecimento de água, tais como:

- a diminuição da disponibilidade hídrica;
- a redução da produção agrícola para maioria dos cenários estudados;
- um aumento do número de pessoas sujeitas a doenças veiculadas pela água (por exemplo, cólera, malária);
- um aumento generalizado de risco de inundações para a população devido ao aumento da intensidade da precipitação.

Assim, recomendam-se as seguintes atividades no sentido de prevenir dificuldades no abastecimento público de água na Província da Huíla:

- A água é um recurso básico, qualitativamente e quantitativamente vulnerável, um bem e, por vezes um mal, comum a todos os povos, por isso, merece maior atenção e deve figurar como recurso económico prioritário;
- Desenvolver programas e projectos para mitigar os efeitos das alterações climáticas;
- Planear e implementar potenciais medidas mitigadoras em associação com as acções existentes de gerenciamento dos recursos hídricos.
- Fomentar a utilização dos recursos hídricos de forma sustentável, devido a reduzida disponibilidade de água nos grandes centros urbanos e suburbanos;
- Deve-se melhor conhecer e entender os impactos potenciais das alterações climáticas sobre os recursos hídricos e posterior abastecimento de água a população.

- Promover o desenvolvimento de estudos hidrológicos, hidrogeológicos e hidroquímicos para: (1) conhecer os sistemas aquíferos e (2) determinar o risco de poluição de águas subterrâneas;
- Desenvolvimento de campanhas didácticas para a economia de água visando a compreensão da população, não só pelo seu valor económico, mas também pelo seu valor ambiental;
- Utilização de sistemas de irrigação com bombas automáticas, programadas para o uso da quantidade certa de água no tempo certo; descargas automáticas, torneiras com sensor, também são soluções para um mesmo problema, o desperdício; os custos de implementação destes equipamentos valem a economia de água que será feita;
- Promover a formação de quadros para estudo e implementação de projectos típicos do meio rural, onde se espera uma tendência tradicional de crescimento populacional, na base de produção agrícola de auto-sustento através do uso racional da água.
- Recomenda-se a necessidade do poder público, seja através da Administração Municipal ou de estruturas responsáveis pela preservação Ambiental, exigir, com cobertura legislativa, que os usuários dos recursos naturais da Bacia hidrográfica do Cunene preservem os locais das Áreas de Protecção Permanente ainda existentes e recuperem as áreas degradadas.
- Controlar as perdas de água por vazamento ou desperdício; deve constituir preocupação para as entidades superiores.
- Recomenda-se a criação de novas legislações de protecção e exploração sustentada dos recursos hídricos, como referidas em Baptista (2010):
  - Lei da Água, estabelecendo as bases e o quadro institucional para a gestão sustentável das águas;
  - Legislação estabelecendo as normas e critérios objectivos, sobre a qualidade com finalidade de proteger os recursos hídricos e melhorar a qualidade das águas em função dos seus principais usos, nomeadamente da qualidade da água destinada ao consumo humano.

- Legislação definindo os perímetros de protecção para captações de águas subterrâneas e de águas superficiais destinadas ao abastecimento público;
- Legislação sobre os processos de pesquisa, captação e montagem de equipamentos de extracção de água subterrânea;
- Legislação sobre a classificação das massas de água (águas de domínio público, águas minerais e mineroindustriais, dentre outros);
- Legislação sobre a titularidade dos recursos hídricos.

De uma forma geral, é necessário mais empenho e responsabilidade na hora de se proteger, preservar e desenvolver a exploração sustentada das massas de água naturais e, em particular, dos aquíferos, e contribuir para uma correcta política de ambiente.





## 8. Referências bibliográficas

- ALEXANDER, L.V. e Jones, P.D. (2001) - Updated precipitation series for the U.K. and discussion of recent extremes. *Atmospheric Science Letters* doi:10.1006/asle.2001.0025.
- AIP (2010) - Estudo de Mercado sobre a Província da Huíla. [http://portugalcolombia.com/media/EstudodeMercado\\_AIP\\_Huila.pdf](http://portugalcolombia.com/media/EstudodeMercado_AIP_Huila.pdf) [Consultado em 2015.09.03]
- ANGOP (2015) - Angola Press. Angop Huíla. [http://www.portalangop.co.ao/angola/pt\\_pt/noticias/provincias/huila.html](http://www.portalangop.co.ao/angola/pt_pt/noticias/provincias/huila.html) [Consultado em 2015.05.09]
- BAPTISTA, E. (2010) - Caracterização Hidrogeológica e Medidas de Protecção das Captações da Bombagem e da Tundavala, Lubango, Angola.
- CARVALHO, H. & ALVES, P. (1993) - The Precambrian of SW Angola and NW Namibia. *Comunicações do Instituto de Investigação Científica e Tropical, série de Ciências da Terra*, 4, 38 p.
- CASTRO, B. M. (2012) - *Caracterização hidrogeológica e usos da água da Nascente da Nossa Senhora de Monte, Lubango, Angola*. Tese de Mestrado, Univ. Coimbra.
- CEP (2002) - Actualização do perfil ambiental de Angola. Framework Contract EUROPEAID/1198860/C/SV/MULTI – Lot No 6: Environment. Specific Contract No 116363, 95pp.
- CORTEZ, H. (2004) - *Aquecimento Global e Água*. Série Consciência e Meio Ambiente.
- CRU (2015) - *University of East Anglia Climate Research Unit*, high resolution climate data, version 2.1, [http://www.ipcc-data.org/observ/clim/cru\\_ts2\\_1.html](http://www.ipcc-data.org/observ/clim/cru_ts2_1.html) [Consultado em 2015.04.10]
- DINIZ, A. C. (1973) - *Características Mesológicas de Angola*. M.I.I.A, Nova Lisboa.
- DINIZ, A. C. (2006) - *Características Mesológicas de Angola*. IPAD, Lisboa.
- FAS (2015) - Fundo de Apoio Social. <http://www.fas-angola.org/provincia/fas-huila>.
- FMA (2003) - Íntegra da Declaração Ministerial, aprovada no Fórum Mundial da Água, no dia 23 de março de 2003, em Kyoto, no Japão. <http://www.projetoagua.dape.net/kiotobiologia.htm> [consultado em 2015.05.01]
- FOTOGRAFIAS (2015) - Portal Fotografias, Viagens – Fotos - Informações, [http://www.voyagesphotosmanu.com/clima\\_da\\_africa.html](http://www.voyagesphotosmanu.com/clima_da_africa.html) [consultado em 2015.09.05]
- GALOPIM A. M. (2011) - *Dicionário de Geologia*. Ancora Editora.

- GOVERNO PROVINCIAL DA HUÍLA (2008). Declaração de Lubango proferida no 1º Workshop provincial de saneamento e higiene, 21 de Abril 2008, Lubango.
- INE (2014) - Portal do Instituto Nacional de Estatística, <http://www.ine.gov.ao/> [Consultado em 2014.10.16]
- IPCC (2015) - Intergovernmental Panel for Climate Change Data Distribution Centre. <http://www.ipcc-data.org/> [Consultado em 2015.02.20]
- IPCC (2015) - *Intergovernmental Panel on Climate Change* – <http://www.ipcc-data.org/> [Consultado em 2015. 04.30].
- JACINTO M.M.P.L. (2012) - *A Problemática de Água em Angola (1975-2010)*. Tese de mestrado, FCSH.
- JORNAL DE ANGOLA ONLINE (2015) - [http://jornaldeangola.sapo.ao/regioes/huila/plano\\_contempla\\_milhares\\_de\\_familias\\_do\\_lubango](http://jornaldeangola.sapo.ao/regioes/huila/plano_contempla_milhares_de_familias_do_lubango) [Consultado em 2015. 09.06, 13h12 min].
- LUBANGO (2015) - *Portal Lubango*, <http://lubango.no.sapo.pt/html/lubango.html> [Consultado a 2014.10.16].
- MANLEY, G. (1953) - The mean temperature of Central England, 1698 to 1952. *Q.J.R. Meteorol. Soc.*, Vol 79, pp 242-261.
- MANLEY, G. (1974) - Central England Temperatures: monthly means 1659 to 1973. *Q.J.R. Meteorol. Soc.*, Vol 100, pp 389-405.
- MAPATLAS (2015) - <http://mapatlas.org/>. [Consultado em 2015.05.05]
- MARENGO, J., NOBRE, C. A. (2001) - The Hydroclimatological framework in Amazonia. In *Biogeochemistry of Amazonia*, Richey, J., McClaine, M., Victoria, R., Eds., pp. 17-42.
- MARENGO, J. A. (2006) - *Mudanças Climáticas Globais e seus Efeitos sobre a Biodiversidade*. Estação Gráfica, Brasília DF.
- MARENGO, J.A. (2008) - Agua e mudanças climáticas. *Estudos Avançados*, 22, 63, 83-96.
- MEDEIROS, C.A. 1976 - A colonização das terras altas da Huíla (Angola). Estudo de Geografia Humana, Lisboa Portugal.Pp.634
- MOHC - Met Office Hadley Centre (2015) - Central England Temperature Data. <http://www.metoffice.gov.uk/hadobs/hadcet/data/download.html>. [Consultado em 2015.04.30]
- MOHC - Met Office Hadley Centre (2015b) - UK regional precipitation series. <http://www.metoffice.gov.uk/hadobs/hadukp/data/download.html>[Consultado em 2015.04.30]
- NAKICENOVIC, N., ALCAMO, J., DAVIS, G., e 25 outros (2000). Special Report on Emissions Scenarios: A Special Report of Working Group III of

- the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge, U.K., 599 pp. Disponível *online* em <http://www.grida.no/climate/ipcc/emission/index.htm>
- PARKER, D.E., T.P. Legg, e C.K. Folland (1992) - A new daily Central England Temperature Series, 1772-1991. *Int. J. Clim.*, Vol 12, pp 317-342
- PEEL, M. C. and Finlayson, B. L. e McMahon, T. A. (2007) - Updated world map of the Köppen–Geiger climate classification. *Hydrol. Earth Syst. Sci.* 11: 1633–1644. doi:10.5194/hess-11-1633-2007. ISSN 1027-5606.
- PEREIRA, E. (coord.) (2010) - Angola. *In Geologia das Ilhas dos Arquipélagos dos Açores e da Madeira e Geologia das Antigas Colónias*. Neiva, J. M. C., Ribeiro, A. Mendes-Victor, L., Noronha, F. e Magalhães Ramalho, M. (Eds.), *Ciências Geológicas: Ensino, Investigação e sua História*.
- PEREIRA E., RODRIGUES J.F., TASSINARI C.C.G. e VAN-DÚNEN M.V. (2013) - *Geologia da região de Lubango, SW de Angola*. Evolução no contexto do cratão do Congo. Artes Gráficas.
- PEREVALOV, O. V., VOINOVSKY, A. S., TSELILOVSKY, A. F., AGUESOV, Y. L., PLOSKOI, F. R., KHODIREV, V. L. e KONDRATIEV, A. I. (1992) - *Geologia de Angola: Notícia Explicativa da Carta Geológica 1:1000000*, Serviço Geológico de Angola, Luanda.
- PHILLIPS, N. A. (1956) - The general circulation of the atmosphere: a numerical experiment. *Quart. Jour. Royal Met. Soc.* 82 (352): 123–154.
- PDM (2004) - Plano Director Municipal do Lubango 2003-2020. Estudos de Caracterizacao e Diagnóstico\_Caracterizacao Economica, vol.5/10. Julho de 2014.
- PDM (2004) - Plano Director Municipal do Lubango 2003-2020. Estudos de Caracterizacao e Diagnóstico\_Enquadramento Biofísico, vol.3/10. Julho de 2014.
- PNEA (2013) - Programa Nacional Estratégico para a Água 2013-2017. Decreto Presidencial nº 9/13, Angola.
- REGAA 2006 - *Relatorio do Estado Geral do Ambiente em Angola*, Programa de Investimento Ambiental 2006. Ministerio do Urbanismo e Ambiente. Gverno de Angola.
- SABINO, M.C. (2007) - *Geografia 8, Livro do Aluno*. Plural Ed.
- SADALMELIK (2007) - Topographic map of Angola. [https://en.wikipedia.org/wiki/Angola#/media/File:Angola\\_Topography.png](https://en.wikipedia.org/wiki/Angola#/media/File:Angola_Topography.png) [Consultado a 2015.09.08].
- SANTOS, N. e CUNHA, L. (2011) - *Triunfos de uma Geografia Activa*, Imprensa da Univ. Coimbra.
- SOMA, E.T (2013) - *Lições de Meteorologia e Climatologia*. Regrapapiro.

- UOL (2015) - Portal de Educação, <http://educacao.uol.com.br/disciplinas/geografia/africa---geografia-fisica-espaco-natural-relevo-hidrografia-clima-e-vegetacao.ht> [Consultado a 2015.09.05].
- VIEIRA M. C. (2014) - Oportunidades de Negócio nos Mercados de Moçambique, Angola e Brasil para as Empresas Portuguesas do Setor da Água. Apresentação na ETA de Morgavel, Sines – 18 de Marco de 2014.
- VON SPERLING, E. (2006) - Afinal, Quanta Água Temos no Planeta? *Rev. Bras. Rec. Hídricos*, 11, 4, 189-199.
- WIKIPEDIA, 2015 - <https://pt.wikipedia.org> [Consultado em 2015.09.23]
- WORLDATLAS (2015) - <http://www.worldatlas.com> [Consultado em 2015.05.05]
- ZERQUERA, J. (2010) - *O Género Humano e o Ambiente*. Ed. Reforma Educativa, Luanda.