



Organização das Nações Unidas  
para a Alimentação  
e a Agricultura

**MANUAL SOBRE  
INFORMAÇÃO CLIMÁTICA PARA  
COMUNIDADES AGRÍCOLAS  
O QUE OS AGRICULTORES PRECISAM  
E O QUE ESTÁ DISPONÍVEL**



**MANUAL SOBRE  
INFORMAÇÃO CLIMÁTICA PARA  
COMUNIDADES AGRÍCOLAS**  
O QUE OS AGRICULTORES PRECISAM  
E O QUE ESTÁ DISPONÍVEL

---

Citação obrigatória:

FAO. 2021. *Manual sobre informação climática para comunidades agrícolas - O que os agricultores precisam e o que está disponível*. Roma.

As designações usadas e a apresentação do material neste produto de informação não implicam a expressão de qualquer opinião por parte da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO) sobre o status legal, ou de desenvolvimento de qualquer país, território, cidade, área, ou sobre suas autoridades competentes, ou relativas à delimitação de suas fronteiras ou limites. Linhas pontilhadas nos mapas representam fronteiras aproximadas para as quais podem não ter ainda se chegado a um acordo completo. A menção de empresas específicas ou produtos de fabricantes que tenham sido ou não patenteados, não implica que estas tenham o endosso, ou recomendação da FAO, em detrimento de outras de natureza similar que não tenham sido mencionadas.

As opiniões expressas neste produto de informação são de responsabilidade de seu(s) autor(es) e não são necessariamente as opiniões ou políticas da FAO).

ISBN 978-92-5-133663-2

© FAO, 2019 (Edição inglesa)

© FAO, 2021



Alguns direitos reservados. Este trabalho é oferecido sob a licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-Compartilhável 3.0 IGO (CC BY-NC-SA 3.0 IGO; <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/igo/legalcode>).

De acordo com os termos desta licença, este trabalho poderá ser copiado, redistribuído e adaptado para fins não comerciais, desde que o trabalho seja devidamente citado. Em qualquer uso do trabalho, não deverá haver qualquer sugestão de que a FAO endosse qualquer organização, produto ou serviço específico. Não é permitido o uso do logotipo da FAO. Se o trabalho for adaptado, o mesmo deverá estar sob a mesma licença, ou outra equivalente da Creative Commons. Se o trabalho for traduzido, a tradução deverá incluir, juntamente com a citação obrigatória, o seguinte aviso: "Esta tradução não foi realizada pela Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO). A FAO não é responsável pelo conteúdo ou fidelidade da tradução. A versão [na Língua] original será a versão oficial.

Os litígios decorrentes da licença e não resolvidos amigavelmente serão solucionados por mediação e arbitragem, de acordo com o Artigo 8 da licença, salvo disposições em contrário expressas neste documento. As regras de mediação a serem aplicadas serão as da Organização Mundial da Propriedade Intelectual <http://www.wipo.int/amc/en/mediation/rules> e qualquer arbitragem deverá estar em conformidade com as Regras de Arbitragem da Comissão das Nações Unidas para o Direito Comercial Internacional (UNCITRAL).

**Materiais de terceiros.** Os usuários que reutilizem os materiais deste trabalho que tenham sido atribuídos a terceiros, tais como tabelas, ilustrações ou imagens, serão os responsáveis em determinar se uma autorização para tal reutilização é necessária e em obter a autorização do detentor dos direitos autorais. As possíveis demandas resultantes da violação de qualquer parte do trabalho que pertença a terceiros serão responsabilidade exclusiva do usuário.

**Vendas, direitos e licenciamento.** Os produtos de informação da FAO encontram-se no site da FAO ([www.fao.org/publications](http://www.fao.org/publications)). Podem ser adquiridos em: [publications-sales@fao.org](mailto:publications-sales@fao.org). Pedidos para uso comercial devem ser encaminhados para: [www.fao.org/contact-us/licence-request](http://www.fao.org/contact-us/licence-request). Envie consultas sobre direitos e licenciamento para: [copyright@fao.org](mailto:copyright@fao.org)

Fronteira final entre Sudão e Sudão do Sul ainda não foi determinada.

O status final da área de Abyei ainda não foi determinado.

Alguns mapas originais foram revisados para se adequarem ao mapa geoespacial das Nações Unidas.

Fotografia da capa: ©Tom Hauk

# ÍNDICE

Prefácio .....	vii
Agradecimentos.....	x
Acrónimos.....	xi

## CAPÍTULO 1

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	1
• 1.1 Tendências socioeconômicas e desafios ambientais.....	2
• 1.2 Clima e agricultura.....	2
• 1.3 Produtos e serviços de informação climática exigidos pela agricultura.....	4
• 1.4 Lacunas de informação.....	6

## CAPÍTULO 2

<b>TEMPO E CLIMA</b> .....	7
• 2.1 Definições básicas.....	8
• 2.2 Principal fonte de informação meteorológica e climática .....	8
• 2.3 Área de representatividade das observações meteorológicas.....	11
• 2.4 Previsões meteorológicas e climáticas .....	13
2.4.1 Previsão meteorológica.....	18
2.4.1.1 Previsão meteorológica de curto prazo .....	18
2.4.1.2 Previsão meteorológica de médio prazo.....	20
2.4.1.3 Previsão climática sazonal .....	22
2.4.1.4 Projeções de alterações climáticas .....	34
• 2.5 Produtos de dados relacionados com o clima .....	38
2.5.1 Dados climáticos .....	39
2.5.1.1 Dados climáticos pontuais .....	40
2.5.1.2 Dados climáticos em grelha.....	41
2.5.2 Interpolação espacial .....	41
2.5.3 Formatos de dados digitais .....	43

**CAPÍTULO 3**

<b>PRODUTOS DA AGROMETEOROLOGIA</b> .....	45
• 3.1 Agrometeorologia .....	46
• 3.2 Parâmetros de precipitação e da estação de cultivo relevantes para a agricultura .....	47
• 3.3 Análise agrometeorológica .....	47
• 3.4 Zonamento agroecológico .....	49
• 3.5 Sistemas de exploração agrícola .....	51
• 3.6 Calendário agrícola e estação de crescimento das culturas .....	53
• 3.7 Monitorização agrometeorológica das culturas.....	57
• 3.8 Conselhos agrometeorológicos.....	61
• 3.9 Produtos baseados na deteção remota .....	63
3.9.1 FAO - GIEWS.....	64
3.9.2 USDA – Crop Explorer.....	64
3.9.3 Estimativa da precipitação por deteção remota .....	65

**CAPÍTULO 4**

<b>QUE TIPO DE INFORMAÇÃO CLIMÁTICA NECESSITAM OS AGRICULTORES</b> .....	67
• 4.1 Decisões fundamentais.....	68
• 4.2 Tomada de decisões com base em informações meteorológicas e climáticas.....	70
• 4.3 Serviços climáticos integrados participativos para a agricultura .....	75
• 4.4 Manual para o serviço comunitário de extensão agrometeorológica participativa .....	75

**CAPÍTULO 5**

<b>INFORMAÇÃO CLIMÁTICA E CONHECIMENTO LOCAL</b> .....	77
• 5.1 Conhecimento local.....	78
• 5.2 Conhecimento dos agricultores sobre informação climática .....	79
• 5.3 Incorporação do conhecimento dos agricultores nas ferramentas agrometeorológicas.....	80

**CAPÍTULO 6**

<b>DIVULGAÇÃO DAS INFORMAÇÕES CLIMÁTICAS AOS AGRICULTORES</b> .....	87
• 6.1 Princípios básicos .....	88
• 6.2 Escolas de campo de agricultores – Conceito .....	92
• 6.3 Escolas de campo sobre o clima.....	95

**CAPÍTULO 7**

**UMA ABORDAGEM INTEGRADA:  
AGRICULTURA DE RESPOSTA EM AGRICULTURA DE SEQUEIRO** .....99

- 7.1 Introdução..... 100
- 7.2 Conceito ..... 100
- 7.3 Metodologia..... 101
- 7.4 Início da estação das chuvas..... 102
- 7.5 Marco de precipitação ..... 103
- 7.6 Requisitos de dados ..... 108
- 7.7 Considerações práticas ..... 109
- 7.8 Fatores limitativos ..... 111

**CAPÍTULO 8**

**ABORDAGEM INTEGRADA MELHORADA:  
GESTÃO AGRÍCOLA ADAPTADA AO CLIMA** ..... 113

- 8.1 Introdução..... 114
- 8.2 Conceito ..... 114
- 8.3 Metodologia..... 115
- 8.4 Infraestrutura necessária ..... 117
- 8.5 Requisitos de dados ..... 119
  - 8.5.1 Registos climáticos ..... 120
  - 8.5.2 Padrões de risco climático ..... 120
  - 8.5.3 Modelos de simulação de culturas ..... 122
  - 8.5.4 Questionário para avaliar os indicadores tradicionais  
de previsão meteorológica ..... 122
  - 8.5.5 Integração de previsões meteorológicas baseadas na  
ciência e de previsões meteorológicas tradicionais ..... 126
  - 8.5.6 Utilização de aplicações para smartphones..... 127
  - 8.5.7 Resumo ..... 128
- Bibliografia ..... 130

**ANEXOS**

- **DADOS METEOROLÓGICOS E CLIMÁTICOS** ..... 140
- **MÉTODOS** ..... 142
- **FERRAMENTAS**..... 143
- **EQUIPAMENTOS**..... 168



## PREFÁCIO

As projeções climáticas futuras indicam que, além de outros impactos, poderia haver uma diminuição da segurança alimentar de um nível global para o nível local, especialmente nos países em desenvolvimento. Em África, a agricultura é responsável por 65 por cento do emprego e 35 por cento do *produto interno bruto* (PIB), mas os níveis de pobreza mantêm-se elevados nas áreas rurais, onde a maioria da população depende da agricultura.

No entanto, a produtividade agrícola em África permanece muito abaixo dos padrões do mundo desenvolvido. Mais de 90 por cento da agricultura depende da precipitação sem recurso a irrigação artificial. Apenas 5 por cento da terra cultivada em África dispõe de irrigação, ao passo que na Ásia 38 por cento da terra arável é irrigada. As técnicas utilizadas para cultivar o solo ainda estão muito aquém daquelas adotadas na Ásia e nas Américas, porque em África há falta de irrigação, fertilizantes, pesticidas e de acesso a sementes de alto rendimento.

A gestão e as condições ambientais são os principais fatores que determinam a disponibilidade de produtos agrícolas a nível local (exploração agrícola, aldeia). O ambiente engloba fatores biofísicos (clima, água, solo, pragas, terra disponível, etc.), enquanto a gestão envolve decisões tomadas pelos próprios agricultores. Da mesma forma, os impactos das alterações climáticas irão variar substancialmente em função das localizações concretas, bem como das diferenças na gestão e das condições ambientais. As alterações climáticas acrescentam complexidade ao desafio de satisfazer a procura de alimentos sujeitos a variabilidade climática mantendo, ao mesmo tempo, a sustentabilidade da agricultura. Estes desafios sublinham a importância da implementação de práticas agrícolas sustentáveis para garantir a segurança alimentar no futuro. A fim de melhorar a adaptação às alterações climáticas e a resiliência dos agricultores, essas práticas devem respeitar os princípios da Agroecologia. A Agroecologia é uma abordagem holística para a agricultura, através da qual o conhecimento tradicional acumulado pelos camponeses ao longo dos últimos séculos é combinado com o conhecimento científico recente. Um dos principais objetivos deste documento é servir como guia, colocando uma forte ênfase na combinação do conhecimento tradicional e científico.

Subsequentemente são necessárias novas abordagens e métodos para gerir as alterações climáticas e as incertezas a nível local. Além disso, fornecendo informações climáticas personalizadas a nível local, pode ser melhorada a segurança alimentar a nível dos agregados familiares, em especial nas comunidades de pequenos agricultores. As informações climáticas incluem diferentes tipos de previsões meteorológicas e produtos agrometeorológicos. A agrometeorologia tem o triplo objetivo de estudar os recursos agroclimáticos, avaliar o seu impacto (positivo e negativo) sobre a agricultura e utilizar estes conhecimentos para melhorar os rendimentos. Embora os progressos alcançados tenham facilitado a tarefa de recolha, tratamento, análise, interpretação e preparação das informações de dados climáticos, persiste até hoje o desafio de comunicar uma interpretação



precisa de informações que satisfaçam as necessidades dos utilizadores. Existe uma significativa lacuna entre os utilizadores sobre que informação está disponível, onde pode ser encontrada e como pode ser utilizada nas decisões de gestão agrícola. Outro objetivo principal deste guia é fornecer informações que colmatem esta lacuna.

Apesar dos rápidos avanços tecnológicos, a maior parte da informação agrometeorológica não chega aos pequenos agricultores com recursos limitados. A utilização eficaz das previsões meteorológicas e sazonais, bem como das recomendações agrometeorológicas, pode reduzir os riscos climáticos das comunidades agrícolas, fornecendo-lhes diretrizes bem adaptadas em matéria de gestão dos recursos agroclimáticos a nível local. Foram identificadas duas causas para esta lacuna de divulgação, em particular nos países em desenvolvimento. Em primeiro lugar, o serviço meteorológico não é descentralizado e, portanto, o trabalho com os funcionários da extensão agrária e com as comunidades agrícolas locais é muito limitado; por conseguinte, a integração das previsões meteorológicas e dos conhecimentos locais é ineficaz. Em segundo lugar, os dados agrometeorológicos devem ser recolhidos a nível local a fim de representar o ambiente agrícola de forma realista.

Na maioria dos países, a informação climática para os agricultores é divulgada através dos meios de comunicação social e o Serviço Nacional de Extensão presta assistência técnica. No entanto, a fim de responder à necessidade de desenvolver programas educativos para os agricultores, a FAO desenvolveu um programa designado Escolas de Campo de Agricultores (ECA) na Indonésia em 1989. O objetivo do programa era prestar apoio aos agricultores sobre a melhor forma de gerir os seus sistemas de produção de forma sustentável. A primeira ECA foi desenvolvida na Indonésia para educar os produtores de arroz sobre a redução das pragas do arroz, melhorando assim a gestão de todo o ecossistema através do aumento dos inimigos naturais, bem como a capacidade produtiva das plantas saudáveis. Posteriormente foram desenvolvidos novos programas de ECA em países africanos, tendo sido bem-sucedidos no aumento de espécies cultivadas, uma vez que os pastores africanos percorrem grandes distâncias à procura de pastos e são especialmente vulneráveis à insegurança alimentar e às alterações climáticas. Em muitos casos, os pastores não dispõem de programas educativos específicos, por conseguinte, a ECA adaptou o seu programa às necessidades pastoris, desenvolvendo Escolas de Campo Agropastoris (ECAP) especializadas. As ECAP focam-se na compreensão de que problemas locais complexos requerem conhecimentos e soluções locais. Os facilitadores das escolas de campo trabalham juntamente com os agricultores/pastores durante toda a estação de cultivo de forma participativa, introduzindo e experimentando novas práticas e variedades para aumentar a produtividade e a resiliência, com vista a melhorar os seus meios de subsistência.

O conteúdo deste guia tem duas vertentes: descrever os produtos meteorológicos e agroclimáticos mais importantes disponibilizados pelo Serviço Nacional de Agrometeorologia (SNA) e identificar as necessidades mais importantes dos agricultores em matéria de informação climática. Será prestada especial atenção aos conhecimentos locais utilizados pelos agricultores rurais, frequentemente negligenciados apesar de constituírem um fator fundamental na sua capacidade para lidar com a variabilidade e as alterações climáticas.

Um objetivo adicional deste guia é melhorar a comunicação entre os funcionários do SNA, nomeadamente meteorologistas e agrometeorologistas, e incentivar os formadores e facilitadores das ECAP a estarem mais conscientes da sua respetiva disponibilidade. Além disso, um dos propósitos mais importantes é o intercâmbio de informações agroclimáticas que atendam às necessidades de todos os interessados, facilitando assim a avaliação dos riscos climáticos existentes nas atividades agrícolas.

A integração da abordagem da Agricultura de Resposta em Agricultura de Sequeiro (AR) nas ECA é uma forma viável e eficaz de conciliar os produtos dos SNA com as necessidades dos agricultores. A AR é um método utilizado para identificar e quantificar a variabilidade da precipitação a nível local a fim de avaliar os riscos climáticos das comunidades agrícolas. A abordagem da Gestão Agrícola Adaptada ao Clima (GAAC) constitui uma versão aprimorada da AR que utiliza tecnologias modernas e digitais, tais como *software* específico para computador, estações meteorológicas automáticas, telecomunicações em tempo real e aplicações para *smartphones*. Esta abordagem pode ser implementada com um custo reduzido ao nível da exploração agrícola.

## AGRADECIMENTOS

Esta publicação foi preparada por Michele Bernardi, antigo Agrometeorologista Sênior da FAO, com a colaboração técnica de Eduardo Gelcer e Maurizio Bacci, Consultores Internacionais em Agrometeorologia, respetivamente no Projeto GCP/MOZ/112/LDF em Moçambique<sup>1</sup> e no Projeto GCP/ANG/050/LDF em Angola<sup>2</sup>. Outras contribuições foram prestadas por René Gommès, antigo Chefe do Grupo de Agrometeorologia da FAO.

Gostaríamos também de agradecer a revisão por pares realizada pelo Professor Rafael Battisti da Universidade Federal de Goiás (Brasil).

A supervisão de Caterina Batello, Chefe de Equipa da FAO (Abordagem Ecosistémica da Intensificação da Produção Agrícola) e de Abram J. Bicksler, oficial em agricultura e líder técnico dos projetos, é altamente apreciada, bem como o apoio financeiro dos projetos GCP/MOZ/112/LDF e GCP/ANG/050/LDF, juntamente com o apoio técnico do Sr. Pedro Simpson e do Sr. António Querido, Assesores Técnicos Principais da FAO. Esta publicação constitui um resultado concreto produzido no âmbito de ambos os projetos.

A versão portuguesa foi traduzida por José Tiago Almeida (FAO) e revista por Eduardo Gelcer, João Vintém (FAO), Pedro Simpson (FAO) e Isaías Raiva (Instituto Nacional de Meteorologia de Moçambique) e apoiado por "Studio Bartoleschi".

---

<sup>1</sup> Projeto GCP/MOZ/112/LDF "Reforço da capacidade dos produtores agrícolas para lidar com as mudanças climáticas de modo a aumentar a segurança alimentar através da metodologia da Escola na Machamba do Camponês".

<sup>2</sup> Projeto GCP/ANG/050/LDF - IRCEA "Integração da resiliência climática nos sistemas de produção agrícola e agro-pastoris através da gestão da fertilidade do solo em áreas-chave produtivas e vulneráveis utilizando a abordagem da Escola de Campo de Agricultores".

## ACRÓNIMOS

<b>AR</b>	Agricultura de Resposta em Agricultura de Sequeiro
<b>ECA*</b>	Escola de Campo de Agricultores
<b>ECAP</b>	Escola de Campo Agropastoril
<b>ECC</b>	Escola de Campo sobre o Clima
<b>EMA</b>	Estação Meteorológica Automática
<b>FAO</b>	Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura
<b>GAAC</b>	Gestão Agrícola Adaptada ao Clima
<b>GTS</b>	Sistema Global de Telecomunicações
<b>MCG</b>	Modelo de Circulação Geral da Atmosfera
<b>OMM</b>	Organização Mundial de Meteorologia
<b>PICSA</b>	Serviços Climáticos Integrados Participativos para a Agricultura
<b>RRA</b>	Avaliação Rural Rápida
<b>SIG</b>	Sistema de Informação Geográfica
<b>SNA</b>	Serviço Nacional de Agrometeorologia
<b>SNM</b>	Serviço Nacional de Meteorologia
<b>UNA</b>	Unidade Nacional de Agrometeorologia
<b>ZAE</b>	Zona Agroecológica

\* O termo “Escola de Campo de Agricultores” (ECA) é usado em Moçambique como “Escola na Machamba do Camponês” mas ambos fazem referência ao termo inglês “*Farmer Field School*” (FFS).





## **CAPÍTULO 1**

# **INTRODUÇÃO**

- **TENDÊNCIAS SOCIOECONÔMICAS E DESAFIOS AMBIENTAIS**
- **CLIMA E AGRICULTURA**
- **PRODUTOS E SERVIÇOS DE INFORMAÇÃO CLIMÁTICA EXIGIDOS PELA AGRICULTURA**
- **LACUNAS DE INFORMAÇÃO**

## 1.1 TENDÊNCIAS SOCIOECONÓMICAS E DESAFIOS AMBIENTAIS

---

Em 2050 a população mundial deverá alcançar 9.1 mil milhões de pessoas, o que representa um aumento de 34 por cento relativamente aos dias de hoje, ocorrendo a maior parte desse crescimento populacional nos países em desenvolvimento. A urbanização continuará a um ritmo acelerado e aproximadamente 70 por cento da população mundial será urbana (atualmente este número é de 49 por cento). Para alimentar esta população mais numerosa, mais urbana e mais rica, a produção alimentar (excluindo os alimentos utilizados para a produção de biocombustíveis) deverá aumentar 70 por cento. A produção anual de cereais teria de aumentar dos 2 100 milhões de toneladas atuais até cerca de 3 000 milhões, enquanto a produção anual de carne deveria aumentar mais de 200 milhões de toneladas e alcançar os 470 milhões (FAO, 2009a).

Estas tendências demográficas irão colocar uma enorme pressão sobre os sectores agrícola, florestal e pesqueiro para fornecer alimentos, rações e fibras, bem como rendimentos, emprego e serviços dos ecossistemas. Ao mesmo tempo, também se espera que esses sectores deem resposta ao desafio das alterações climáticas. O desafio é aumentar drasticamente a produção agrícola para garantir a segurança alimentar mundial, mantendo simultaneamente a base dos recursos naturais e respondendo ao desafio das alterações climáticas através de medidas de adaptação e mitigação (FAO, 2009b).

## 1.2 CLIMA E AGRICULTURA

---

A agricultura é uma atividade económica que produz alimentos necessários para a subsistência humana e é altamente dependente do tempo e do clima; no entanto, a agricultura também é tendencialmente muito vulnerável à variabilidade e à evolução do clima. A agricultura constitui o principal meio de subsistência de 70 por cento das pessoas pobres em todo o mundo, tratando-se muitos destes pobres e famintos de agricultores, pastores, pescadores e habitantes das florestas, bem como populações indígenas que vivem em áreas sensíveis e vulneráveis ao clima. Cerca de metade da população economicamente ativa nos países em desenvolvimento depende da agricultura para a sua subsistência.

Em África, a agricultura é responsável por 65 por cento do emprego e 35 por cento do produto interno bruto (PIB)<sup>3</sup>, mas os níveis de pobreza mantêm-se elevados nas áreas rurais, onde a maioria da população depende da agricultura para obter o seu sustento. No entanto, a produtividade agrícola em África permanece muito abaixo dos padrões do mundo desenvolvido. Mais de 90 por cento da agricultura depende da precipitação sem recurso a irrigação artificial. Apenas 5 por cento da terra cultivada em África dispõe de irrigação e a maioria dos agricultores depende da precipitação, ao

---

<sup>3</sup> <http://www.worldbank.org/en/results/2013/03/28/agriculture-development-in-west-africa-improving-productivity-through-research-and-extension>

passo que na Ásia 38 por cento da terra arável é irrigada<sup>4</sup>. As técnicas utilizadas para cultivar o solo ainda estão muito aquém daquelas adotadas na Ásia e nas Américas, porque em África há falta de irrigação, fertilizantes, pesticidas e de acesso a sementes de alto rendimento.

Os países em desenvolvimento, que representam 80 por cento da população mundial, contam com cerca de 500 milhões de pequenas explorações agrícolas que permitem a subsistência de aproximadamente 2 mil milhões de pessoas. Três em cada quatro pessoas pobres vivem em áreas rurais e a maioria depende da agricultura para a sua subsistência diária. A agricultura como atividade económica contribui tanto para o desenvolvimento como para a subsistência das pequenas explorações agrícolas.

A variabilidade climática e as alterações climáticas são as principais causas de stress na produção e disponibilidade de alimentos. Dependendo do nível de desenvolvimento, aproximadamente entre 20 por cento e 80 por cento da variabilidade interanual da produção se deve a alterações do clima, e 5 por cento a 10 por cento da produção agrícola nacional é perdida anualmente devido à variabilidade climática. As perdas crónicas e efeitos negativos indiretos, como doenças e pragas, excedem de longe os efeitos causados por eventos climáticos extremos, estatisticamente raros. Com efeito, de acordo com as estimativas, as perdas de produção devido a pragas, doenças e ervas daninhas são de 26 por cento a 30 por cento para a beterraba, cevada, soja, trigo e algodão, e de 35 por cento, 39 por cento e 40 por cento para milho, batata e arroz, respetivamente (Oerke, 2006). As perdas pós-colheita também são da mesma ordem de grandeza.

Ao mesmo tempo, o clima deve ser considerado como um “recurso” e não apenas como um perigo. Para que os recursos sejam utilizados de maneira sustentável, eles devem ser avaliados em termos quantitativos e geridos de maneira adequada. A radiação solar, a precipitação e a temperatura condicionam o potencial de produção primário e, juntamente com a nutrição mineral e a gestão, influenciam a produção alcançável. As informações científicas relativas ao clima, obtidas por meio de observações, dados e diagnósticos, podem ser utilizadas para ajudar os agricultores a planificar as suas atividades.

Os principais fatores que determinam a disponibilidade de produtos agrícolas a nível local (exploração agrícola, aldeia) são a gestão e as condições ambientais. O ambiente engloba fatores biofísicos (ou seja, condições meteorológicas, clima, água, solo, pragas, terra disponível, etc.), enquanto a gestão envolve decisões tomadas pelos próprios agricultores. As decisões de gestão são determinadas pela experiência na interação entre o meio ambiente, as características das culturas e dos animais, a tecnologia, os fatores económicos e o contexto institucional (incluindo questões aduaneiras, legislação governamental, etc.). No entanto, os fatores económicos desempenham um papel relativamente menor no caso dos agricultores de subsistência.

Através da utilização de informações e serviços climáticos para decisores, o sector da agricultura estará melhor posicionado para fornecer alimentos a uma população mundial crescente e cada vez mais urbana. A tecnologia utilizada para recolher e divulgar informações fiáveis sobre o clima melhorou consideravelmente, no entanto essas informações não refletem necessariamente as necessidades dos utilizadores. Por exemplo, embora tenham sido alcançados progressos significativos no campo das previsões climáticas sazonais, estas constituem principalmente produtos de escala

<sup>4</sup> <https://www.howwemadeitinafrica.com/agriculture-africa-potential-versus-reality>



global e não fornecem informações fiáveis à escala relevante para o utilizador. No ambiente atual em constante mudança, os agricultores precisam de serviços climáticos acessíveis e viáveis para gerir de maneira adequada os riscos climáticos e explorar os recursos do clima, de modo a aproveitar as condições meteorológicas favoráveis e a minimizar os problemas resultantes de condições meteorológicas desfavoráveis.

São ainda necessárias novas abordagens e métodos para gerir as incertezas a nível local, bem como para melhorar a segurança alimentar a nível dos agregados familiares, através do fornecimento de informações climáticas personalizadas às comunidades de pequenos agricultores.

## 1.3 PRODUTOS E SERVIÇOS DE INFORMAÇÃO CLIMÁTICA EXIGIDOS PELA AGRICULTURA

---

Os principais fatores que têm maior influência na produção agrícola e que precisam ser considerados são, em particular, aqueles que influenciam o crescimento e o desenvolvimento das culturas. Os dois elementos mais importantes são a temperatura e a disponibilidade de água; em ambas situações são comuns variações diárias e sazonais e as quantidades são determinantes consoante a zona e a época. As zonas agroclimáticas contribuem para o planeamento da agricultura à escala regional ou nacional e devem incluir adaptações que possam ser necessárias devido à variabilidade climática e às alterações climáticas<sup>5</sup>. Após o estabelecimento do sistema agrícola, existem atividades operacionais que também são influenciadas pelas condições meteorológicas e climáticas. Podem ser tomadas decisões relativas a essas práticas de gestão em resposta às condições meteorológicas para otimizar a produção ou para minimizar os riscos para os sistemas de produção agrícola. As informações climáticas são frequentemente utilizadas para planear a campanha agrícola e para tomar decisões estratégicas, tais como a escolha da cultura, a variedade, a data de plantio, e a necessidade total de água para irrigação, entre outros; as informações meteorológicas são utilizadas para a tomada de decisões operacionais, tais como a data exata de plantio em função do teor de água no solo, a necessidade de uma determinada aplicação, a antecipação da colheita (em caso de previsão de precipitação), e a gestão da irrigação, entre outros.

---

<sup>5</sup> A variabilidade climática refere-se a variações temporais e espaciais do clima em relação ao seu estado médio e a outras estatísticas (como por exemplo, desvio padrão, ocorrência de extremos, etc.) para além dos eventos individuais do tempo. A alteração climática refere-se a uma variação estatisticamente significativa, tanto no estado médio do clima como na sua variabilidade, persistindo por um período extenso (tipicamente décadas ou períodos superiores), observando-se alterações nos componentes do sistema climático (atmosfera, hidrosfera, criosfera, biosfera e litosfera). As alterações climáticas podem ser originadas por processos naturais internos do sistema climático ou forçamentos externos, ou por mudanças antropogénicas persistentes com influência na composição da atmosfera ou no uso da terra. Note-se que a Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Alterações Climáticas (UNFCCC), no seu Artigo 1 define “alteração climática” como “uma modificação no clima atribuível, direta ou indiretamente, à atividade humana que altera a composição da atmosfera global e que, conjugada com as variações climáticas naturais, é observada durante períodos de tempo comparáveis.” Portanto, a UNFCCC estabelece uma distinção entre “alteração climática” atribuível a atividades humanas que alteram a composição da atmosfera e “variabilidade climática” atribuível a causas naturais.

Os agricultores que cultivam a terra há muito tempo numa determinada área terão acumulado muito conhecimento tradicional sobre os efeitos do tempo e do clima nos sistemas de produção. Este conhecimento indígena pode ser utilizado conjuntamente com uma análise científica dos dados climáticos a longo prazo e com as previsões climáticas sazonais para facilitar a tomada de decisões sensíveis às condições meteorológicas relativamente aos sistemas de produção agrícola. A agricultura proporciona emprego em muitos sectores, nomeadamente educação, investigação, extensão, agroindústrias e transformação, mercadorias e comércio, infraestruturas, transportes e sector farmacêutico.

Os principais serviços climáticos em apoio ao sector agrícola são:

- » Previsão meteorológica;
- » Previsão climática sazonal;
- » Projeções relativas às alterações climáticas;
- » Avaliações estatísticas sobre a frequência futura de fenómenos meteorológicos e climáticos extremos;
- » Monitorização agrometeorológica das culturas;
- » Conselhos agrometeorológicos.

As redes de estações meteorológicas e agrometeorológicas são concebidas para observar os dados relativos aos fenómenos meteorológicos e biológicos, incluindo os danos causados nas culturas. O método de observação pode ser categorizado em duas classes fundamentais, observação manual e por meio de Estação Meteorológica Automática (EMA<sup>6</sup>), mas uma terceira fonte de dados meteorológicos trata-se da tecnologia de deteção remota por satélite. Os dados detetados remotamente e os sistemas das EMA fornecem, em muito aspetos, uma alternativa melhorada e muito viável à observação manual com um atraso muito curto entre a recolha e a transmissão dos dados.

Uma utilização eficaz das previsões meteorológicas, das previsões sazonais e dos conselhos agrometeorológicos pode reduzir os riscos climáticos das comunidades agrícolas e proporcionar-lhes orientações mais bem-adaptadas sobre a gestão dos recursos agroclimáticos a nível local.

Fica claro que as previsões meteorológicas constituem uma previsão do estado futuro do tempo e são prestadas em **tempo real** uma ou mais vezes por dia. A previsão climática sazonal fornece as probabilidades de precipitação e de temperatura para um período de três meses. Os produtos agrometeorológicos são elaborados **após o evento** no final do dia, do decêndio<sup>7</sup> e do mês.

<sup>6</sup> A EMA moderna é alimentada por baterias recarregáveis e um painel solar. Para a comunicação dos dados, existem várias opções. Estão equipadas com um cartão SIM (*Subscriber Identity Module*) e um contrato GPRS (*General Packet Radio Service*) com uma cobertura GSM (*Global System for Mobile Communications*) suficientemente boa na área. Todas as variáveis meteorológicas relevantes são permanentemente medidas pela EMA e automaticamente enviadas para um servidor centralizado de base de dados climáticos para posterior arquivamento e tratamento.

<sup>7</sup> Decêndio refere-se a um período de 10 dias num mês: 1º decêndio de 1 a 10, 2º decêndio de 11 a 20, 3º decêndio de 21 até ao final do mês (ou seja, 28, 29, 30 ou 31).

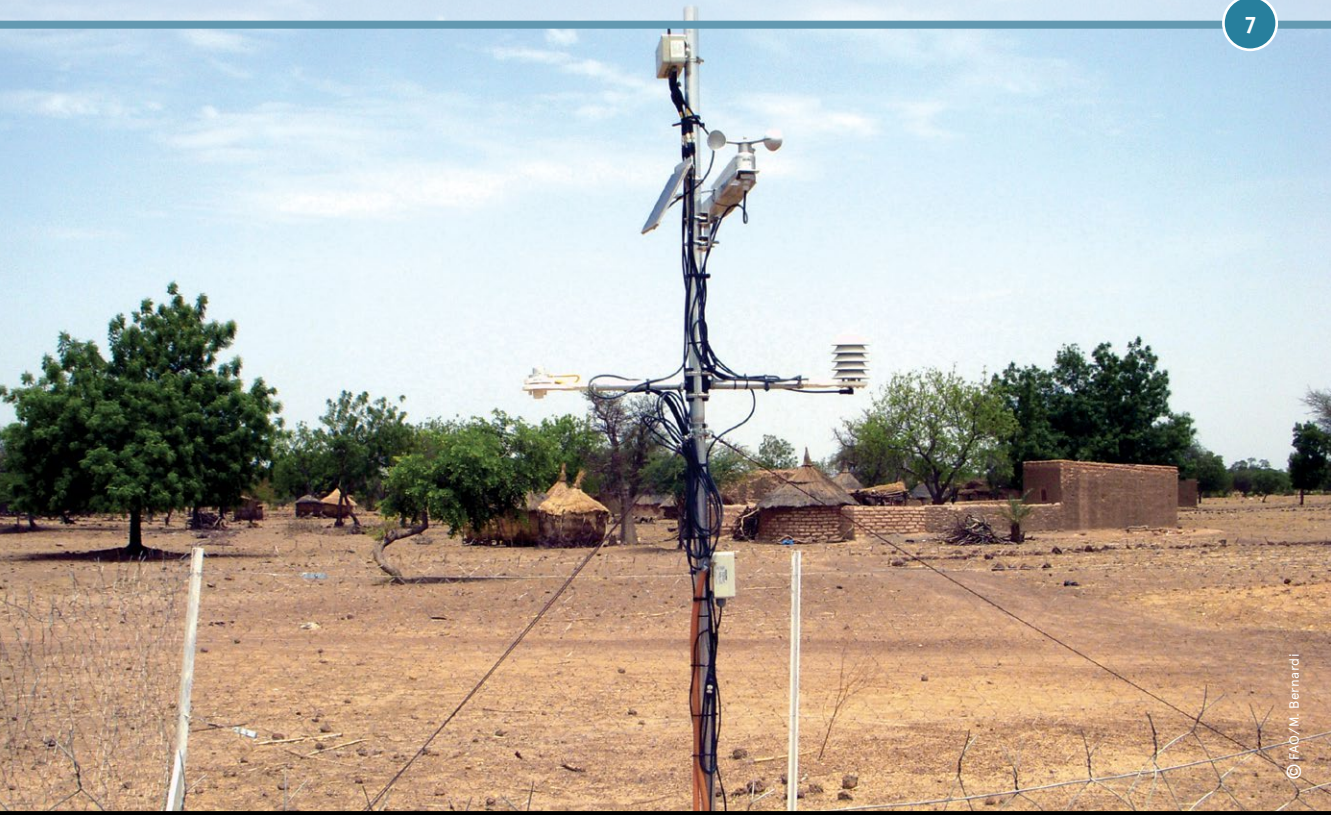
## 1.4 LACUNAS DE INFORMAÇÃO

---

Embora os progressos alcançados tenham facilitado a tarefa de recolha, tratamento, análise, interpretação e preparação das informações de dados climáticos, persiste até hoje o desafio de comunicar informações precisas que satisfaçam as necessidades dos utilizadores. Existe uma significativa lacuna entre os utilizadores relativamente ao conhecimento sobre que informação está disponível, onde pode ser encontrada e como pode ser utilizada nas decisões de gestão agrícola. Se a informação climática e meteorológica está disponível mas não é utilizada para alterar a gestão das culturas, perde-se o seu valor.

Apesar dos rápidos avanços tecnológicos, a maior parte da informação agrometeorológica não chega aos pequenos agricultores devido à falta de comunicação, porque não foi adaptada à escala da exploração agrícola ou porque não foi traduzida para a língua local. Existem duas causas para esta lacuna de divulgação, em particular nos países em desenvolvimento. Em primeiro lugar, o serviço meteorológico não é descentralizado e, portanto, o trabalho com os funcionários da extensão agrária e com as comunidades agrícolas locais é muito limitado; por conseguinte, a integração das previsões meteorológicas com os conhecimentos locais é ineficaz. Em segundo lugar, os dados agrometeorológicos devem ser recolhidos a nível local a fim de representar o ambiente agrícola de forma realista. No que diz respeito à meteorologia e à climatologia, as principais limitações na divulgação dos serviços de informação sobre o clima (GCOS, 2006) são:

- » Algumas políticas são contra a livre divulgação de dados, seja por causa da pressão financeira que conduz à privatização e à recuperação dos custos pelas instituições, ou pela escassez de recursos em resultado da baixa priorização nos orçamentos nacionais.
- » Os arquivos de observações meteorológicas não estão digitalizados, completos ou a sua qualidade não é controlada.
- » Existem lacunas relativas a observações em tempo quase real que são essenciais para os sistemas de gestão operacional e de alerta precoce, quando as estações meteorológicas tenham parado de funcionar e as séries cronológicas tenham sido interrompidas. Isto tem implicações graves para a análise, especialmente no que se refere às tendências relacionadas com as alterações climáticas.
- » Falta de compreensão sobre a melhor forma de utilizar os serviços de dados via satélite.



## CAPÍTULO 2

# TEMPO E CLIMA

- DEFINIÇÕES BÁSICAS
- PRINCIPAL FONTE DE INFORMAÇÃO METEOROLÓGICA E CLIMÁTICA
- ÁREA DE REPRESENTATIVIDADE DAS OBSERVAÇÕES METEOROLÓGICAS
- PREVISÕES METEOROLÓGICAS E CLIMÁTICAS
- PRODUTOS DE DADOS RELACIONADOS COM O CLIMA

## 2.1 DEFINIÇÕES BÁSICAS

---

Considerando que a meteorologia é a ciência que lida com a atmosfera e fenômenos a si relacionados, existe uma diferença entre tempo e clima. A diferença entre tempo e clima é a medida do tempo. O tempo é o estado ou condição da atmosfera num dado local e num dado instante (definido por um conjunto de elementos atmosféricos tais como temperatura do ar, pressão atmosférica, humidade, precipitação, vento, radiação solar) durante um curto período de tempo. O clima representa uma síntese do tempo característico a longo prazo e pode ser representado por uma média de elementos específicos a longo prazo (30 anos), juntamente com a sua variação e com a frequência de ocorrência de condições meteorológicas extremas. Em termos simples, o clima é o que se espera e o tempo é o que se verifica. Esta informação climática em particular diz respeito aos diferentes tipos de previsões meteorológicas, dados climáticos e produtos agrometeorológicos.

## 2.2 PRINCIPAL FONTE DE INFORMAÇÃO METEOROLÓGICA E CLIMÁTICA

---

A principal fonte de informação meteorológica e climática é o Serviço Nacional de Meteorologia (SNM). O SNM detém e opera a maior parte das infraestruturas nacionais necessárias para prestar os serviços relacionados com o tempo, clima e água, bem como outros serviços ambientais relacionados com a proteção da vida e da propriedade, planeamento e desenvolvimento económico, e com a exploração e gestão sustentáveis dos recursos naturais. O SNM pode tratar-se de uma Agência sob o Ministério do Comércio, Ministério dos Transportes, Ministério da Defesa, e raramente sob o Ministério da Agricultura. Embora a estrutura típica do SNM seja constituída por vários elementos, neste contexto os mais importantes são:

- » Unidade de Observação e Recolha de Dados;
- » Unidade de Recolha, Arquivo e Tratamento de Dados;
- » Unidade de Previsão;
- » Unidade de Climatologia;
- » Serviço de Aconselhamento, incluindo a Unidade de Agrometeorologia;
- » Unidade de Divulgação de Produtos.

A unidade de observação e recolha de dados estabelece a base de todo o funcionamento do SNM e em muitos países, especialmente naqueles com grande superfície e pouca população, pode consumir mais de metade dos recursos totais do SNM. Esta unidade envolve a operação das redes de estações de observação à superfície e na camada aérea superior, de radares meteorológicos e de satélites meteorológicos, assim como é responsável pela receção e contribuição nacional dos dados mundiais do Sistema Global de Observação (GOS) do Programa da Vigilância Meteorológica Mundial<sup>8</sup> da OMM. O GOS é composto por subsistemas operacionalmente fiáveis à superfície e no

---

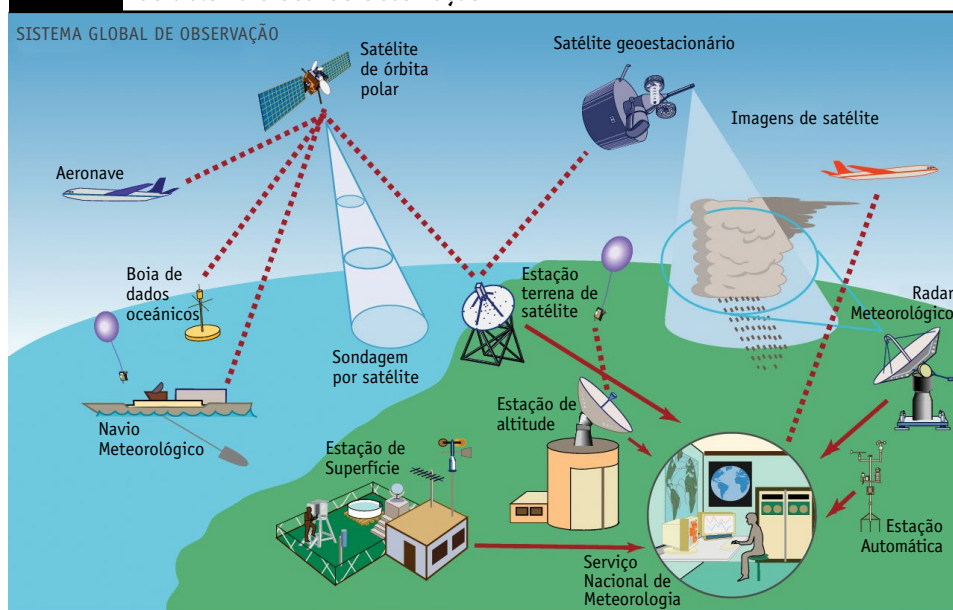
<sup>8</sup> <http://www.wmo.int/pages/prog/www/OSY/GOS.html>

espaço e inclui dispositivos de observação em terra, no mar, no ar e no espaço exterior (**Fig. 1**). Estes dispositivos são propriedade e explorados pelos Estados-Membros da OMM (ou seja, os SNM), assumindo cada um deles determinadas responsabilidades pelo sistema global acordado, de modo que todos os países possam beneficiar dos esforços consolidados.

A informação meteorológica e climática fornecida pelo SNM abrange vários produtos. Os mais importantes são os seguintes:

- » Previsões meteorológicas diárias;
- » Perspectivas climáticas mensais;
- » Perspectivas climáticas sazonais;
- » Observação de sinais de alterações climáticas;
- » Mapas de avaliação da vulnerabilidade às alterações climáticas;
- » Alertas/Conselhos sobre eventos climáticos extremos, tais como secas e inundações;
- » Dados, mapas e atlas climáticos;
- » Mapas agroecológicos;
- » Boletins Agrometeorológicos Decendiais;
- » Mapas de distribuição sazonal sobre o início e cessação das chuvas;
- » Mapas sobre a duração do período de crescimento;
- » Mapas sobre as possibilidades de seca e de chuva para determinados períodos;
- » Mapas sobre a variabilidade da precipitação durante diferentes estações.

**FIGURA 1** Esquema do sistema nacional de observação como parte do Sistema Global de Observação



Fonte: <http://www.wmo.int/pages/prog/www/OSY/GOS.html>

As estações meteorológicas estão implantadas em locais selecionados para garantir que as observações<sup>9</sup> são representativas de uma ampla área em redor da estação e que não sejam indevidamente influenciadas pelos efeitos locais. As medições de todos os elementos são realizadas manualmente (a cada hora) ou registadas automaticamente na Estação Meteorológica Automática (EMA) por todos os sensores em intervalos de minutos. Os dados são então transmitidos para um sistema de recolha central, onde passam por inúmeras verificações de controlo de qualidade, e podem ser facilmente armazenados e partilhados. As estações meteorológicas de superfície, na sua maioria, estão localizadas nos aeroportos devido à disponibilidade de instalações com capacidade para as ligar ao Sistema Global de Telecomunicações (GTS). A principal função do GTS é recolher dados meteorológicos em tempo real em todo o mundo, processar e distribuir os dados aos utilizadores, e contribuir para os Modelo de Circulação Geral da Atmosfera (MCG) ou para os sistemas de apoio à tomada de decisões, tais como o *Smart Campo*<sup>10</sup>. As principais fontes de incerteza na previsão do tempo são causadas pela variabilidade climática e pelas contribuições iniciais para os modelos. Embora a incerteza diminua com o avançar da estação, a introdução de dados meteorológicos em tempo real continua a ser um grande desafio. Em todos os países do mundo existe uma rede de estações meteorológicas que cobre a superfície nacional, no entanto, na prática, é difícil obter uma série fiável de medições diárias das variáveis representativas das regiões devido à baixa densidade destas estações, particularmente nos países em desenvolvimento. Por exemplo, o número total de estações sinópticas<sup>11</sup> convencionais em África é de pouco mais de 1 150, o equivalente a uma densidade de 1 por 26 000 km<sup>2</sup> (Washington *et al.*, 2004), enquanto uma estação deveria representar uma área que varia entre 2 000 km<sup>2</sup> e 10 000 km<sup>2</sup> para uma análise uniforme ou homogênea (WMO, 2017a). Em vários países em desenvolvimento a densidade também apresenta uma tendência negativa, ou seja, uma diminuição no número de estações operacionais. Além disso, em África e em outras regiões do mundo nem todos os dados meteorológicos e climáticos históricos podem ser usados para aperfeiçoar a previsão climática porque muitos dos dados históricos ainda estão registados apenas em papel e são inacessíveis aos principais centros que necessitam de dados digitais para introdução nos MCG (Bernardi, 2008). Além disso, na maioria dos países em desenvolvimento um número relativamente pequeno de estações a nível nacional - em comparação com todas as estações disponíveis - está ligado em tempo real através de um sistema de telecomunicações. Portanto, é muito reduzida a densidade de estações que reduzem a resolução espacial dos produtos meteorológicos e climáticos relacionados.

---

<sup>9</sup> De maneira geral, as observações são “realizadas no solo”, ou seja, são medidas sobre a superfície ou ao nível da superfície do solo.

<sup>10</sup> Smart Campo: <http://ensoag.com/smart-campo>

<sup>11</sup> As estações meteorológicas sinópticas recolhem informações meteorológicas às horas sinópticas 00h00, 06h00, 12h00, 18h00 (UTC) e às horas sinópticas intermédias 03h00, 09h00, 15h00, 21h00 (UTC). Os instrumentos de medição comuns são o anemómetro, o catavento, o sensor de pressão atmosférica, o termómetro, o higrómetro e o pluviómetro. As medições meteorológicas são formatadas num formato especial e transmitidas à OMM para introdução no modelo de previsão meteorológica. As observações sinópticas também têm como finalidade o mapeamento de sistemas meteorológicos de grande escala (em tempo real e para a climatologia), bem como fornecer a base para a análise e verificação adequadas dos modelos meteorológicos operacionais.

## 2.3 ÁREA DE REPRESENTATIVIDADE DAS OBSERVAÇÕES METEOROLÓGICAS

---

A área de representatividade<sup>12</sup> de uma estação meteorológica corresponde à superfície terrestre, em metros quadrados, onde os valores medidos são idênticos aos fornecidos pelo instrumento de referência. Esta área difere de um parâmetro para outro e não constitui um atributo fixo de observação, uma vez que depende dos requisitos do utilizador e no caso das aplicações agrometeorológicas normalmente é utilizada à escala local. Esta é a principal e extremamente importante razão para confiar nos dados meteorológicos que foram ou são medidos e recolhidos numa estação localizada junto ao terreno da exploração agrícola. Os dados efetivamente recolhidos no terreno dão os resultados mais precisos e, quer se trate de condições meteorológicas históricas, amostras do solo, recomendações de azoto ou previsões da fase de crescimento, uma informação mais efetiva e específica do local irá produzir resultados mais específicos do terreno.

Em África, onde o fator de cultivo mais limitativo é a disponibilidade de água, é manifestamente necessário obter dados meteorológicos precisos da estação meteorológica situada na exploração agrícola, visto que a precipitação é o parâmetro com maior variabilidade no espaço e no tempo. Quando esta opção não está disponível a única possibilidade é utilizar os dados meteorológicos de fontes públicas - como o SNM - cujas estações meteorológicas estão localizadas perto de grandes cidades ou aeroportos, podendo verificar-se grandes discrepâncias. A fim de melhor atender às necessidades de informação climática, em vários países foram instaladas redes paralelas de observação meteorológica cuja gestão cabe a instituições públicas nacionais e locais distintas do SNM, tais como universidades, Ministério da Agricultura, empresas privadas, comunidades agrícolas e agricultores individuais de grande escala. No entanto, em alguns casos estas instituições carecem de coordenação e sinergias com o SNM e, por conseguinte, as medições são de baixa qualidade. A utilização da única estação de rede mais próxima como fonte de dados revela dois problemas principais, nomeadamente a utilidade das observações da estação e a extrapolação destes dados para a localização específica. Uma das razões prende-se com o facto de que todos os parâmetros meteorológicos têm grande variabilidade dependendo da localização da estação e, frequentemente, os agricultores recorrem a dados meteorológicos recolhidos em aeroportos ou cidades normalmente distantes das explorações agrícolas. A exploração pode estar entre 50 e 80 km de distância de uma estação meteorológica de um aeroporto ou de uma cidade, o que pode conduzir a más decisões agronómicas devido à falta de dados meteorológicos locais. Dados obtidos em tempo real numa estação meteorológica na exploração agrícola podem permitir a elaboração de modelos de previsão para orientar a tomada de decisões dos agricultores em fases cruciais das culturas, a calendarização das operações no terreno, a pressão de pragas e doenças, a implantação de equipamentos, as necessidades do solo e as exigências de nutrientes.

---

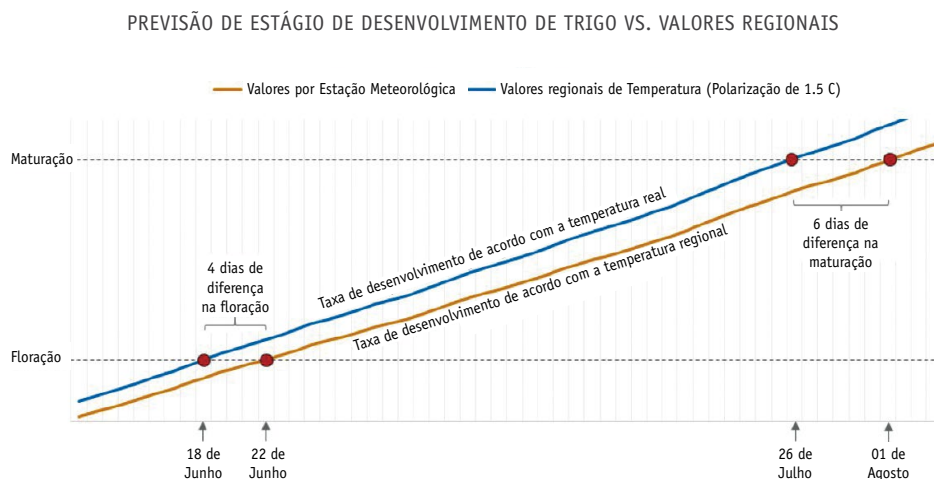
<sup>12</sup> [https://www.wmo.int/pages/prog/www/IMOP/publications/IOM-55\\_Part-I.pdf](https://www.wmo.int/pages/prog/www/IMOP/publications/IOM-55_Part-I.pdf)



O gráfico em baixo (**Fig. 2**) mostra as discrepâncias obtidas na leitura das temperaturas atuais do ar em três estações meteorológicas no noroeste do Missouri (EUA). A estação mais a norte está localizada perto do aeroporto; a estação intermédia está a 3,5 km do aeroporto; e a estação mais a sul está a 6,7 km do aeroporto. Entre a estação meteorológica do aeroporto e a estação intermédia existe uma diferença de 1,4°C. Entre a estação a norte e aquela a sul existe uma diferença de 2,5°C e durante a época de crescimento tais diferenças de temperatura terão um grande efeito na taxa de desenvolvimento das culturas. Na prática, as condições meteorológicas no aeroporto não representam adequadamente a região circundante. As temperaturas do ar podem ser utilizadas para calcular os Graus-Dias de Desenvolvimento (GDD) e deduzir o crescimento e desenvolvimento de uma cultura. Um dia mais frio irá acumular pouco ou nenhum GDD, enquanto um dia quente acumulará mais GDD. Dado que as culturas reagem ao calor, os GDD podem ser correlacionados com o desenvolvimento das culturas e, conseqüentemente, a acumulação de GDD desde o plantio pode ser utilizada para prever o estado da cultura. Considerando a previsão de uma determinada fase de crescimento baseada nos GDD, o gráfico em baixo mostra as diferenças na previsão de floração (antese) e de maturidade no trigo, com base na temperatura atual comparada com uma temperatura regional (enviesamento de 1,5°C). Neste exemplo, a temperatura da estação meteorológica atual mostra que a floração ocorre a 22 de junho. Os valores de temperatura regionais preveem uma discrepância de quatro dias (18 de Junho) e a discrepância nas datas de maturidade previstas aumenta para seis dias (1 de Agosto vs. 26 de Julho). Isto não é aceitável. Em suma, a escolha das fontes meteorológicas, entre exploração agrícola e fonte regional, pode influenciar de sobremaneira a precisão da previsão.

**Diferenças nas fases de desenvolvimento previstos para a floração (antese) e maturação do trigo, com base na temperatura real comparada com uma temperatura regional.**

**FIGURA 2**



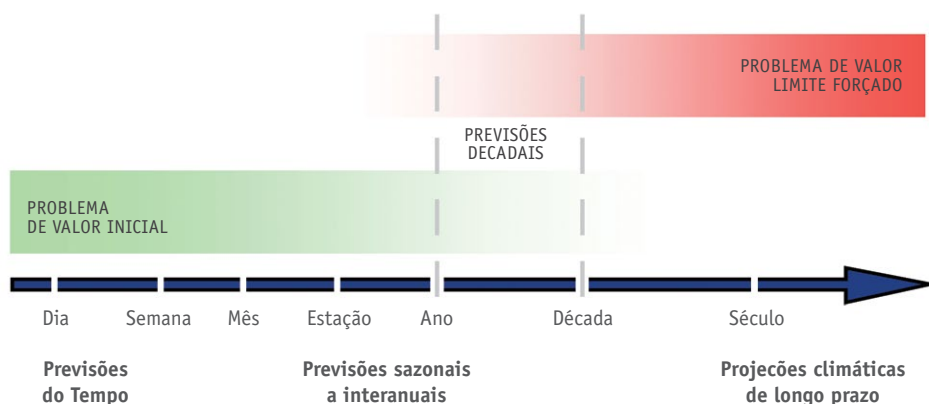
Fonte: <https://www.farmersedge.ca/many-weather-stations>

## 2.4 PREVISÕES METEOROLÓGICAS E CLIMÁTICAS

Os produtos de previsão meteorológica variam de lugar para lugar e de estação para estação, mas geralmente referem-se aos principais elementos meteorológicos que afetam o planeamento e/ou operações da exploração agrícola, tais como: cobertura do céu por nuvens, horas de sol, radiação solar, precipitação, temperatura (máxima, mínima e ponto de orvalho), humidade relativa, velocidade e direção do vento, eventos extremos (ondas de frio e de calor, nevoeiro, geada, granizo, trovada, vento forte e rajadas de vento, áreas de baixa pressão, diferentes intensidades das depressões, ciclones, tornados). Hoje em dia, muitos institutos utilizam a previsão numérica do tempo, que consiste num conjunto de modelos matemáticos que simulam as leis físicas da atmosfera em escala global para prever a evolução futura da atmosfera. Estes modelos requerem uma inicialização do sistema, assim como as condições meteorológicas atuais à escala global, e a partir desse ponto produzem uma simulação que segue um passo de tempo fixo. No entanto, podem ocorrer erros quando, em virtude da complexidade da composição física da atmosfera, os fenómenos evoluem com uma resolução superior à do modelo devido à medição incompleta das condições iniciais. Por conseguinte, as previsões são negativamente afetadas pelos erros que evoluíram ao longo do tempo e, conseqüentemente tornam-se menos precisas à medida que a amplitude da previsão aumenta. Observadores com formação, estações meteorológicas automáticas ou boias recolhem sistematicamente as observações tradicionais realizadas à superfície como, por exemplo, pressão atmosférica, temperatura, velocidade e direção do vento, humidade e precipitação. Durante o processo de assimilação dos dados, as informações obtidas a partir das observações são utilizadas juntamente com a previsão mais recente do modelo numérico para o momento em que

Ilustração esquemática da progressão de uma previsão baseada no problema de valor inicial em escalas de tempo curtas para uma projeção climática baseada no problema do valor limite forçado em escalas de longo prazo. A previsão decadal ocupa a posição intermédia entre as duas.

FIGURA 3



as observações foram realizadas, a fim de produzir a análise meteorológica. É importante notar que é menor a aptidão da previsão numérica em regiões com uma diminuta rede de observações, devido à falta de informações suficientes exigidas pelos modelos para configurar adequadamente a inicialização da atmosfera.

A orografia desempenha um papel crucial na evolução do tempo à escala estritamente local. A resolução dos modelos normalmente não é suficiente para reproduzir com exatidão a orografia e as previsões são afetadas por este enviesamento. Pode ser utilizado um modelo regional caso seja necessário avançar para uma resolução muito alta. Os modelos regionais são semelhantes aos modelos globais, no entanto dispõem de resoluções mais altas e de âmbitos espaciais limitados. Isto significa que os modelos globais serão utilizados na elaboração das condições limítrofes para que os modelos regionais simulem a evolução da atmosfera a nível global e, posteriormente, é executado o modelo com maior resolução juntamente um melhor modelo topográfico e um menor passo de tempo. Esta solução pode simular melhor a evolução do tempo a uma escala estritamente local. Além disso, outro fator limitativo para a realização de previsões nos trópicos é a origem da precipitação nas áreas tropicais. Nesta região grande parte da quantidade total de precipitação é resultante de sistemas convectivos que não são bem simulados pelos modelos globais devido a um problema de resolução. Existe a possibilidade de realização de alguns ajustes (parametrização do modelo) relacionados com a distribuição climática típica do sistema convectivo, mas a previsão da quantidade de precipitação durante a estação chuvosa em áreas tropicais ainda apresenta muitos desafios.

Os resultados do modelo fornecem a base para a previsão do tempo. Em seguida são elencados quatro tipos de técnicas de previsão:

- » A *previsão com base na persistência* assenta no conceito de que as condições meteorológicas atuais podem fornecer pistas para a previsão de amanhã. Os meteorologistas utilizam este método para prever se as condições atuais irão perdurar ou se não sofrerão alterações. Eles fazem observações usando termómetros e barómetros para analisar o tempo, o que lhes permite teorizar se os dias seguintes irão apresentar padrões meteorológicos semelhantes. Esta técnica de previsão funciona melhor em áreas com padrões meteorológicos previsíveis, tais como as zonas tropicais ou as regiões árticas.
- » A *previsão sinóptica ou analógica* é um método de previsão do tempo baseado em teorias e princípios aceites pela meteorologia. Esta técnica requer algumas competências e formação e incorpora mapas meteorológicos, assim como imagens de satélite e de radar. Os meteorologistas combinam estes instrumentos com informações sobre a pressão atmosférica, fluxos de ar e temperaturas para realizar uma previsão. A previsão sinóptica foi utilizada como o principal método de previsão do tempo durante os anos 50 e 60. Atualmente ainda é usada para previsões de curto prazo.
- » A *previsão estatística ou climatológica* permite que os meteorologistas façam previsões baseadas em tendências históricas, presumindo padrões meteorológicos consistentes ao longo do tempo. Os meteorologistas examinam as informações históricas sobre temperaturas médias, altas e baixas para estimar os futuros intervalos de temperatura. Eles também examinam os registos históricos de tempestades e as quantidades de precipitação, utilizando estes registos como base para a previsão. Por exemplo, um meteorologista estatístico pode afirmar que no próximo mês

haverá chuva e temperaturas frias porque tal é considerado a condição normal para aquela área naquela época do ano.

- » As *previsões por modelagem informática* representam o método mais avançado de previsão do tempo. Este método baseia-se em fórmulas matemáticas concebidas para modelar as condições atmosféricas e meteorológicas. Os meteorologistas podem calcular as condições futuras através da introdução dos dados meteorológicos atuais.

As previsões meteorológicas e climáticas são classificadas em diferentes grupos, de acordo com a sua importância e adequação para a agricultura. Quanto menor o intervalo maior é a previsibilidade, e, portanto, mais importante e adequada é a previsão para a agricultura. Estes grupos são mostrados na **Tabela 1**. O tamanho e a longevidade característicos dos fenômenos atmosféricos típicos e a sua relação com a previsão meteorológica são apresentados na **Figura 4**.

**TABELA 1** Definição dos intervalos<sup>a</sup> das previsões meteorológicas e das perspectivas climáticas

TIPO	INTERVALO DE TEMPO	PARÂMETROS	RESOLUÇÃO TEMPORAL	RESOLUÇÃO ESPACIAL	TIPO DE PRODUTOS
<b>Previsão imediata</b>	0-2 horas	Descrição dos parâmetros meteorológicos atuais e descrição dos parâmetros meteorológicos previstos para o intervalo de 0-2 horas. Pode ser produzido um conjunto relativamente completo de parâmetros meteorológicos (temperatura do ar e humidade relativa, velocidade e direção do vento, radiação solar, quantidade e tipo de precipitação <sup>b</sup> , quantidade e tipo de nuvens, e afins).	Minutos	1-2 km	Texto, gráficos
<b>Previsão meteorológica de muito curto prazo</b>	Até 12 horas	Pode ser produzido um conjunto relativamente completo de parâmetros meteorológicos (temperatura do ar e humidade relativa, velocidade e direção do vento, radiação solar, quantidade e tipo de precipitação, quantidade e tipo de nuvens, e afins).	8 vezes por dia em intervalos de 3 horas	15-25 km	Texto, gráficos, séries temporais, mapas

<sup>a</sup> <http://www.wmo.int/pages/prog/www/DPS/GDPS-Supplement5-AppI-4.html>

<sup>b</sup> A quantidade de precipitação é fornecida em probabilidades.

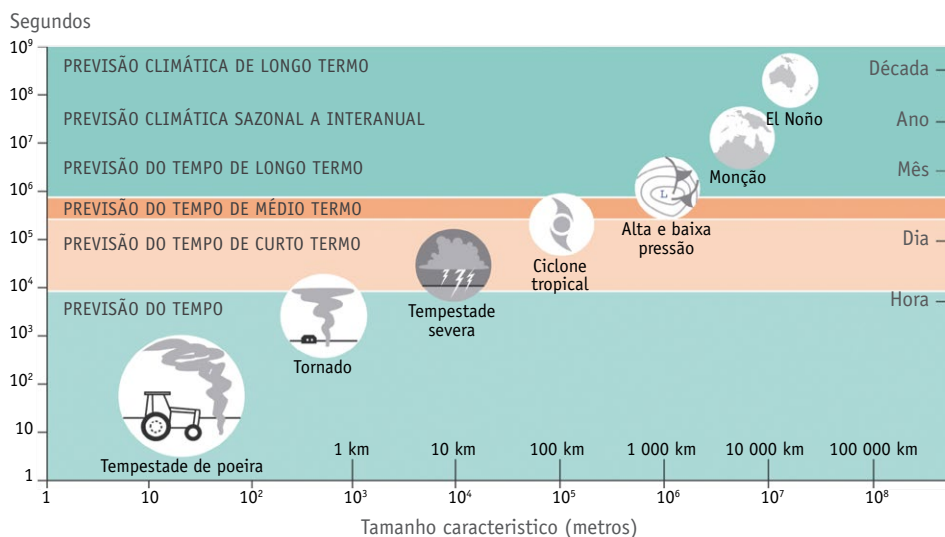
TIPO	INTERVALO DE TEMPO	PARÂMETROS	RESOLUÇÃO TEMPORAL	RESOLUÇÃO ESPACIAL	TIPO DE PRODUTOS
<b>Previsão meteorológica de curto prazo</b>	12-72 horas	Pode ser produzido um conjunto relativamente completo de parâmetros meteorológicos (temperatura do ar e humidade relativa, velocidade e direção do vento, radiação solar, quantidade e tipo de precipitação, quantidade e tipo de nuvens, e afins).	8 vezes por dia em intervalos de 3 horas	25-80 km	Texto, gráficos, séries temporais, mapas
<b>Previsão meteorológica de médio prazo</b>	72-240 horas (3-10 dias)	Pode ser produzido um conjunto relativamente completo de parâmetros meteorológicos (temperatura do ar e humidade relativa, velocidade e direção do vento, radiação solar, quantidade e tipo de precipitação, quantidade e tipo de nuvens, e afins).	2 vezes por dia	25-80 km	Texto, gráficos, séries temporais, mapas
<b>Previsão meteorológica de prazo alargado</b>	10-30 dias	Descrição dos principais parâmetros meteorológicos normalmente calculados em média e expressos como um desvio em relação aos valores climáticos desse período.	1 vez por dia	80-150km	Texto, gráficos, séries temporais, mapas
<b>Previsão meteorológica de longo prazo<sup>c</sup></b>	30 dias até 2 anos	Normalmente restrita a alguns parâmetros meteorológicos fundamentais (por exemplo, temperatura e precipitação).	1 vez por mês	80-150 km	Texto, gráficos, séries temporais, mapas
<b>Perspectiva Climática Mensal</b>	Mês atual (não necessariamente o mês seguinte)	Descrição da média dos principais parâmetros meteorológicos (temperatura e precipitação), expressos numa percentagem (de desvio, variação, ou anomalia) em relação aos valores climáticos.	1 vez por mês	150-400km	Texto, mapas
<b>Perspectiva Climática de 3 Meses</b>	Período de 90 dias (não necessariamente o período de 90 dias seguinte)	Descrição da média dos principais parâmetros meteorológicos (temperatura e precipitação), expressos numa percentagem (de desvio, variação, ou anomalia) em relação aos valores climáticos.	1 vez cada 3 meses	150-400km	Texto, mapas

<sup>c</sup> Em alguns países as previsões de longo prazo são produtos climáticos.

TIPO	INTERVALO DE TEMPO	PARÂMETROS	RESOLUÇÃO TEMPORAL	RESOLUÇÃO ESPACIAL	TIPO DE PRODUTOS
<b>Perspectiva Sazonal</b>	Período de 3 meses	Descrição da média dos principais parâmetros meteorológicos (temperatura e precipitação), expressos numa percentagem (de desvio, variação, ou anomalia) em relação aos valores climáticos dessa estação.	1 vez cada 3 meses (durante a estação)	150-400km	Texto, mapas
<b>Informação Meteorológica e Alerta de Tempo Violento</b>	Ocasionalmente	Informações meteorológicas, quando são detetadas alterações súbitas e importantes das condições meteorológicas ou quando se antecipa tempo violento. São emitidos alertas preliminares antes dos alertas meteorológicos de tempo violento que fornecem informações sobre o tipo, local e hora do tempo violento esperado. Normalmente os alertas preliminares são emitidos várias horas antes do alerta de tempo violento, dando uma vantagem de tempo crucial para a mitigação de desastres climáticos.			Texto

**Dimensão e duração das características de alguns fenómenos atmosféricos típicos e sua relação com as previsões meteorológicas e climáticas.**

**FIGURA 4**



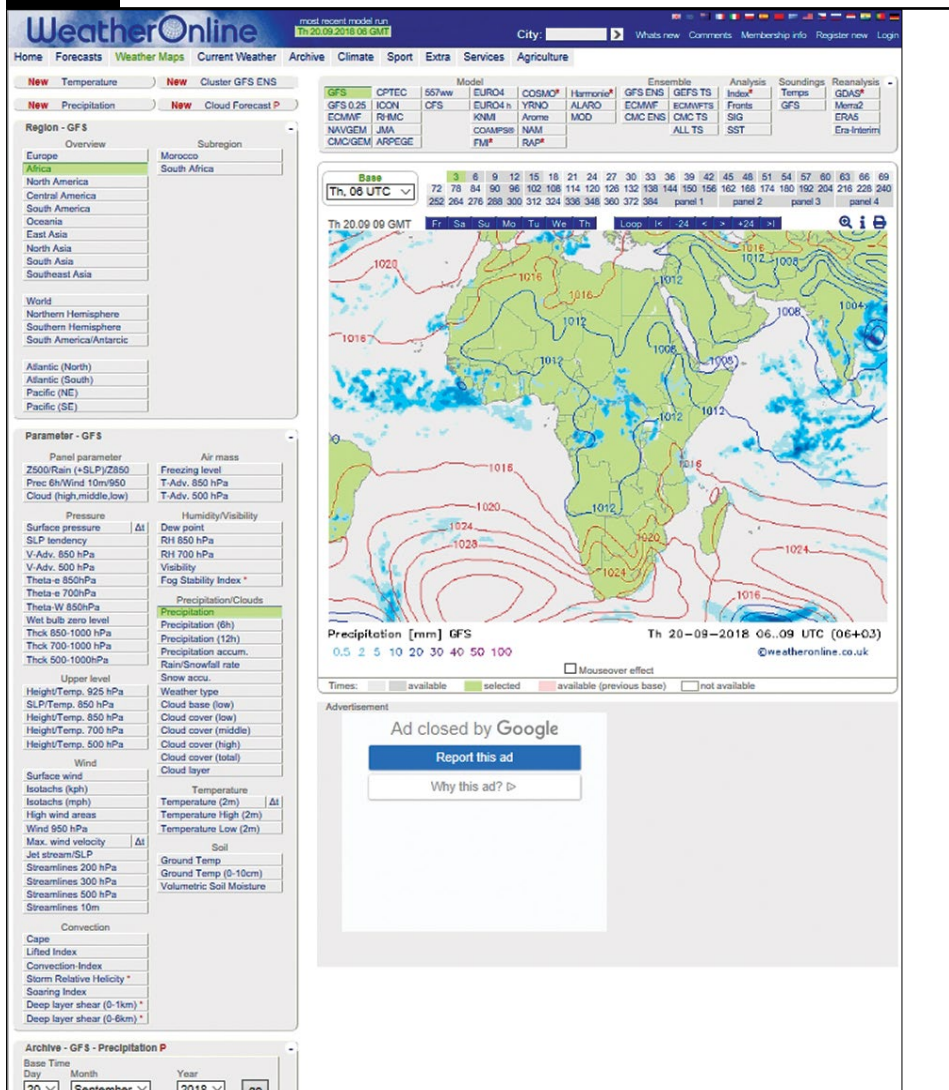
Fonte: J.W. Zillman, 1999 [https://library.wmo.int/pmb\\_ged/bulletin\\_48-2\\_en.pdf](https://library.wmo.int/pmb_ged/bulletin_48-2_en.pdf)

## 2.4.1 PREVISÃO METEOROLÓGICA

### 2.4.1.1 Previsão meteorológica de curto prazo

Técnicas de análise, extrapolação de trajetórias, interpretação de dados e de mapas de previsão provêm da Previsão Numérica do Tempo (PNT), como o Modelo de Área Limitada e o Modelo Global. A informação básica é representada por dados oriundos de redes de estações meteorológicas automáticas, mapas de radares meteorológicos, imagens de satélites meteorológicos, modelos de PNT e observações locais e regionais (Fig. 5, 6 e 7).

FIGURA 5 Previsão de curto prazo da precipitação para África com base no modelo NWP



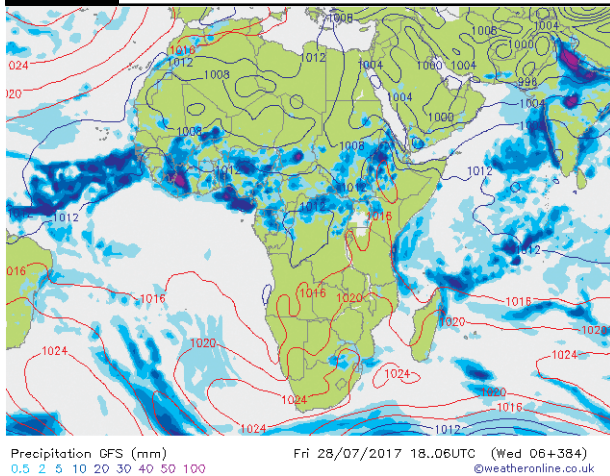
Fonte: <http://www.weatheronline.co.uk/Africa.htm>

FIGURA 6 Panorama do estado do tempo em África



Fonte: <http://www.weatheronline.co.uk/Africa.html>

FIGURA 7 Previsão de curto prazo da pressão atmosférica (hPa) e da precipitação (mm) para África



Fonte: <http://www.weatheronline.co.uk/Africa.html>



A divulgação da previsão meteorológica é um dos produtos tipicamente fornecidos pelos Serviços Nacionais de Meteorologia. A forma mais comum de divulgação é através dos meios de comunicação social, principalmente televisão, rádio e jornais, enquanto o fax, o telefone e os pagers visam especificamente determinados grupos de utilizadores; além disso, a Internet tem vindo a ganhar cada vez mais importância na distribuição de informação meteorológica. Estes produtos representam o tipo de informação mais comum que chega aos agricultores e servem de base para as suas decisões, tais como datas de plantio e de colheita, entre outros. Os produtos são distribuídos tanto a nível nacional como a nível das regiões, mas não estão adaptados às necessidades específicas dos agricultores, uma vez que foram concebidos para um âmbito mais genérico. O principal meio de distribuição a nível local para as zonas rurais são os boletins de rádio, enquanto as previsões meteorológicas constituem as principais fontes de alertas de eventos extremos genéricos que não dizem respeito a uma localização específica.

### **2.4.1.2 Previsão meteorológica de médio prazo**

As interpretações dos dados e mapas de previsão provêm sobretudo de modelos de Previsão Numérica do Tempo (PNT). As técnicas de “previsão por conjuntos” são utilizadas para ultrapassar o problema do esgotamento das competências verificado nas previsões baseadas em modelos de PNT. Em vez de utilizar apenas uma execução do modelo, são utilizadas condições iniciais ligeiramente diferentes para várias execuções e é estabelecida uma média, ou “média de conjunto”, das diferentes previsões. Esta média de conjunto provavelmente é mais adequada pois calcula a média dos vários estados iniciais potenciais e basicamente suaviza a natureza caótica do clima. Também é possível prever as probabilidades de diferentes condições (**Fig. 8**).

Em geral, acredita-se que as previsões probabilísticas fornecem a melhor e mais completa previsão meteorológica para os utilizadores, especialmente em períodos de antecipação mais longos. No entanto, o facto de muitos utilizadores necessitarem de uma previsão determinista simples deve ser tido em consideração. Além disso, na produção de previsões deterministas a utilização de um Sistema de Previsão por Conjuntos pode fornecer uma previsão mais fiável do que uma única execução determinista de PNT. Isso é particularmente verdade para previsões de médio prazo e pode ajudar a reduzir os lapsos durante a execução do sistema de previsão em qualquer intervalo de tempo. Por este motivo, todas as previsões meteorológicas devem indicar dois aspetos: a utilidade do modelo e as suas limitações. Como apresentar a incerteza é essencialmente uma questão de como apresentar as possíveis configurações futuras de um modelo.

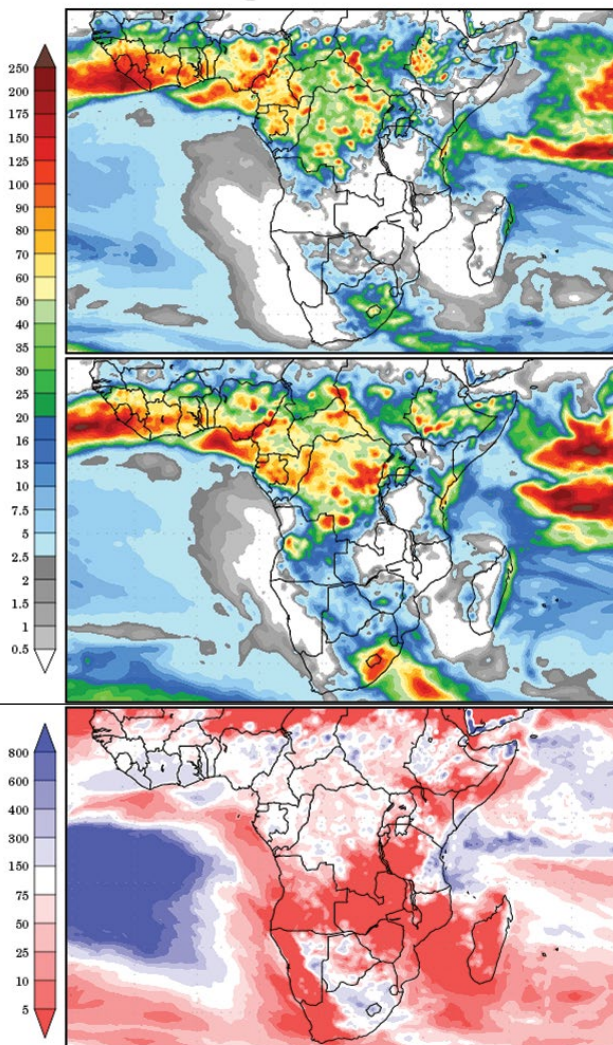
Aumentar o intervalo de tempo da previsão normalmente diminui a precisão da previsão porque erros aleatórios e problemas de parametrização dos modelos irão contribuir para a produção de previsões diferentes em resultado da mais pequena alteração. A introdução de algumas informações sobre a evolução da incerteza da previsão meteorológica é muito útil para variados processos de tomada de decisões. As medidas típicas de incerteza incluem o intervalo de confiança, o erro médio absoluto percentual, a distribuição percentual e outras estatísticas simples nos diferentes resultados do modelo. Efetivamente, esses métodos simples permitem uma boa representação da incerteza. Um exemplo de uma representação mais complexa da incerteza é o traçar da evolução futura dos parâmetros analisados de diferentes simulações a partir do mesmo modelo com parametrização inicial semelhante (*spaghetti plots*).

**FIGURA 8** Previsão de médio prazo da precipitação para África

PRECIPITAÇÃO (mm)  
DURANTE O PERÍODO:  
Qua, 12 Jul 2017 em 00Z  
-até-  
Qui, 20 Jul 2017 em 00Z

Qui, 20 Jul 2017 em 00Z  
-até-  
Sex, 28 Jul 2017 em 00Z

PRECIPITAÇÃO (% do normal)  
DURANTE O PRIMEIRO PERÍODO:  
Qua, 12 Jul 2017 em 00Z  
-até-  
Qui, 20 Jul 2017 em 00Z



GrADS/COLA

Previsões de precipitação dos Centros Nacionais de Previsão Ambiental. Precipitação normal proveniente de Xie-Arkin (CMAP) Monthly Climatology para 1979-2003. Momento de Inicialização da Previsão: 00Z12JUL2017

Fonte: <http://wxmaps.org/pix/prec10.html>

Além disso, outra estratégia para comunicar esta incerteza é traduzir esta evolução num valor de probabilidade. Neste caso a informação é traduzida num valor percentual da ocorrência de um determinado evento (por exemplo, precipitação extrema) durante os dias seguintes. Como consequência, é bastante normal que a previsão de médio prazo esteja associada a uma distribuição probabilística. Afirma-se frequentemente que é mais fácil tomar uma decisão com base numa previsão

determinista do que numa previsão probabilística. No entanto, quando o meteorologista emite uma previsão determinista a incerteza subjacente ainda existe, portanto é realizada uma previsão com o resultado mais provável.

Para a realização de uma previsão de um evento específico com probabilidade de ocorrência é fortemente recomendado um conhecimento profundo das necessidades do utilizador final. Uma decisão ótima não pode ser tomada sem a relação de custos e prejuízos do utilizador. Em muitos casos os meteorologistas devem transmitir os riscos e impactos associados aos piores cenários, juntamente com o resultado mais provável. Acredita-se, de um modo geral, que todos estes resultados exigem uma interpretação específica e que o grande público tende a interpretar mal o conteúdo real da previsão. Por esta razão é fortemente recomendada a formação dos utilizadores finais sobre a forma de interpretar os produtos meteorológicos antes da sua divulgação.

### **2.4.1.3 Previsão climática sazonal**

A previsão climática sazonal é utilizada para fornecer previsões com antecedência, por exemplo, sobre que variedade plantar e em que época do ano, quando e onde é provável que surjam surtos de doenças, e a eventualidade de reduzir o número de cabeças de gado devido à previsão de uma seca. É impossível prever o momento dos eventos meteorológicos diários ao longo da estação de crescimento. Contudo, as interações de grande escala entre os oceanos e a atmosfera que controlam os padrões sazonais a nível regional podem ter alguma influência sobre os eventos meteorológicos sinópticos relevantes para a agricultura em menor escala. Alguns desses padrões são a frequência e persistência de episódios de precipitação, a distribuição das durações de períodos secos, o momento do início da estação e as probabilidades de chuvas intensas ou episódios de temperatura extrema. Este é um cenário realista nas regiões onde as “teleconexões<sup>13</sup>” são fortes, embora ainda exista um elevado grau de incerteza. À escala global alguma variabilidade climática está relacionada com as interações de grande escala entre os oceanos e a atmosfera. Além disso, uma melhor compreensão do papel dos fenómenos climáticos de grande escala, como o El Niño-Oscilação do Sul (ENSO), a Oscilação do Atlântico Norte (NAO) e a Oscilação de Madden Julian (MJO) aumentou a capacidade de prever flutuações climáticas em várias partes do mundo, especialmente nos trópicos. Esta capacidade de fazer previsões melhorou de tal forma que as previsões sazonais de escala temporal são agora realizadas de forma rotineira pelos principais centros meteorológicos operacionais em todo o mundo.

Como mencionado anteriormente, a variabilidade climática tem um grande impacto na agricultura. Os agricultores não estão necessariamente preparados para as condições meteorológicas previstas e tomam decisões com base na sua compreensão dos padrões climáticos gerais das suas regiões. O fornecimento de melhores previsões climáticas com três a seis meses de antecedência contribuiria para a tomada de decisões adequadas, reduziria as consequências negativas e permitiria aproveitar as condições favoráveis previstas. A previsão sazonal constitui uma tentativa de previsão da distribuição de probabilidade para os parâmetros meteorológicos (ou

---

<sup>13</sup> “Teleconexão” na ciência atmosférica refere-se a anomalias climáticas relacionadas entre si a uma grande distância (normalmente milhares de quilómetros). A teleconexão mais emblemática é a ligação entre a pressão ao nível do mar no Taiti e em Darwin (Austrália) que define a Oscilação do Sul.

seja, precipitação, temperatura) com vários meses de antecedência. A metodologia baseia-se em médias ao longo de um mês ou de uma estação do ano e em como a distribuição de probabilidade se diferencia da “climatologia”.

### CAIXA 1 Fóruns Regionais de Perspectivas Climáticas

Desde o final da década de 90 os Fóruns Regionais de Perspectivas Climáticas (RCOF)<sup>a</sup> têm sido coordenados pela OMM, Serviços Nacionais de Meteorologia (SNM), Centros Regionais do Clima e outros produtores de previsões climáticas, instituições regionais e organizações internacionais. Os RCOF reúnem especialistas de regiões climatologicamente homogêneas para fornecer informações e previsões climáticas consensuais, normalmente para a estação em curso, que é subsequentemente reanalisada e reduzida à escala nacional. Os RCOF operam em muitas partes do mundo apoiando sobretudo os países em desenvolvimento<sup>b</sup>. Estima-se que uma abordagem de previsão sazonal que proporcionasse uma diminuição de 30 por cento na incerteza sazonal aumentaria os lucros anuais cerca de 5 por cento na Austrália Ocidental (Cantelaube, 2005). Por exemplo, em África os RCOF fornecem informação para áreas extensas (cerca de 2.5° x 2.5°) indicando a probabilidade de precipitação para cada zona. Os números utilizados em cada zona indicam as probabilidades de precipitação numa das três categorias: acima, perto ou abaixo do normal. O número superior indica a probabilidade de ocorrência de precipitação na categoria acima do normal; o número intermédio refere-se à categoria próxima do normal; e o número inferior à categoria abaixo do normal. Em muitas regiões os utilizadores que beneficiam do Fórum contribuem para a sua organização e para a amplitude das sessões, garantindo assim a sua aplicabilidade às necessidades dos utilizadores.

Os Fóruns atraem profissionais e decisores de sectores tais como:

- » Agricultura e segurança alimentar;
- » Recursos hídricos;
- » Produção e distribuição de energia;
- » Saúde pública;
- » Resposta e redução do risco de desastres;
- » Divulgação e comunicação.

Outros sectores, como o turismo, os transportes, o planeamento urbano, etc., estão cada vez mais envolvidos.

Com base nas necessidades de certos sectores especializados têm sido realizados fóruns de perspectivas sectoriais, tais como os Fóruns de Perspectivas da Malária (MALOF) em África, conjuntamente com os Fóruns Regionais de Perspectivas Climáticas.

<sup>a</sup> RCOFs: [http://www.wmo.int/pages/prog/wcp/wcasp/clips/outlooks/climate\\_forecasts.html](http://www.wmo.int/pages/prog/wcp/wcasp/clips/outlooks/climate_forecasts.html)

<sup>b</sup> Fórum de Perspectivas Climáticas para o Grande Corno de África (GHACOF); Fórum de Perspectivas Climáticas para a África Meridional (SARCOF); Previsão Sazonal para a África Ocidental (PRESAO); Previsão Sazonal para a África Central (PRESAC); Fórum Regional sobre a Previsão, Análise e Monitoramento do Clima para a Ásia (FOCRAIL); Fórum de Perspectivas Climáticas para o Sul da América do Sul (SSACOF); Fórum de Perspectivas Climáticas para a Costa Ocidental da América do Sul (WCSACOF); Fórum de Perspectivas Climáticas para a América Central (FCCA); Fórum de Perspectivas Climáticas para as Ilhas do Pacífico (PICOV); Fórum de Perspectivas Climáticas para o Sudeste da Europa (SEECOF).

## CAIXA 2 El Niño–Oscilação do Sul (ENSO)

As previsões climáticas sazonais são baseadas no El Niño–Oscilação do Sul (ENSO) que se refere às mudanças nas temperaturas da superfície do mar (TSM) no Pacífico equatorial oriental e às relacionadas mudanças nos gradientes de pressão barométrica e padrões de vento no Pacífico tropical (Oscilação do Sul). A atividade do ENSO é caracterizada por fases quentes (*El Niño*), neutras ou frias (*La Niña*) identificadas por anomalias nas TSM. Embora o fenómeno ENSO ocorra no âmbito do Pacífico tropical, ele afeta a variabilidade climática interanual em muitas outras regiões do mundo. Na África Ocidental, por exemplo, pode afetar a precipitação sazonal relativa aos 3 meses de Julho, Agosto e Setembro, durante os quais ocorre 90 por cento da precipitação anual total.

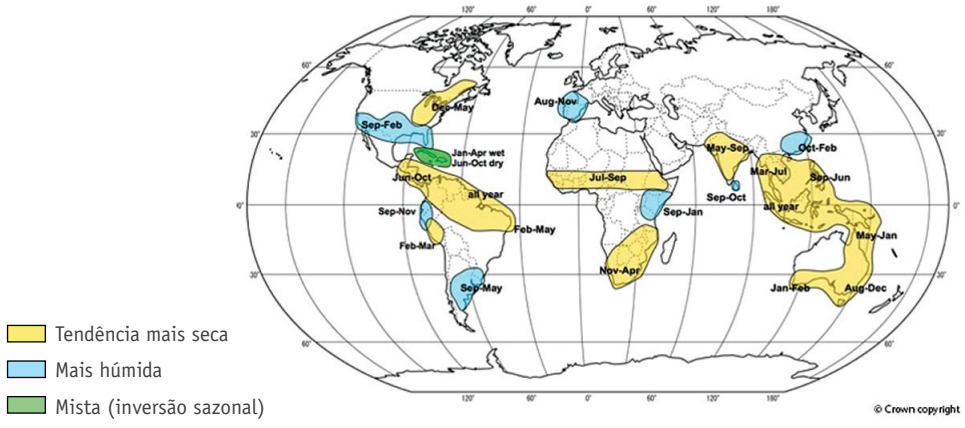
Os impactos climáticos dos eventos ENSO são apresentados nas **Figuras 9, 10, 11 e 12** (fonte: *UK Met Office*)<sup>a</sup>. Os mapas fornecidos de seguida resumem os principais impactos na precipitação sazonal e as temperaturas junto à superfície em áreas terrestres para os fenómenos *El Niño* e *La Niña*. Para cada região marcada a cor indica a tendência e o texto indica a sazonalidade do impacto. Os mapas baseiam-se em análises de conjuntos de dados históricos que se estendem por várias décadas e em informações de publicações sujeitas a revisão por pares. Cada evento ENSO é diferente e ocorre em conjunto com outros eventos climáticos. Nem todos os impactos ocorrem em todos os eventos e não podem ser confinados às regiões indicadas. Portanto, estes mapas não devem ser considerados como previsões para um evento presente, mas sim como uma indicação de áreas onde os impactos são prováveis com base em evidências históricas.

A maioria dos impactos ocorre durante o inverno do hemisfério norte (**Fig. 9 e 10**), de dezembro a fevereiro. Durante o evento quente (*El Niño*) normalmente verificam-se condições mais quentes na região noroeste e costa nordeste da América do Norte, no sudeste do Brasil, em parte da região da costa leste da Ásia e na Índia, assim como condições mais quentes e secas no sudeste da África. Na parte sul dos Estados Unidos prevalecem condições mais húmidas e frias, com condições mais húmidas ao longo da costa nordeste da Argentina e condições mais secas ao longo da costa nordeste do Brasil. Durante o verão do hemisfério norte, de junho a agosto, há pouco impacto do *El Niño* no hemisfério norte. Os principais impactos do *El Niño* durante este período são condições mais quentes ao longo da costa sudeste do Brasil e da costa nordeste da Argentina, bem como condições mais frias e secas no sul do Oceano Pacífico central. Embora os eventos do *La Niña* sejam caracterizados por condições opostas aos eventos do *El Niño*, os efeitos ao redor do mundo não são necessariamente o oposto dos efeitos do *El Niño*. As **Figuras 11 e 12** também retratam os impactos do evento oposto denominado *La Niña*.

<sup>a</sup> <http://www.metoffice.gov.uk/research/climate/seasonal-to-decadal/gpc-outlooks/el-nino-la-nina/enso-impacts>

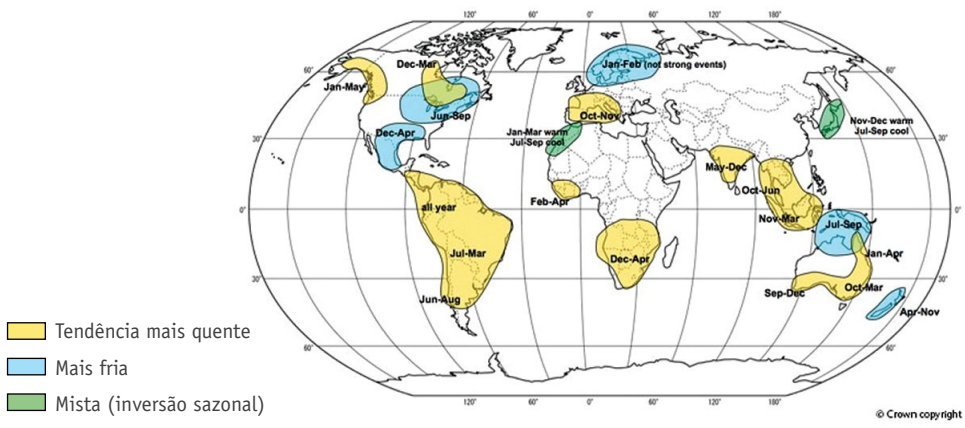
As investigações ao longo do último século, particularmente nas últimas duas décadas, mostram que, potencialmente, o clima sazonal é previsível em muitas regiões do mundo (Goddard *et al.*, 2001). As previsões sazonais são baseadas em vários fenómenos fomentadores globais de interação entre o oceano e a atmosfera. O fator oceânico que mais influencia os padrões de precipitação na generalidade dos trópicos é a anomalia nas temperaturas da superfície do mar e a diferença de pressão. Um sistema probabilístico de previsão de precipitação baseado na identificação de relações de desfaseamento entre os valores do Índice de Oscilação do Sul (SOI) foi proposto para fornecer uma

**FIGURA 9** Impacto do "El Niño" na precipitação



Fonte: UK Met Office

**FIGURA 10** Impacto do "El Niño" na temperatura



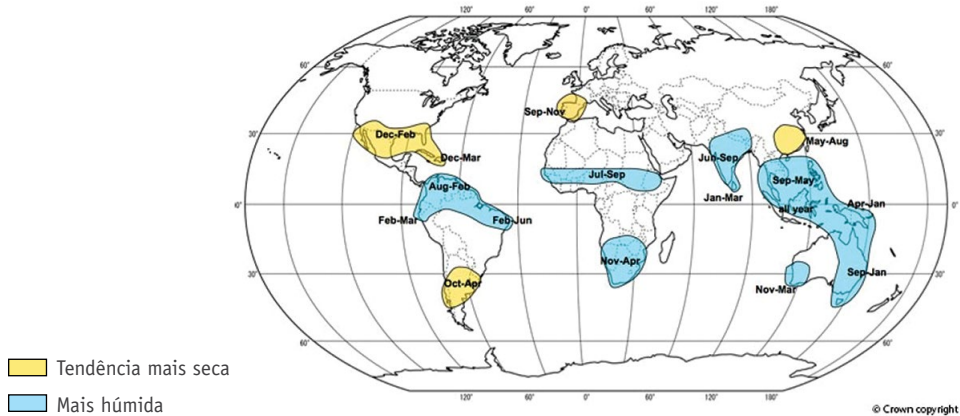
Fonte: UK Met Office

medida quantitativa da fase do ciclo ENSO e da precipitação futura (Stone *et al.*, 1996). O sistema fornece uma distribuição de probabilidade da precipitação com três a seis meses de antecedência para a maioria das regiões do mundo.

Vários institutos de investigação internacionais fornecem previsões climáticas sazonais regulares, tais como o *International Research Institute for Climate and Society* (IRI<sup>14</sup>) (Fig. 13), e o *European*

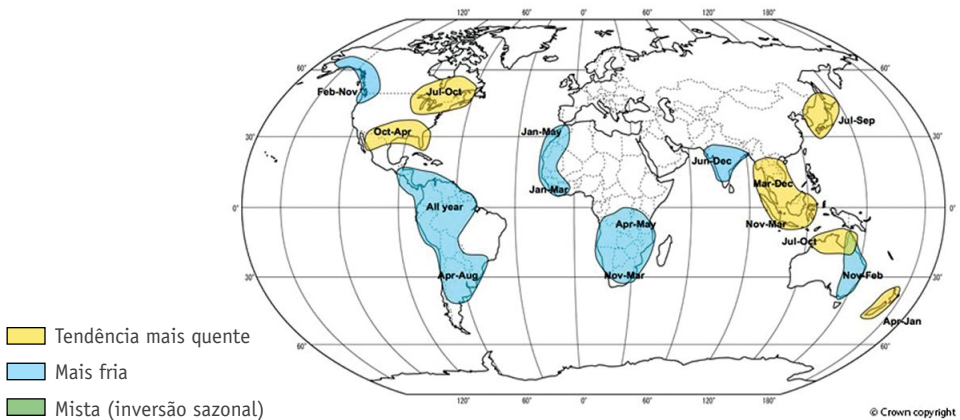
<sup>14</sup> IRI: <http://iridl.ldeo.columbia.edu/maproom/?bbox=bb percent3A-20 percent3A-40 percent3A55 percent3A40 percent3A60>

FIGURA 11 Impacto de "La Niña" na precipitação



Fonte: UK Met Office

FIGURA 12 Impacto de "La Niña" na temperatura



Fonte: UK Met Office

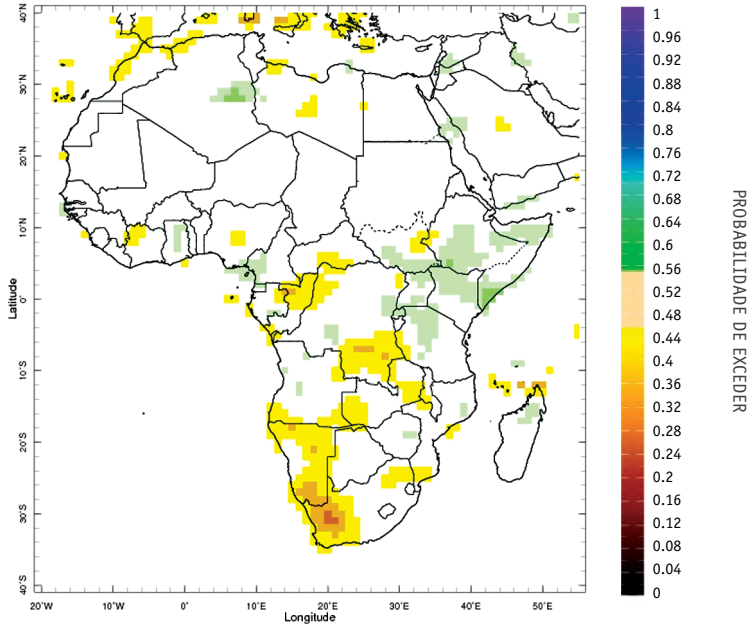
Center for Medium-Range Weather Forecast (ECMWF<sup>15</sup>) (Fig. 14). O Global Forecasting Center for Southern Africa do Climate Systems Analysis Group (CSAG<sup>16</sup>) também produz e fornece previsões climáticas sazonais, no entanto esta distribuição em particular foi temporariamente suspensa.

Existem boas correlações entre as estações de cultivo na África Ocidental e na África Austral e as "chuvas curtas" de Outubro a Dezembro na África Oriental. Os mapas de previsão sazonal são preparados pelo Regional Center for Agro-Hydro-Meteorology (AGRHYMET) para a região do Sudão

<sup>15</sup> ECMWF: <http://www.ecmwf.int>

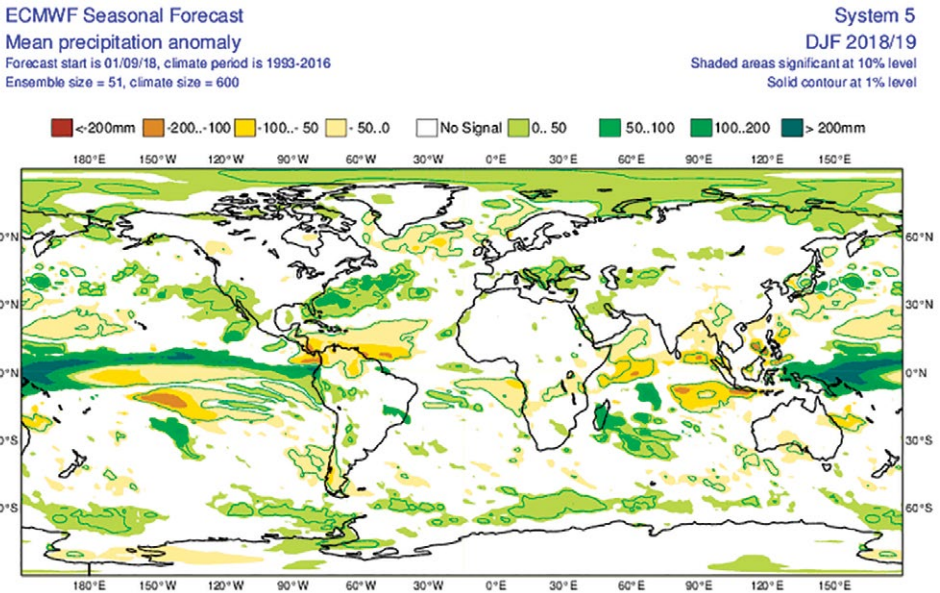
<sup>16</sup> CSAG: <http://www.csag.uct.ac.za>

**FIGURA 13** Previsão de Precipitação Sazonal para Dez 2018-Fev 2019 em África



Fonte: [http://iridl.ldeo.columbia.edu/maproom/Global/Forecasts/NMME\\_Seasonal\\_Forecasts/precipitation.html](http://iridl.ldeo.columbia.edu/maproom/Global/Forecasts/NMME_Seasonal_Forecasts/precipitation.html)  
Modificado para refletir as fronteiras adotadas pelas Nações Unidas.

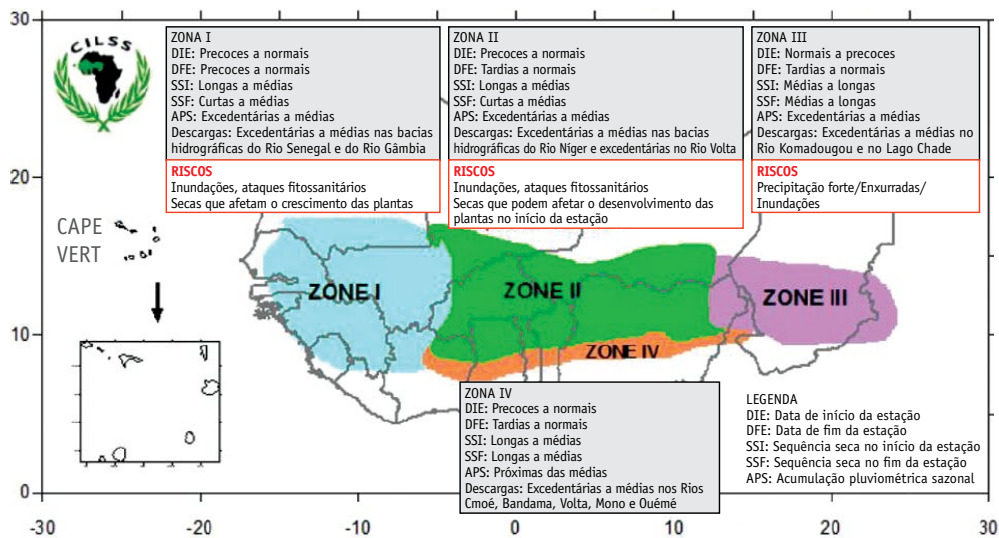
**FIGURA 14** Previsão de Precipitação Sazonal para Dez 2018-Fev 2019



Fonte: ECMWF



FIGURA 15 Previsão de precipitação para a estação de 2017 na região do Sudão e do Sahel



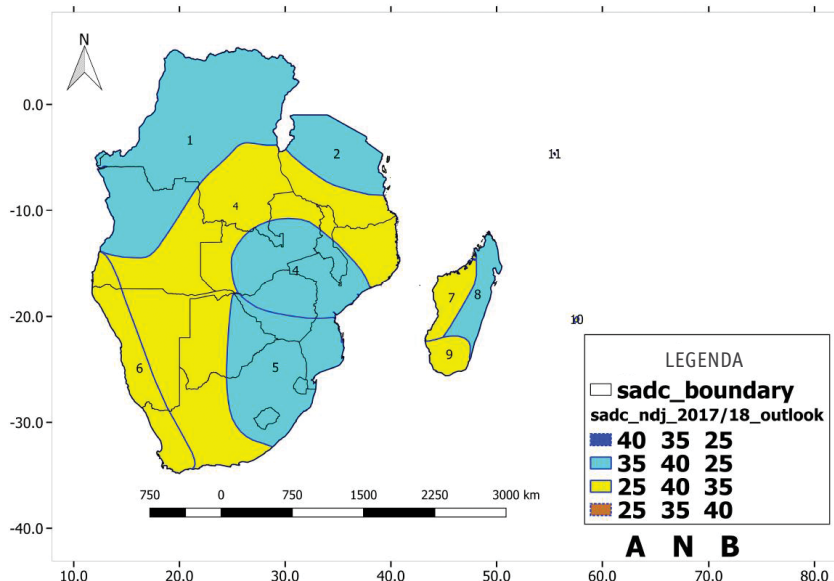
Fonte: [http://www.agrhymet.ne/PDF/carte\\_synthese\\_presass2017.pdf](http://www.agrhymet.ne/PDF/carte_synthese_presass2017.pdf)

e Sahel (Fig. 15), pelo *Climate Prediction and Applications Center* (ICPAC) para a região da África Oriental (Fig. 16) e pelo Fórum Regional de Perspectivas Climáticas para a África Austral (Fig. 17) para a correspondente região. Estes mapas são um exemplo de um bom produto climático, no entanto, não representam um serviço de clima que satisfaça adequadamente as necessidades dos agricultores. O resultado do modelo foi inicialmente desenvolvido para apoiar os serviços meteorológicos e hidrológicos nacionais para reduzir especialmente a escala das previsões. No entanto em vários países, as previsões sazonais que chegam aos interessados a nível nacional na forma, formato e escala originais não são versões melhoradas nem foram adaptadas às necessidades dos interessados nos respetivos países (Hansen *et al.*, 2011). Durante os últimos anos, alguns Serviços Nacionais de Meteorologia têm realizado reduções da escala da previsão sazonal para o próprio país (Fig. 18) a fim de colmatar esta lacuna. Vários constrangimentos relativos à utilização de previsões sazonais, bem como efeitos benéficos para os agricultores na África Subsaariana, foram identificados pela investigação empírica (Hansen *et al.*, 2011) do seguinte modo:

### Conteúdo da informação:

- » Escala espacial grosseira com falta de informação local;
- » Falta de informação sobre a distribuição da precipitação;
- » Falta de informação sobre o início ou duração da estação;
- » Ambiguidade sobre as categorias de previsão;
- » Previsões que não estão na língua local;
- » Precisão insuficiente;
- » Resultados probabilísticos (não são bem geridos pela população local).

**FIGURA 16** Atualização das perspectivas de precipitação para Nov 2017-Jan 2018 na região da África Austral



Fonte: [http://csc.sadc.int/images/documents/SARCOF%2021\\_Statement.pdf](http://csc.sadc.int/images/documents/SARCOF%2021_Statement.pdf)

### Acesso:

- » Acesso desigual;
- » Previsões disponibilizadas demasiado tarde (atraso de duas semanas após a produção da previsão);
- » Negligência na comunicação de previsões favoráveis e enviesamento no sentido de condições adversas.

Existem ainda grandes discrepâncias entre as necessidades dos agricultores e as informações das previsões sazonais que são disponibilizadas de forma rotineira. A fim de atender às necessidades práticas, a estrutura das previsões sazonais deve considerar:

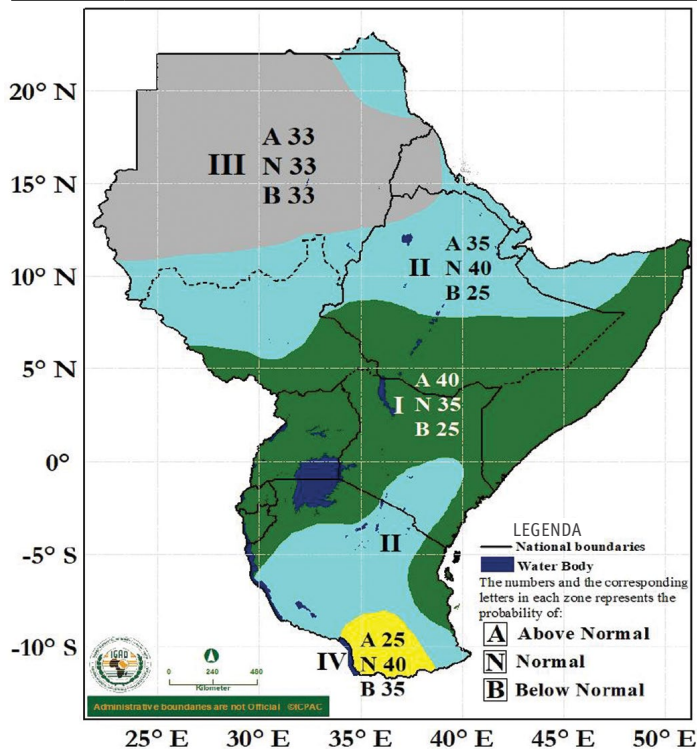
- i. a redução de escala e a interpretação local;
- ii. as condições meteorológicas da estação de crescimento para além da média sazonal;
- iii. a precisão expressa em termos transparentes e probabilísticos;
- iv. a interpretação dos resultados em termos de impactos agrícolas e de consequências para a gestão agrícola.

Para o aproveitamento das informações das previsões sazonais a nível local deve incluir-se:

- » A distribuição de probabilidade da previsão da precipitação sazonal total traçada em relação à distribuição climatológica;
- » A comparação das séries cronológicas das observações climáticas históricas (por exemplo, quantidade de precipitação mensal) em relação a previsões retrospectivas (ou seja, resultados de cálculos estatísticos que determinam as prováveis condições passadas);
- » A mesma informação para o número de dias de chuva;

Atualização das perspectivas de precipitação para Dezembro de 2018 na região da África Oriental

FIGURA 17



Fonte: <http://www.icpac.net/images/bulletin/seasonal/GHACOF%2050%20Bulletin.pdf>  
Modificado para refletir as fronteiras adotadas pelas Nações Unidas.

» Mapa de probabilidade de eventos extremos (períodos secos e precipitação extrema).

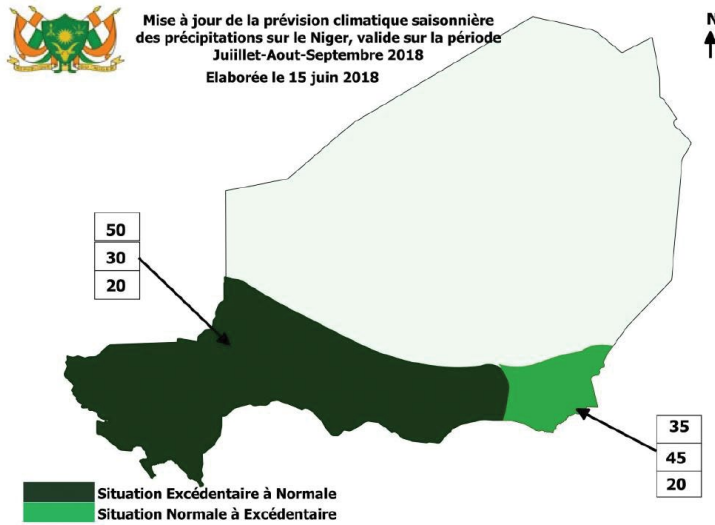
Neste contexto, o IRI desenvolveu informações quantitativas de previsão climática sazonal em escala reduzida<sup>17</sup> a nível local para agricultores e outros tomadores de decisões agrícolas. Estas informações incluem:

- uma distribuição de probabilidade da previsão da precipitação sazonal total traçada em relação à distribuição climatológica;
- uma série cronológica de observações climáticas históricas e as previsões retrospectivas;
- a mesma informação para o número de dias de chuva (**Fig. 19**).

Vários estudos confirmaram que os agricultores podem efetivamente obter benefícios substanciais quando comunicam com os especialistas que produzem produtos de informação climática e, mais importante ainda, quando as suas necessidades são tidas em conta. Levantamentos de campo indicam que entre 30 e 80 por cento dos agricultores que relataram ter recebido informações de previsões sazonais mudaram a sua gestão (como o momento de plantio e a variedade da cultura) com

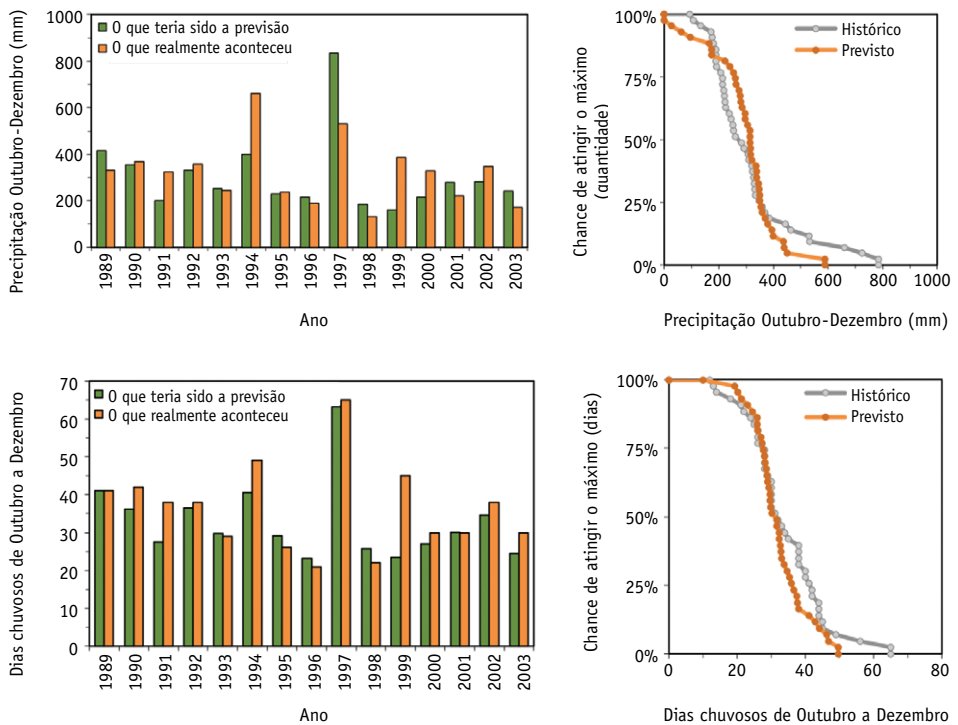
<sup>17</sup> The International Research Institute for Climate and Society (IRI) (<http://portal.iri.columbia.edu/portal/server.pt>). <http://journals.cambridge.org/action/displayAbstract?fromPage=online&aid=8235654>

**FIGURA 18** Previsão de precipitação sazonal para Julho-Setembro de 2018 no Níger



Fonte: <https://www.meteo-niger.org/content.php?page=131>

**FIGURA 19** Previsão em escala reduzida da precipitação total para Outubro-Dezembro de 2004 em Katumani (Quênia)



Fonte: adaptado de Hansen *et al.*, 2011

base nas previsões (Hansen *et al.*, 2011). A frequência é um elemento importante a considerar pois os agricultores podem readaptar as suas estratégias de cultivo com base na previsão. Portanto, como algumas decisões precisam ser tomadas com antecedência, os agricultores têm tempo suficiente para mudar as suas estratégias (organizar a colheita ou o plantio, a variedade de cultura, etc.). A frequência das previsões meteorológicas deve ser diária, a cada 3 dias e semanal. As previsões intra-sazonais devem ser mensais e as previsões sazonais antes de cada estação. Por fim, deve existir uma projeção de médio prazo de 10 anos, bem como cenários de 20-30 anos para projeções de alterações climáticas.

A resolução espacial deve ir de encontro às necessidades locais, subnacionais, nacionais, regionais e internacionais, o que significa informação para decisões sobre práticas de gestão da agricultura, da pecuária e da pesca. As necessidades subnacionais incluem disponibilidade de alimentos, monitoramento, armazenamento e fornecimento de fatores de produção, marketing, aquisição e crédito. As necessidades nacionais incluem informação para o desenvolvimento de políticas, planeamento e planos de ação. A segurança alimentar, a gestão de pragas e doenças transfronteiriças, a monitorização da água dos rios e o seguimento de eventos extremos, tais como secas e inundações, estão entre as necessidades regionais e internacionais mais comuns. A nível local a utilização de previsões sazonais de precipitação e a sua divulgação pelos Serviços Nacionais de Meteorologia melhorou, em particular e de forma considerável, as decisões de gestão prévias à campanha agrícola tomadas pelos agricultores.

De seguida é apresentado um elenco de *links* de centros regionais africanos e internacionais que produzem previsões climáticas sazonais:

### Previsões sazonais regionais africanas:

- » **CILSS Regional Center for Agro-Hydro-Meteorology (AGRHYMET)**  
<http://www.agrhymet.ne/eng/index.html>
- » **IGAD Climate Prediction and Applications Center (ICPAC)**  
<http://www.icpac.net>
- » **African Center of Meteorological Applications for Development (ACMAD)**  
<http://www.acmad.net/new>
- » **Centro de Serviços Climáticos da Comunidade de Desenvolvimento da África Austral (SADC)**  
<http://www.sadc.int/news-events/newsletters/climate-outlook>

### Previsões sazonais internacionais

- » **International Research Institute for Climate and Society (IRI)**  
<http://iri.columbia.edu/our-expertise/climate/forecasts/seasonal-climate-forecasts>
- » **European Center for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF)**  
<https://www.ecmwf.int>
- » **NOAA Climate Prediction Center (CPC) NMME**  
<http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/international/nmme/nmme.shtml>

As culturas reagem principalmente a variações diárias de precipitação e de temperatura. Antes da deteção das alterações climáticas, a utilização de registos climáticos de longo prazo (cerca de 30 anos) determinou a probabilidade de ocorrência de uma ampla gama de parâmetros agroclimáticos importantes para a agricultura e o risco a eles associado. No entanto, este período de tempo de

resposta às abordagens agrícolas diminuiu aproximadamente 10 anos devido às condições geradas por um clima em mudança (Zuma-Netshiukhwi, 2013). Consequentemente, as decisões de gestão agrícola baseadas nas previsões sazonais de precipitação estão agora melhor desenvolvidas (Tabela 2).

**TABELA 2** Decisões de gestão por agricultores que utilizam previsões sazonais de precipitação

NO CASO DE PREVISÃO DE ESTAÇÃO SECA (PRECIPITAÇÃO ABAIXO DO NORMAL)	NO CASO DE PREVISÃO DE ESTAÇÃO NORMAL WOU DE CHUVAS (PRECIPITAÇÃO NORMAL OU ACIMA DO NORMAL)
Garantir que a terra seja cultivada em tempo útil antes de condições mais secas.	Garantir que a terra seja cultivada em tempo útil antes do início de eventos de forte precipitação.
Solicitar fatores de produção (viveiros de plântulas, sementes e fertilizantes) antes de iniciar o plantio.	Solicitar fatores de produção (viveiros de plântulas, sementes e fertilizantes) antes de iniciar o plantio.
Verificar simultaneamente as previsões meteorológicas e as previsões climáticas. Elaborar um plano operacional para a estação.	Verificar simultaneamente as previsões meteorológicas e as previsões climáticas. Elaborar um plano operacional para a estação.
Reduzir a densidade de plantio em pelo menos 25%-50%.	Introduzir uma densidade de plantio normal ou superior.
Reduzir a mão-de-obra e a utilização de outros fatores de produção.	Garantir que existe mão-de-obra suficiente e aplicar fertilizante.
Plantar imediatamente antes do início esperado do primeiro evento de ocorrência de precipitação.	Adotar plantio sequencial e intercalação de culturas.
Adotar culturas tolerantes à seca, como sorgo, milhete e mandioca.	Plantar culturas variadas (diversificar).
Controlar as ervas daninhas com frequência.	Controlar as ervas daninhas com maior frequência.
Introduzir métodos de conservação da água, tal como a utilização de diferentes tipos de cobertura do solo.	Reforçar a utilização de socalcos e cumes/diques para reduzir a erosão e o escoamento superficial.
Reduzir a superfície cultivada.	Aumentar a superfície cultivada.
Adotar medidas de conservação da água.	Armazenar a água para utilização em caso de ocorrência de períodos secos.

Fonte: Zuma-Netshiukhwi, 2013

No entanto, os RCOF não divulgam adequadamente as previsões sazonais aos pequenos agricultores (Mafongoya P.L. *et al.*, 2017). As principais razões são as seguintes:

- » As previsões não são suficientemente específicas para as necessidades dos utilizadores finais. Isto inclui problemas relacionados com a fraca resolução espacial e com a resposta às necessidades de tomada de decisões agrícolas à escala local, bem como falta de informação sobre a distribuição das chuvas intra-sazonais;
- » Má interpretação e comunicação das previsões, o que resulta em equívocos e baixas taxas de divulgação;
- » Incapacidade dos agricultores se adequarem às previsões devido à sua falta de acesso a sementes, fertilizantes, mão-de-obra e crédito, o que lhes permitiria ajustar-se ao clima sazonal esperado;
- » Má distribuição da previsão devido à falta de canais de comunicação. A previsão muitas vezes chega aos agricultores quando o evento já ocorreu ou sem permitir tempo suficiente para mudanças da gestão agrícola.

#### 2.4.1.4 Projeções de alterações climáticas

As projeções de alterações climáticas são utilizadas para indicar os padrões de precipitação e temperatura no período de 30 a 50 anos. Elas podem servir como um guia para orientar as principais decisões de investimento relacionadas com a gestão de longo prazo da água, como, por exemplo, a construção e localização de novos reservatórios, assim como para disponibilizar cenários de produtividade de culturas. O acesso e a qualidade dos dados para o desenvolvimento de cenários climáticos são questões chave para o sucesso de qualquer projeto de desenvolvimento de cenários. O primeiro passo consiste na avaliação da disponibilidade de dados climáticos históricos para o clima de referência na região e na análise dos dados meteorológicos históricos (ou seja, temperatura, precipitação, vento, etc.) e outras medições relacionadas com o clima.

Os seguintes aspetos dos dados climáticos históricos da região devem ser considerados:

- i. o número de estações;
- ii. a cobertura territorial dos dados;
- iii. a extensão dos registos;
- iv. a qualidade dos registos.

Por regra, o controlo de qualidade dos dados de observação é um processo demorado que requer planificação, uma vez que a disponibilidade de dados históricos é fundamental para a compreensão das futuras mudanças no clima. Além dos dados meteorológicos históricos, outros tipos de dados também são importantes para o desenvolvimento dos cenários climáticos. As características da superfície da terra (ou seja, o tipo de solo e o tipo de cobertura da terra, como floresta, prados, zonas urbanas, bacias hidrográficas) são fundamentais para determinar o que é necessário para os modelos de base física. Outros dados dependem da natureza da avaliação de vulnerabilidade e adaptação, podendo incluir dados relativos a população, energia e emissões. O clima local pode ser considerado como o resultado de uma combinação da geografia local (fisiografia) e do clima de grande escala (circulação):

**Clima local,  $y = f(X, L, G)$**

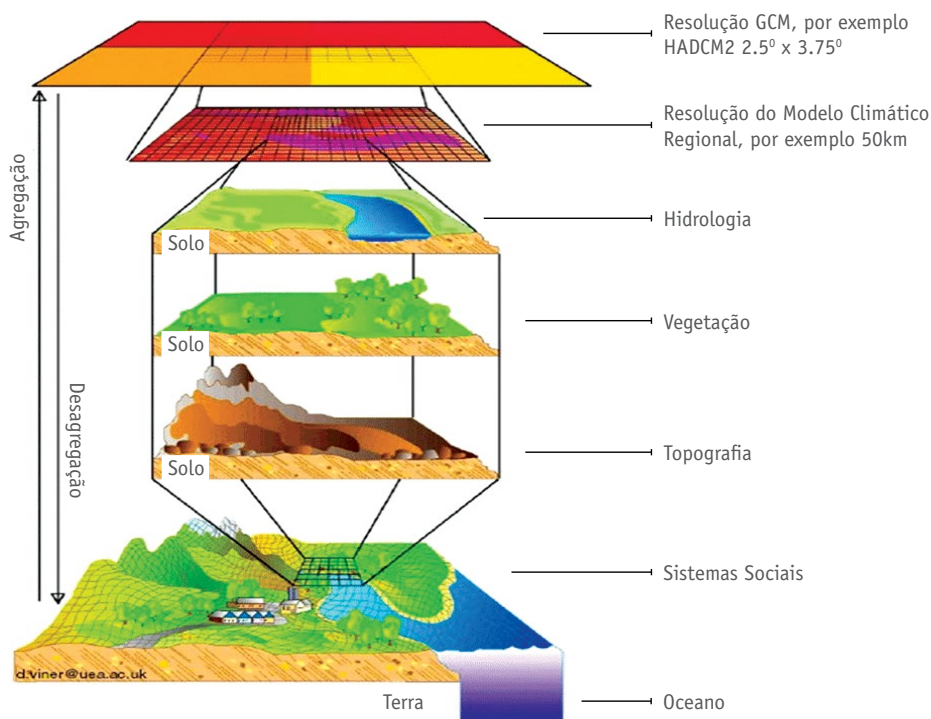
onde X = Clima regional; L = Geografia local; G = Clima global

Os Modelos Climáticos Globais (GCM) fornecem projeções do clima futuro com uma resolução de aproximadamente 100 km. Além disso, estão disponíveis alguns Modelos Climáticos Regionais (RCM), como a “Iniciativa Cordex<sup>18</sup>” que pode alcançar uma resolução de 0.25°, após a qual é utilizada a técnica de redução de escala (**Fig. 20**) para produzir informações climáticas de resolução mais fina a partir de modelos numéricos de resolução grosseira, como os GCM ou os RCM. Atualmente podem ser encontradas na Internet projeções regionais de alterações climáticas a nível nacional fornecidas por institutos internacionais, tais como as que constam nos *Climate Change Country Profiles*<sup>19</sup> do PNUD, onde também estão disponíveis dados em bruto da projeção climática através do projeto

<sup>18</sup> Iniciativa Cordex: <http://www.cordex.org/data-access/esgf>

<sup>19</sup> Universidade de Oxford, Escola de Geografia e Ambiente:  
<http://www.geog.ox.ac.uk/research/climate/projects/undp-cp>

FIGURA 20 Redução dos modelos de circulação global ( $\pm 200\text{km}$ ) para escala local (1–10km)



Fonte: adaptado de Viner *et al.*, 2012

*Coupled Model Intercomparison Project* (CMIP<sup>20</sup>). Em situações onde equipamento adequado e pessoal qualificado estão disponíveis, pode ser obtido e utilizado *software* específico para obter projeções para cada região individualmente. É o caso do **PRECIS**, desenvolvido pelo Serviço Nacional de Meteorologia do Reino Unido (*UK Met Office*).

Em baixo apresentam-se alguns fornecedores de projeções climáticas futuras à escala nacional:

- » Banco Mundial – *Climate Change Knowledge Portal* – <http://sdwebx.worldbank.org/climateportal>
- » *ClimateWizard - The Nature Conservancy*, Universidade de Washington e Universidade do Sul do Mississippi – <http://climatewizard.org>
- » *Climate Information Platform (CIP)*, *Climate Systems Analysis Group*, Universidade da Cidade do Cabo (África do Sul) – <http://cip.csag.uct.ac.za/webclient2/app>
- » *PRECIS (Providing Regional Climates for Impacts Studies)* – <http://www.metoffice.gov.uk/research/applied/international/development/precis/introduction>

<sup>20</sup> CMIP: <https://www.wcrp-climate.org/wgcm-cmip>



**CAIXA 3 Patamares de Concentração Representativos (RCP)**

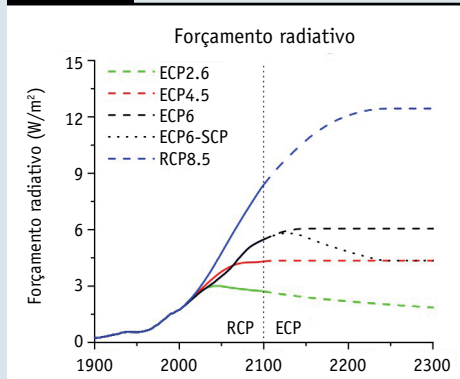
Como podem os modelos simular a projeção futura do clima? Como descrito nos capítulos anteriores, a evolução do clima não depende apenas da evolução física da atmosfera, mas também do forçamento do sistema terrestre. As mudanças no balanço radiativo da Terra são um dos principais catalisadores da evolução futura do clima. Por esta razão a comunidade científica do IPCC desenvolveu uma abordagem de RCP para definir um conjunto de ideias sobre a evolução futura do clima.

A projeção de forçamento radiativo é o principal contributo para diferentes modelos climáticos de diferentes instituições utilizados para obter conjuntos comparáveis de evolução climática e que podem ser agrupados em classes homogêneas. Basicamente, a evolução do clima representa quatro possíveis respostas antropogénicas às alterações climáticas. A resposta mais otimista (RCP 2.6) está ligada a uma política proactiva de mitigação da maior parte dos países do mundo, enquanto a mais pessimista (RCP 8.5) retrata uma situação em que não existem políticas de mitigação.

Os efeitos destes diferentes patamares na simulação do clima são os resultados que podem ser obtidos da evolução de diferentes parâmetros climáticos. A futura evolução da temperatura global apresentada no gráfico em baixo mostra um cenário mais otimista que pode ir de +0 a +1.5°C no final do século, bem como um cenário pessimista que prevê de +2,5 a +3,5°C no final do século.

**Extensão dos RCPs (forçamento radiativo e emissões de CO2 associadas)**

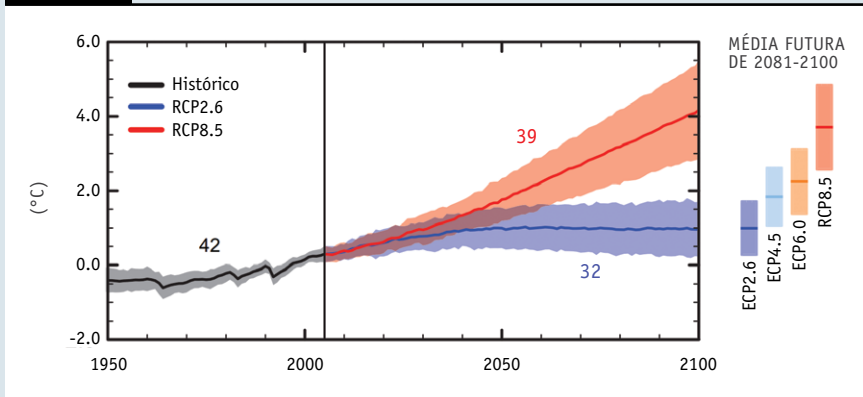
**FIGURA 21**



ECP corresponde a prolongamentos dos patamares de concentração. O SCP6 para 4.5 (patamar de concentração suplementar) mostra um prolongamento alternativo para o RCP6.

Fonte: Van Vuuren et al., 2011

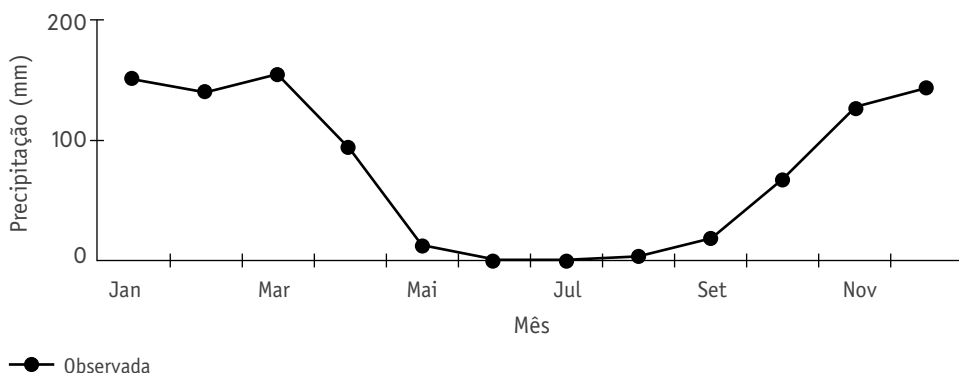
**FIGURA 22 Variação global da temperatura média da superfície**



Fonte: IPCC, 2013

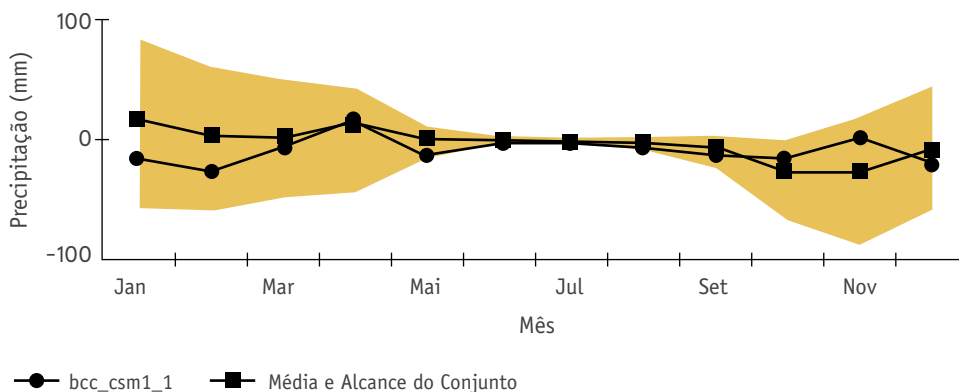
A **Figura 23** mostra a precipitação mensal histórica observada (mm) em Angola de 1986 a 2005, ao passo que a **Figura 24** mostra a alteração projetada na precipitação mensal (mm) para Angola de 2080 a 2099.

**FIGURA 23** Precipitação mensal histórica observada (mm) em Angola (1986-2005)



Fonte: [http://sdwebx.worldbank.org/climateportal/index.cfm?page=country\\_future\\_climate&ThisRegion=Africa&ThisCcode=AGO](http://sdwebx.worldbank.org/climateportal/index.cfm?page=country_future_climate&ThisRegion=Africa&ThisCcode=AGO)

**FIGURA 24** Alteração projetada na precipitação mensal (mm) para Angola (2080-2099). Comparação entre um modelo e a média e alcance do conjunto



Fonte: [http://sdwebx.worldbank.org/climateportal/index.cfm?page=country\\_future\\_climate&ThisRegion=Africa&ThisCcode=AGO](http://sdwebx.worldbank.org/climateportal/index.cfm?page=country_future_climate&ThisRegion=Africa&ThisCcode=AGO)

## 2.5 PRODUTOS DE DADOS RELACIONADOS COM O CLIMA

---

Se os eventos climáticos puderem ser previstos a um nível que permita uma resposta eficaz por parte do sector agrícola, isto potencialmente terá um impacto importante na segurança alimentar mundial. Consequentemente, os agricultores devem estar melhor preparados para as anomalias climáticas e, por conseguinte, menos vulneráveis. Compreender e interpretar os dados meteorológicos locais, bem como a relação entre o tempo e o clima, são os primeiros passos importantes para o reconhecimento das alterações climáticas globais em maior escala.

O clima é por vezes mencionado como o tempo “médio” para uma determinada área. Por exemplo, os Serviços Nacionais de Meteorologia em todo o mundo têm usado valores tais como temperaturas máximas e mínimas e quantidades de precipitação dos últimos 30 anos para apurar o tempo “médio” de qualquer área determinada. No entanto, variações, padrões e extremos também devem ser incluídos a fim de definir com mais precisão a especificidade climática de uma área. Em resumo, o clima é a soma de todas as informações estatísticas meteorológicas que ajudam a descrever um lugar ou região e que podem ser aplicadas em termos mais gerais a padrões climáticos de grande escala no tempo ou no espaço (por exemplo, um clima da Idade do Gelo ou um clima tropical). Para investigar como são causadas mudanças no clima pelo fator humano, os dados meteorológicos podem ser usados a partir do início dos registos históricos, desde que esses dados sejam precisos. Dados meteorológicos diários detalhados são recolhidos em estações meteorológicas de superfície em todo o mundo. No entanto, os seguintes fatores podem limitar a precisão dos dados:

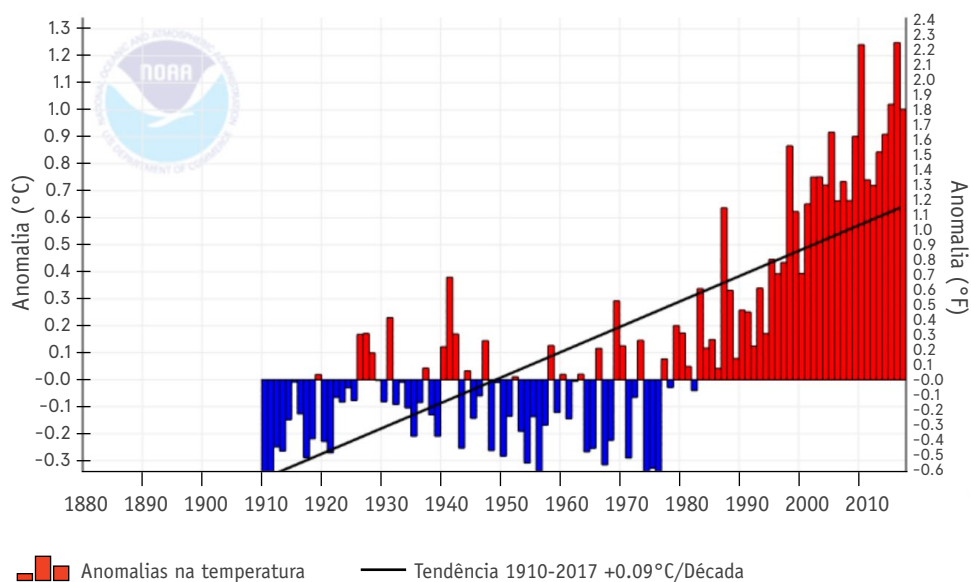
- » Muitas estações estão localizadas no interior ou na proximidade de áreas urbanas, onde muitas vezes se verificam temperaturas mais quentes do que na zona rural circundante. Isso deve-se às propriedades de absorção de calor do betão e do asfalto, bem como à falta de sombra e arrefecimento por evaporação proporcionados pela vegetação. Este fenómeno é conhecido como “efeito de ilha de calor urbana”;
- » Muitas estações meteorológicas foram transferidas de localizações rurais para aeroportos, o que torna difícil interpretar e comparar as medições ao longo do tempo.

A informação climática histórica consiste em registos de dados sobre o clima no passado, mas é importante ter em consideração qual a escala temporal mais relevante para a tomada de decisões. A utilização de diferentes escalas temporais permite que os utilizadores situem as suas análises climáticas no contexto das alterações climáticas, da variabilidade climática e da variabilidade interanual.

A **Figura 25** mostra as anomalias da temperatura da terra (°C) em África de 1910 a 2017. O termo “anomalia de temperatura” significa um desvio em relação a um valor de referência ou a uma média de longo prazo. Uma anomalia positiva (vermelho) indica que a temperatura observada foi mais quente do que o valor de referência, enquanto uma anomalia negativa (azul) indica que a temperatura observada foi mais fria do que o valor de referência. Com base nesta figura é possível medir os seguintes componentes da variabilidade climática:

- » Natureza interanual (valores vermelhos e azuis): como o clima pode mudar de ano para ano.
- » Tendência de longo prazo (linha negra): como o clima pode mudar a longo prazo (para além dos 30 anos). O contributo mais importante nesta escala temporal é o impacto das alterações climáticas. Aqui, a tendência de longo prazo mostra um aumento da temperatura ao longo de um período de mais de 100 anos.

FIGURA 25 Anomalias na temperatura da terra em África de 1910 a 2017



Fonte: <https://www.ncdc.noaa.gov/cag>

## 2.5.1 DADOS CLIMÁTICOS

Os dados climatológicos globais e das estações meteorológicas em tempo real provenientes de diferentes fontes são recebidos de várias formas (por exemplo, relatório manuscrito, texto formatado e não formatado, folhas de cálculo, texto ASCII, dados interpolados espacialmente, etc.). Nos últimos anos, a procura de dados climatológicos e agroclimáticos (incluindo dados de deteção remota) aumentou quase ao mesmo ritmo que o desempenho e velocidade de processamento dos computadores. De facto, existe uma grande procura devido a uma maior necessidade de resolução (no tempo e no espaço) para a utilização de aplicações específicas para uma localização ou área determinadas num intervalo de tempo definido. Naturalmente, a procura de dados está ligada à procura de instrumentos (métodos e *software*), por exemplo, quando aplicada à modelagem fenológica das culturas ou à estimativa das necessidades hídricas das culturas, mas também em decorrência dos parâmetros meteorológicos provenientes de imagens de satélite. Devem ser compiladas bases de dados climatológicos para sistemas de previsão e de monitorização de culturas porque a variabilidade climática de ano para ano é um fator dominante na variabilidade dos rendimentos das culturas. Como o consumo de água das culturas depende de diversas variáveis, tais como temperaturas e velocidade do vento, as bases de dados agrometeorológicos devem idealmente incluir mais do que apenas a precipitação. As condições climáticas podem variar significativamente mesmo em pequenas distâncias. As principais fontes de dados climatológicos históricos estão indicadas nos anexos.

### 2.5.1.1 Dados climáticos pontuais

A representatividade e homogeneidade dos registos climatológicos estão intimamente relacionadas com a localização do local de observação. Uma estação situada ou próxima de uma encosta íngreme, crista, falésia, cavidade, edifício, parede ou outro obstáculo é suscetível de fornecer dados que sejam mais representativos desse local em específico e não de uma área mais ampla. Uma estação que é ou será afetada pelo crescimento da vegetação, inclusive por um ligeiro crescimento das árvores perto do sensor, pelo crescimento de culturas altas ou bosques próximos, pela construção de edifícios em terrenos adjacentes, ou por aumentos (ou diminuições) no tráfego rodoviário ou aéreo (incluindo por mudanças no uso de pistas ou de vias de circulação) não irá fornecer dados representativos nem homogêneos. Uma estação de observação climatológica deve ser instalada num local que permita a exposição correta dos instrumentos e que permita a visão mais ampla possível do céu e da paisagem circundante, caso sejam necessários dados visuais. As diretrizes sobre onde instalar uma estação meteorológica são definidas pela Organização Mundial de Meteorologia (WMO, 2017).

A densidade e distribuição das estações climatológicas a serem implantadas numa rede terrestre para uma determinada área dependem dos elementos meteorológicos a observar, da topografia e do uso do solo na área e dos requisitos de informação sobre os elementos climáticos específicos em questão. A taxa de variação dos elementos climáticos numa área será diferente de elemento para elemento. Uma rede esparsa é suficiente para o estudo da pressão à superfície, e uma rede razoavelmente densa é suficiente para o estudo da temperatura máxima e mínima, mas são necessárias redes densas para examinar a climatologia da precipitação, vento, geada e nevoeiro, especialmente em regiões de topografia considerável.

As estações devem estar localizadas de acordo com características climáticas representativas que sejam coerentes na área em causa tanto com todos os tipos de terreno, tais como planícies, montanhas, planaltos, costas e ilhas, como com a cobertura superficial, tal como florestas, zonas urbanas, zonas agrícolas e desertos. Por exemplo, no que diz respeito aos dados utilizados em aplicações sectoriais numa área, pode ser necessária uma maior densidade de estações onde as atividades ou a saúde são sensíveis ao clima e uma menor densidade em locais com menos pessoas. Ao planear uma rede terrestre é necessário estabelecer compromissos entre a densidade ideal de estações e os recursos disponíveis para a instalação, funcionamento operacional e gestão das estações. A distribuição das estações numa rede sinóptica básica regional a partir da qual são recolhidos mensalmente dados climatológicos de superfície deve permitir que cada 250 000 km<sup>2</sup> sejam representados por pelo menos uma estação e até 10 estações uniformemente distribuídas, se possível. As redes das principais estações climatológicas devem ter um distanciamento médio de 500 quilómetros no máximo.

Tal como referido no capítulo 2.2, em todos os países do mundo existe uma rede de estações meteorológicas. No entanto, na prática, é difícil obter uma série fiável de medições diárias das variáveis representativas das regiões devido à baixa densidade destas estações, particularmente nos países em desenvolvimento. Por exemplo, o número total de estações sinópticas<sup>21</sup> convencionais em

---

<sup>21</sup> As estações meteorológicas sinópticas recolhem informações meteorológicas às horas sinópticas 00h00, 06h00, 12h00, 18h00 (UTC) e às horas sinópticas intermédias 03h00, 09h00, 15h00, 21h00 (UTC). Os instrumentos de medição comuns são o anemómetro, o catavento, o sensor de pressão atmosférica, o termómetro, o higrómetro e o pluviómetro. As medições meteorológicas são formatadas num formato especial e transmitidas à OMM para introdução no modelo de previsão meteorológica. As observações sinópticas também têm como finalidade o mapeamento de sistemas meteorológicos de grande escala (em tempo real e para a climatologia), bem como fornecer a base para a análise e verificação adequadas dos modelos meteorológicos operacionais.

África é de pouco mais de 1 150, o equivalente a uma densidade de 1 por 26 000 km<sup>2</sup> (Washington *et al.*, 2004), enquanto uma estação deveria representar uma área que varia de 2 000 km<sup>2</sup> a 10 000 km<sup>2</sup> para uma análise uniforme ou homogênea (WMO, 2017a). Embora vários projetos tenham apoiado a instalação de novas estações meteorológicas em África, a densidade da rede ainda está longe de ser ideal. Em vários países em desenvolvimento a densidade também apresenta uma tendência negativa, ou seja, uma diminuição no número de estações operacionais causada por problemas com o painel solar, com o registrador de dados ou com os equipamentos de comunicação, como o *modem*.

### 2.5.1.2 Dados climáticos em grelha

As estações meteorológicas devem ser instaladas de acordo com os padrões da OMM e tendo em consideração a sua densidade, que é particularmente baixa nos países em desenvolvimento. Para ultrapassar esta lacuna e estimar os dados climáticos para os pontos da Terra onde não estão disponíveis estações meteorológicas, os conjuntos de dados de observações espaciais irregulares (ou seja, não uniformemente distribuídos no terreno) e das observações meteorológicas são interpolados e podem ser combinados com informações provenientes de satélite para obter uma grelha regular de parâmetros meteorológicos. Esses conjuntos de dados permitem estimar os parâmetros climáticos em localizações distantes das imediações das estações meteorológicas, permitindo dessa forma a realização de estudos sobre o clima local em regiões onde os dados são escassos. Para criar conjuntos de dados em grelha são necessárias observações em formato digital a partir de uma rede de estações uniformemente distribuída.

## 2.5.2 INTERPOLAÇÃO ESPACIAL

A interpolação espacial é o processo de utilização de pontos com valores conhecidos para estimar os valores em outros pontos desconhecidos. A interpolação espacial dos dados climáticos visa estimar os valores da precipitação, da temperatura ou de qualquer outro parâmetro climático num determinado local com base nas observações efetuadas em locais vizinhos. A climatologia e agrometeorologia operacionais são regularmente confrontadas com problemas, tais como a estimativa de dados em falta. O cálculo da média da área, a estimativa dos dados em falta e a criação de grelhas são algumas das aplicações mais úteis das técnicas de interpolação espacial à climatologia e à agrometeorologia. De um ponto de vista metodológico os problemas da interpolação dos dados em falta e das grelhas de dados são em grande medida os mesmos. Nos últimos anos, com o desenvolvimento dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG), tem-se verificado uma maior necessidade de conjuntos de dados em grelha, ou seja, conjuntos de dados em que o valor de um parâmetro climático foi estimado em pontos com um espaçamento regular.

Devem ser utilizados dados referenciados geograficamente de uma variedade de fontes em conjunto com dados fornecidos pela rede meteorológica terrestre e informações obtidas de imagens de satélite. Atividades como o mapeamento da distribuição potencial de pragas dependem da aplicação de *software* destinado à agrometeorologia em bancos de dados climáticos.

As ferramentas dos SIG são utilizadas para geoestatísticas<sup>22</sup> e em práticas de interpolação espacial, como a transformação do valor de um ponto em superfícies interpoladas. Como as superfícies interpoladas devem representar a realidade no terreno com grande detalhe, são usadas várias técnicas para “ajudar” a interpolação do parâmetro selecionado a obter uma superfície contínua com a maior resolução possível.

As técnicas de interpolação espacial são necessárias principalmente na previsão de culturas para a segurança alimentar. Com efeito, a estimativa<sup>23</sup> dos rendimentos agrícolas é baseada nos valores de parâmetros climáticos e agronômicos das estações, enquanto as estimativas da produção alimentar são calculadas ao nível dos distritos e das províncias. Portanto, os rendimentos das culturas devem ser calculados com base na média da área, o que implica o cálculo dos rendimentos para um certo número de localizações, excedendo assim o número de estações meteorológicas disponíveis.

Existem muitos métodos de interpolação espacial, tais como o método de “Ponderação do Inverso das Distâncias” (IDWA) e o método dos “Polígonos de Thiessen”, para citar apenas alguns. Além disso, o método de “*Cokriging*” permite realizar uma ótima estimativa através da consideração de mais do que uma variável, isto é, tirando partido das relações entre as variáveis para melhorar a estimativa. Por exemplo, a altitude é uma variável adicional importante na estimativa de temperaturas. A escolha de um método de interpolação depende da finalidade da aplicação, da disponibilidade dos dados, bem como da eficiência do tratamento dos dados e dos custos. Por conseguinte, os métodos de interpolação a utilizar devem ter em conta a variabilidade espacial e temporal dos diferentes tipos de dados meteorológicos em relação aos processos meteorológicos.

A ferramenta *New\_LocClim (Local Climate Estimator)* desenvolvida pela FAO pode estimar as condições climáticas locais para qualquer localização na Terra para a qual não existam observações disponíveis. O utilizador pode escolher entre várias técnicas de interpolação populares (método do Vizinheiro Mais Próximo, IDWA, IDWA Modificado, método de Cressmanns, Funções de Distância, Polinômios, método de *Shepard*, *Kriging*, *Thin Plate Splines*). Além disso, podem ser tidos em conta a regressão de altitude e os gradientes horizontais locais ou regionais. A ferramenta *New\_LocClim* utiliza a base de dados climática da FAO com observações de quase 30 000 estações em todo o mundo, mas os utilizadores também têm a opção de processar os seus próprios dados. Consulte os anexos para mais detalhes.

---

<sup>22</sup> As geoestatísticas são um ramo da estatística que lida especificamente com dados espaciais. Significa que cada valor de dados está associado a uma localização no espaço (coordenadas geográficas) e que existe pelo menos uma relação implícita entre a localização e o valor dos dados. De uma forma muito simplista, pode ser vista como uma metodologia para interpolar dados num padrão irregular ou, de outra forma, realizar estimativas de valores em falta num ponto no espaço com base nos valores e características conhecidas de entidades vizinhas. Nos últimos anos as geoestatísticas têm tido uma grande variedade de aplicações e os dados climáticos interpolados espacialmente sobre as redes, muitas vezes mencionados como “superfícies climáticas”, são utilizados em muitas aplicações, particularmente em ciências ambientais, agrícolas e biológicas. A resolução espacial das superfícies climáticas utilizadas num determinado estudo depende das necessidades dessa aplicação e dos dados disponíveis. Para muitas aplicações são necessários dados com uma resolução espacial fina (1 km<sup>2</sup>) para capturar a variabilidade ambiental que pode ser parcialmente perdida em resoluções mais baixas, particularmente em áreas montanhosas e outras com gradientes climáticos íngremes (Bernardi *et al.*, 2006).

<sup>23</sup> O termo “estimativa” é usado para o valor eventualmente obtido através de técnicas de interpolação num ponto onde nenhuma observação está disponível. O termo não implica qualquer conotação de “previsão” neste contexto. Os valores previstos (estimados, em falta, interpolados) baseiam-se nos valores “conhecidos” ou “observados”.

### 2.5.3 FORMATOS DE DADOS DIGITAIS

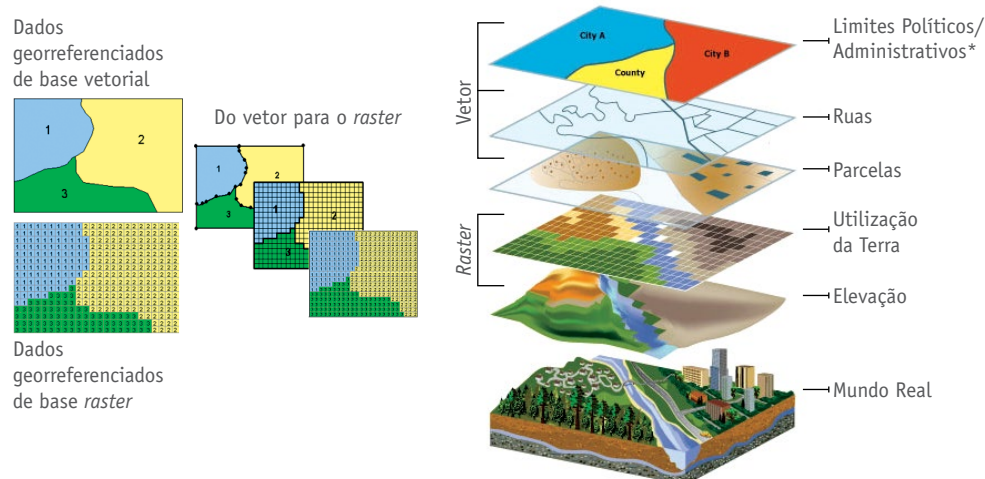
A interpolação espacial utiliza pontos vetoriais com valores conhecidos para estimar valores em localizações desconhecidas, a fim de criar uma superfície em formato *raster* que cubra toda uma área. Portanto, o resultado da interpolação é tipicamente uma camada em formato *raster*. Os dados vetoriais representam as características como simples pontos, linhas e polígonos, enquanto os dados *raster* representam a paisagem como uma matriz retangular de células quadradas (Fig. 26). Os conjuntos de dados *raster* são compostos por matrizes retangulares de células quadradas com o mesmo espaçamento. Cada célula tem um valor que representa uma característica ou atributo de interesse.

Embora qualquer tipo de dado geográfico possa ser armazenado em formato *raster*, os conjuntos de dados *raster* são especialmente adequados para a representação de dados contínuos do que de dados simples (como elevações, vegetação, estradas, edifícios) para representar as características do mundo real (Fig. 27). Da mesma forma, também podem ser adicionados parâmetros climáticos para representar as condições ambientais para uma área específica.

Em termos de imagens digitais, a resolução espacial refere-se ao número de pixels utilizados na construção da imagem. Imagens com maior resolução espacial são compostas por um maior número de pixels do que as de menor resolução espacial.

A medida da precisão ou de detalhe de uma representação gráfica é expressa em pontos por polegada, pixels por linha, linhas por milímetro, etc. É a medida de quão fina é uma imagem, que normalmente é expressa em pontos por polegada (dpi). A diferença ou distância mínima entre dois valores ou objetos medidos ou calculados de forma independente pode ser aferida por um método de medição ou analítico, ou pelo sensor aplicado. Esta diferença fornece um limite para a precisão

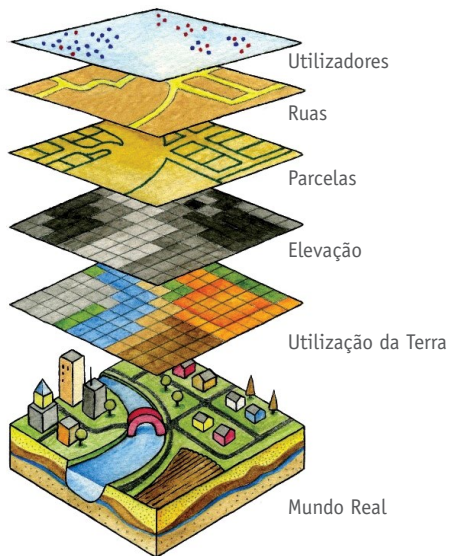
FIGURA 26 Conjuntos de dados vetoriais e em *raster* georreferenciados



\* ou seja, códigos postais, limite das cidades, distritos políticos, códigos de área, zonas residenciais e empresariais, etc.



FIGURA 27 Características do mundo real ilustradas por conjuntos de dados em *raster*

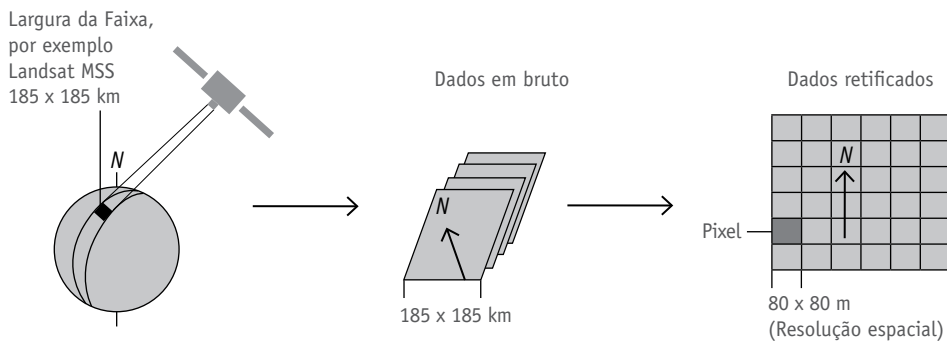


Fonte: <https://unstats.un.org/home>

e exatidão. É frequentemente denominada de resolução espacial, mas também se aplica a aspetos espectrais e temporais de sistemas de deteção remota de imagens.

A resolução é a precisão à qual uma determinada escala do mapa pode retratar a localização e a forma dos elementos do mapa; quanto maior a escala do mapa, maior a resolução possível (Fig. 28). À medida que a escala do mapa diminui, a resolução diminui e os limites dos elementos representados devem ser suavizados, simplificados ou inclusive não mostrados. O tamanho do menor elemento pode ser representado numa superfície e pequenas áreas podem ter que ser representadas como pontos.

FIGURA 28 Resolução espacial de uma imagem de satélite em *raster*



Fonte: <http://www.fao.org/docrep/003/t0355e/t0355e04.htm>



## CAPÍTULO 3

# PRODUTOS DA AGROMETEOROLOGIA

- AGROMETEOROLOGIA
- PARÂMETROS DE PRECIPITAÇÃO E DA ESTAÇÃO DE CULTIVO RELEVANTES PARA A AGRICULTURA
- ANÁLISE AGROMETEOROLÓGICA
- ZONAMENTO AGROECOLÓGICO
- SISTEMAS DE EXPLORAÇÃO AGRÍCOLA
- CALENDÁRIO AGRÍCOLA E ESTAÇÃO DE CRESCIMENTO DAS CULTURAS
- MONITORIZAÇÃO AGROMETEOROLÓGICA DAS CULTURAS
- CONSELHOS AGROMETEOROLÓGICOS
- PRODUTOS BASEADOS NA DETEÇÃO REMOTA

## 3.1 AGROMETEOROLOGIA

---

A agrometeorologia lida com os fatores meteorológicos, hidrológicos, pedológicos e biológicos que afetam a produção agrícola, bem como a interação entre a agricultura e o ambiente. Os principais objetivos da agrometeorologia<sup>24</sup> são: (i) estudar os recursos agroclimáticos; (ii) avaliar o seu impacto (positivo e negativo) na agricultura; e (iii) utilizar o conhecimento para melhorar os rendimentos. As condições meteorológicas e climáticas influenciam a produção agrícola e vários fatores climáticos têm sido utilizados para classificar o mundo em zonas agroclimáticas ou agroecológicas, de acordo com a distribuição potencial de uma série de culturas.

A agrometeorologia também se ocupa de todos os elementos da produção agrícola sensíveis ao clima, nomeadamente polinização, migração animal, pragas, transporte de agentes patogênicos pelo vento, irrigação, manipulação climática e climas artificiais, avaliações do risco climático, utilização de previsões meteorológicas na agricultura, previsões de produtividade e fenologia das culturas e, em particular, de aconselhamento aos agricultores, bem como dos dados e métodos necessários. A agrometeorologia moderna assenta num conjunto de novas ferramentas que incluem técnicas de aquisição de dados (observação no terreno, aeronave e satélite), técnicas de transmissão de dados (incluindo a Internet) e análise de dados (modelos e outros tipo de *software*).

A estimativa da vulnerabilidade e da frequência de eventos meteorológicos extremos e/ou de fatores prejudiciais em função da sua intensidade constitui o núcleo da metodologia dos Sistemas de Alerta Precoce. Do ponto de vista agrometeorológico, os indicadores de alerta precoce e os sistemas de gestão de riscos são as contribuições mais óbvias e eficazes para melhorar a adaptação à variabilidade e às alterações climáticas. Em especial, a utilização de instrumentos agrometeorológicos pode fornecer uma avaliação atual e futura do impacto da variabilidade climática nas culturas (isto é, na data de plantio, na duração da estação de crescimento, no rendimento, no índice meteorológico, etc.) a nível regional, nacional e local.

---

<sup>24</sup> A meteorologia agrícola (ou agrometeorologia) refere-se à interação entre os fatores meteorológicos e hidrológicos, por um lado, e à agricultura no sentido mais lato, incluindo a horticultura, a pecuária e a silvicultura, por outro. A agrometeorologia lida com os fatores meteorológicos, hidrológicos, pedológicos e biológicos que afetam a produção agrícola, bem como a interação entre a agricultura e o ambiente. O seu objetivo é explicar esses efeitos através da aplicação desse conhecimento e informações de apoio em práticas agrometeorológicas e através de serviços agrometeorológicos. Ao mesmo tempo os agricultores recebem orientações sobre como se preparar. Guia de Práticas Meteorológicas Agrícolas (GAMP), Edição de 2010 (WMO-No.134). Atualizado em 2012 [http://www.wmo.int/pages/prog/wcp/agm/gamp/gamp\\_en.php](http://www.wmo.int/pages/prog/wcp/agm/gamp/gamp_en.php)

## 3.2 PARÂMETROS DE PRECIPITAÇÃO E DA ESTAÇÃO DE CULTIVO RELEVANTES PARA A AGRICULTURA

---

A precipitação total e a sua distribuição são fatores fundamentais para a definição do zonamento agroecológico e dos sistemas agrícolas. Em termos gerais, as principais produções agrícolas no campo são determinadas pelas condições agroclimatológicas. Os constrangimentos relacionados com disponibilidade de água estão enraizados sobretudo na variabilidade e na imprevisibilidade da precipitação sazonal. Para a produção agrícola, a quantidade de precipitação pode ser dividida em três parâmetros constitutivos:

- » *Duração da estação*. Para o potencial de produção agrícola: o número de dias desde o início até à data de cessação da precipitação. Para uma cultura específica: a data de início da precipitação/ data de germinação da cultura (a que ocorrer mais tarde) até à data de cessação da precipitação/ data de maturação da cultura (a que ocorrer primeiro);
- » *Intensidade da precipitação*. A precipitação média por dia durante a estação húmida/das chuvas (índice de intensidade);
- » *Distribuição da precipitação* ao longo da estação, incluindo o número de dias de chuva e a duração dos períodos secos.

Os parâmetros meteorológicos são medidos diariamente numa localização exata, seguindo as diretrizes da OMM (WMO, 2017), onde as estações agrometeorológicas são instaladas. Normalmente, os dados são enviados para a Unidade Nacional de Agrometeorologia no final de cada período de 10 dias (decêndio). Os dados incluem:

- » Temperatura máxima e mínima do ar (em graus Celsius);
- » Temperatura do solo a 5, 10, 20, 30, 50, 100 cm de profundidade (em graus Celsius);
- » Duração da luz solar (em horas);
- » Radiação por metro quadrado (em mega joules);
- » Velocidade do vento a 2 e/ou 10 metros de altura (em metros por segundo);
- » Humidade relativa calculada às 09:00 e às 15:00 (percentagem);
- » Evaporação (em milímetros por dia);
- » Evapotranspiração potencial calculada (em milímetros por decêndios);
- » Precipitação (em milímetros por dia).

## 3.3 ANÁLISE AGROMETEOROLÓGICA

---

Na maioria dos sistemas agrícolas, os calendários agrícolas funcionam como um guia natural para os agricultores durante o seu processo de tomada de decisões. Estes calendários são geralmente baseados no padrão climático de longo prazo e na sua experiência passada relativamente a uma região específica. Num cenário de mudança climática a média de longo prazo utilizada como referência para as práticas agrícolas poderia ser alterada, e nesse caso os calendários agrícolas tradicionais deixariam de ser adequados devido às implicações na data de início e na duração da estação de

crescimento. As estratégias tradicionais desenvolvidas pelas comunidades agrícolas locais podem não ser eficazes num ambiente em que a variabilidade climática e os fenómenos meteorológicos extremos se tenham tornado mais pronunciados em resultado das alterações climáticas. As práticas agrícolas devem adaptar-se às novas tendências e os instrumentos agrometeorológicos podem fornecer informações climáticas que contribuam para a tomada de decisões. A análise agrometeorológica requer o desenvolvimento dos oito componentes seguintes:

1. Arquivo de dados climáticos históricos;
2. Arquivos sobre impactos climáticos na agricultura;
3. Instrumentos de monitorização com recurso a observações meteorológicas sistemáticas;
4. Instrumentos de monitorização com recurso a previsões sazonais;
5. Análise de dados climáticos (para determinar os padrões de variabilidade interanual e intra-sazonal e os eventos climáticos extremos);
6. Modelos de simulação de culturas;
7. *Software* para fornecer informações sobre as características relativas à vulnerabilidade e eficácia de adaptação do sistema, tais como resiliência, limiares críticos e mecanismos de resposta (esta informação é necessária para identificar as oportunidades para medidas de adaptação e o potencial de práticas de adaptação específicas);
8. Métodos para desenvolver índices de seguro climático para reduzir as perdas decorrentes dos impactos climáticos na agricultura.

Uma melhor utilização dos conhecimentos e tecnologias climáticas compreende o desenvolvimento de sistemas de monitorização e de mecanismos de resposta às condições climáticas atuais, tanto para as explorações agrícolas como para os governos. A tecnologia inclui principalmente a modelagem de impactos futuros com base no tempo atual (no contexto da estação) e ferramentas de apoio a decisões de diferentes complexidades. Na prática, as ferramentas de apoio a decisões são tabelas/fluxogramas ou *software* que auxiliam na tomada de decisões de gestão a nível da exploração agrícola com base em três tipos de contribuições:

- » O conhecimento das condições ambientais/agrícolas locais;
- » A medição de “parâmetros de decisão” locais por funcionários da extensão agrária locais ou por agricultores;
- » Considerações económicas (isto é, custo dos fatores de produção em comparação com os resultados esperados).

A previsão é o elemento básico de qualquer sistema de alerta e de política de adaptação que devam ser aplicados aos quatro aspetos da segurança alimentar (disponibilidade, estabilidade, acesso e utilização biológica), o que dá aos decisores tempo suficiente para reagir aos alertas com o maior grau de fiabilidade possível (quanto maior for o prazo das previsões, menos fiáveis e pormenorizadas estas serão). Em primeiro lugar, em muitos casos a necessidade mais urgente de informação alimentar num país está relacionada com a identificação precoce de crises alimentares entre grupos vulneráveis específicos; em segundo lugar, com a produção interna de alimentos e a quantificação anual das necessidades nacionais de importação de cereais. A falta de informação sistemática constitui um sério obstáculo ao planeamento eficaz de importações de produtos alimentares comerciais e não-comerciais e ao acompanhamento das operações de socorro, incluindo a seleção dos beneficiários e a adequação do tipo, quantidade, calendarização e duração da ajuda às necessidades reais.

Por este motivo são imperativas previsões atempadas sobre as culturas, bem como informações sobre os fluxos transfronteiriços ou internos de pessoas, alimentos e gado, sobre as condições de pastoreio e a dimensão dos rebanhos, sobre os preços de mercado dos insumos agrícolas, alimentos básicos, gado e outros determinantes e indicadores importantes do estado de segurança alimentar, bem como sobre os riscos crônicos e agudos dos grupos vulneráveis. Devem ser continuamente monitorizadas as respostas comportamentais de grupos populacionais sujeitos a choques alimentares agudos causados por conflitos armados ou secas para se compreender a gravidade das crises alimentares locais. Além disso, é essencial a identificação de grupos vulneráveis através de métodos rápidos e qualitativos para complementar os dados disponíveis a fim de planejar uma resposta adequada em tempo útil. Esta resposta pode variar em função da extensão espacial e temporal da previsão, conforme ilustrado na **Tabela 3**.

**TABELA 3** Decisões agrícolas numa série de escalas temporais e espaciais que podem beneficiar de previsões climáticas personalizadas

TIPO DE DECISÃO AGRÍCOLA	FREQUÊNCIA (ANOS)
» Logística (por exemplo, calendarização de operações de plantio/colheita)	» Intra-sazonal (< 0.2)
» Gestão estratégica das culturas (por exemplo, utilização de fertilizantes/pesticidas)	» Intra-sazonal (0.2-0.5)
» Tipo de cultura (por exemplo, trigo ou grão-de-bico) ou gestão pecuária	» Sazonal (0.5-1.0)
» Sequência de culturas (por exemplo, pousios longos ou curtos) ou densidade de pastoreio	» Interanual (0.5-2.0)
» Rotação de culturas (por exemplo, culturas de Inverno ou de Verão)	» Anual/bianual (1-2)
» Agroindústria (por exemplo, cereais ou algodão; pastagens autóctones ou melhoradas)	» Decadal (~10)
» Agroindústria (por exemplo, culturas ou pastagens)	» Inter-decadal (10-20)
» Utilização do solo (por exemplo, agricultura ou sistemas naturais)	» Multi-decadal (>20)
» Utilização do solo e adaptação dos sistemas atuais	» Alterações climáticas

Fonte: Meinke and Stone, 2005

## 3.4 ZONAMENTO AGROECOLÓGICO

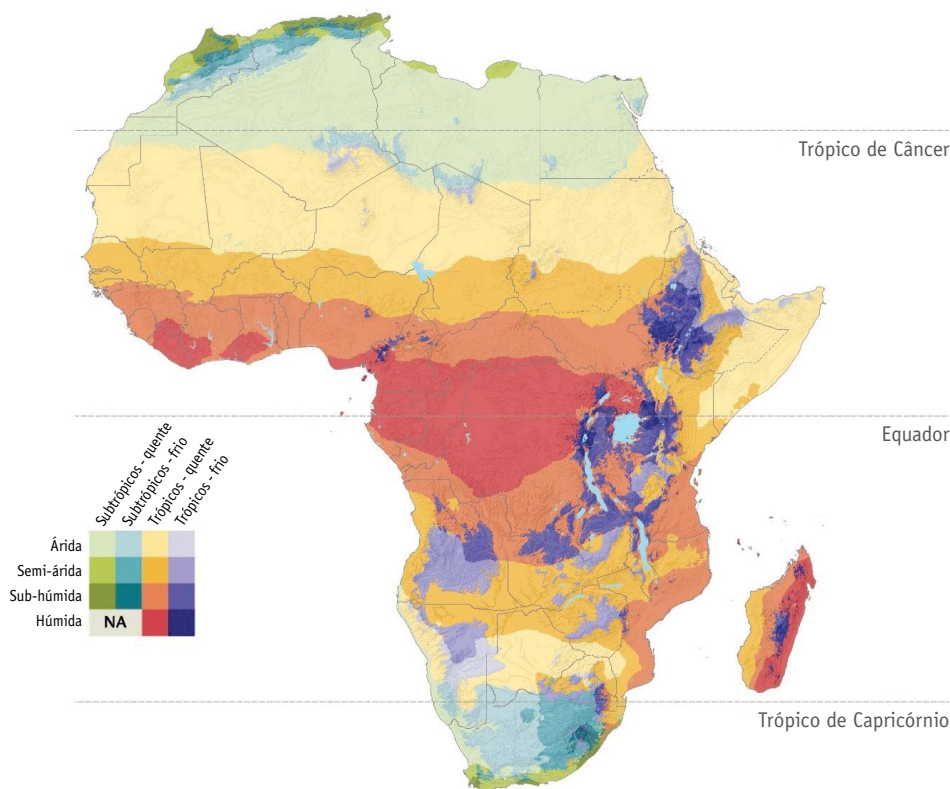
Na monitorização da produção de culturas alimentares deve ser feita uma distinção entre os dados utilizados para as classificações agroecológicas e os dados utilizados para a monitorização das culturas em tempo real durante a campanha agrícola. Uma fase preliminar necessária em todas as condições ambientais consiste na divisão da área em zonas agroecológicas (**Fig. 29**) de acordo com os recursos disponíveis (qualidade e fertilidade do solo, temperatura, precipitação, balanço hídrico e outros dados meteorológicos) e com os principais sistemas de produção. O objetivo do zonamento é separar áreas com conjuntos semelhantes de potencialidades e constrangimentos para a produção agrícola. Podem então ser formulados conselhos técnicos específicos de agrometeorologia para fornecer o apoio mais eficaz a cada zona durante a monitorização da campanha agrícola. Esta classificação é usada em diferentes graus em diferentes países, dependendo da disponibilidade de informação.

As classificações climáticas podem ser baseadas numa série histórica de dados meteorológicos (sendo o mais frequente a precipitação), na duração da estação das chuvas, em mapas pedológicos e em mapas de cobertura vegetal ou de áreas de pastagem. O grau de detalhe nos mapas é variável, mas

por vezes estes são a única fonte de informação para tais estudos. Normalmente as classificações não são alteradas, a menos que seja adotada uma nova metodologia que ofereça uma análise mais precisa. Portanto, a zona agroecológica (ZAE) é um dos elementos preliminares fundamentais do processo de monitorização da produção agrícola. Por outro lado, os rendimentos das principais culturas estão amplamente relacionados com vários fatores que podem ser resumidos da seguinte forma:

- » A zona agroecológica e o tipo de produção agrícola, incluindo as condições climáticas normais específicas (precipitação, temperatura) e condições especiais (tornado, granizo, incêndios no final da estação seca) combinadas com a fertilidade média do solo;
- » A combinação tradicional de culturas e métodos de cultivo: variedades, data de plantio, misturas e respetivas densidades das espécies, fertilizantes utilizados e manutenção. A incidência de doenças e pragas ligadas às condições agroclimáticas da área de produção, às variedades e às técnicas de produção (multiplicidade de culturas, fertilização, proteção), etc.;

FIGURA 29 Zonas agroecológicas de África



Fonte dos dados: Sebastian 2009.

Nota: As classes de humidade são definidas da seguinte forma:

Árida = duração do período de crescimento inferior a 70 dias;

Semi-árida = período de crescimento de 70-180 dias;

Sub-húmida = período de crescimento de 180-270 dias; e

Húmida = período de crescimento superior a 270 dias.

HarvestChoice  
BETTER CHOICES, BETTER LIVES

INTERNATIONAL  
FOOD POLICY  
RESEARCH  
INSTITUTE  
IFPRI

Fonte: adaptado de <https://harvestchoice.org>  
Modificado para refletir as fronteiras adotadas pelas Nações Unidas.



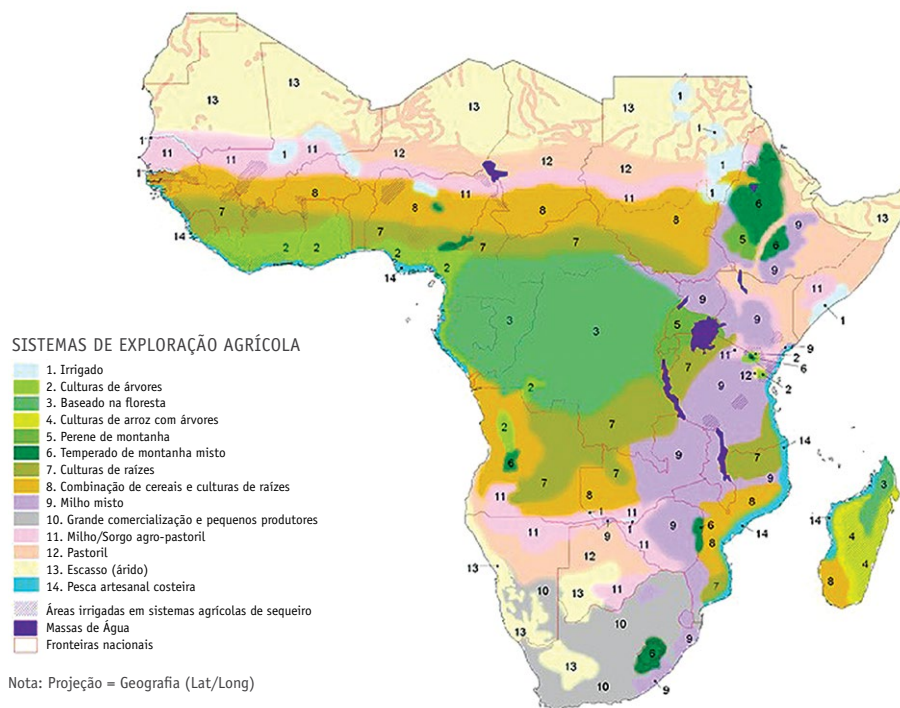


A classificação dos sistemas de exploração agrícola das regiões em desenvolvimento foi baseada nos seguintes critérios:

- » Base de recursos naturais disponíveis, incluindo água, terra, áreas de pastagem e floresta; clima, no qual a altitude é um fator preponderante; paisagem, incluindo a inclinação; dimensão, posse e organização da exploração agrícola;
- » Padrão dominante das atividades agrícolas e dos meios de subsistência dos agregados familiares, incluindo culturas agrícolas, gado, árvores, aquacultura, caça, recolha, processamento e atividades extra-agrícolas; tomando em consideração as principais tecnologias utilizadas, as quais determinam a intensidade da produção e integração das culturas, gado e outras atividades.

O objetivo desta classificação é produzir informações e análises mais personalizadas para sistemas de exploração agrícola semelhantes. É evidente que os diferentes sistemas de exploração agrícola necessitam de informações diferentes (isto é, sistemas de regadio e sistemas de culturas cerealíferas) e, por esta razão, uma classificação é fundamental para definir quais os produtos necessários.

FIGURA 31 Principais sistemas agrícolas na África Subariana



As designações utilizadas e a apresentação do material no mapa não implicam a expressão de qualquer opinião ou outra posição por parte da FAO relativa ao estatuto legal ou constitucional de qualquer país, território ou zona marítima, nem à delimitação das fronteiras.

Adaptado de <http://www.fao.org/farmingsystems>  
Modificado para refletir as fronteiras adotadas pelas Nações Unidas.

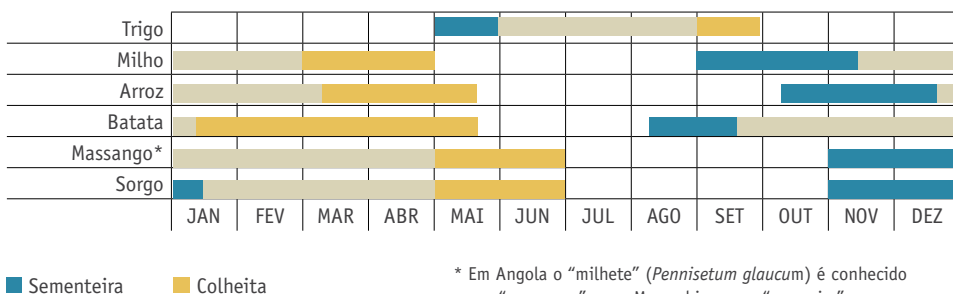
### 3.6 CALENDÁRIO AGRÍCOLA E ESTAÇÃO DE CRESCIMENTO DAS CULTURAS

O calendário agrícola contém informações sobre os períodos de plantio, sementeira e colheita de culturas localmente adaptadas em zonas agroecológicas específicas (Fig. 32). Também fornece informações sobre as densidades de sementeira, material de plantio e principais práticas agrícolas e, além disso, ajuda os agricultores e os funcionários da extensão agrária a tomar as decisões apropriadas sobre as culturas e o seu período de sementeira de acordo com a dimensão agroecológica.

O calendário agrícola é igualmente útil para identificar os produtos mais adequados durante a monitorização da campanha. Com efeito, cada fase apresenta maior ou menor vulnerabilidade ao stress climático. Por exemplo, a deteção de períodos de seca é mais importante na fase inicial da sementeira do que a meio da estação. Além disso, as diferentes culturas apresentam fases mais sensíveis ao stress da seca durante diferentes períodos da estação. Por conseguinte, a eficácia do aconselhamento aos agricultores está basicamente ligada à sobreposição das anomalias climáticas com uma cultura específica e à sua vulnerabilidade à seca ou a chuvas intensas.

A duração da “estação de crescimento” ou do “período de crescimento”, tal como definido pelo projeto “Zonas Agroecológicas”, corresponde ao período (em dias) durante um ano em que a precipitação excede metade da evapotranspiração potencial. Por vezes é adicionado um período necessário para a evapotranspiração de presumivelmente 100 mm de água proveniente da precipitação excessiva armazenada no perfil do solo, sem outras provisões relativas à humidade armazenada no solo. O “período de crescimento” é útil para determinar, em condições médias, os calendários e as durações do ciclo de cultivo, mas o ano atual pode, por vezes, desviar-se significativamente da média. Existem vários métodos que podem ser utilizados para determinar a duração do período de crescimento com base na disponibilidade de água para as culturas. Um dos métodos mais comuns é o cálculo do período de crescimento com base num modelo simples de balanço hídrico, comparando a disponibilidade de água com a necessidade de água da cultura (precipitação com ETP), usando valores mensais. A Evapotranspiração Potencial (ETP) é uma medida

FIGURA 32 Calendário Agrícola de Angola



\* Em Angola o “milhete” (*Pennisetum glaucum*) é conhecido por “massango” e em Moçambique por “mexoeira”.

do poder evaporativo da atmosfera. Um período de crescimento “normal” (também denominado Tipo de Estação 3) é caracterizado por um período seco, um período intermédio e um período húmido. Uma estação de crescimento normal (**Fig. 33**) tem as seguintes características:

» Período inicial

O início do período de crescimento ocorre quando a precipitação (PPTN) é igual a ETP/2 e assinala o início da estação das chuvas habitual, mostrado como **a** na **Figura 33**. Foi escolhido um valor de ETP/2 porque as culturas em germinação não realizam a evapotranspiração à taxa total de ETP, eliminando-se as partidas em falso durante a estação das chuvas. O início marca a transição do período seco para o período intermédio quando  $ETP/2 < PPTN < ETP$ .

» Período Húmido

Este é o período durante o qual a precipitação excede a ETP. As datas de início e fim (mostradas respetivamente como **b** e **c** na **Figura 33**) são os dois pontos onde as curvas da precipitação e da ETP se cruzam.

» Fim do período de crescimento

O final do período de crescimento ocorre no ponto em que a curva PPTN cruza a curva ETP/2 (ponto **d** na **Figura 33**).

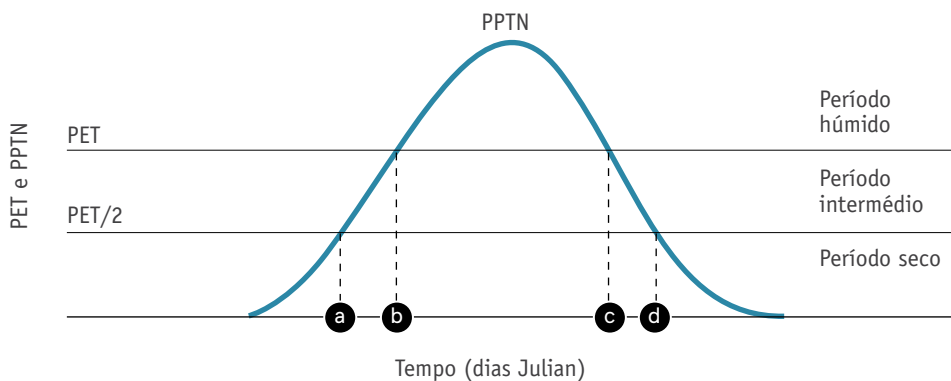
Além de um período de crescimento normal (gráfico número 3 da **Figura 34**), podem ser definidos cinco outros tipos. Ao lado de cada tipo de estação descrito em seguida está o número do gráfico correspondente na **Figura 34**.

Os tipos de estação adicionais são os seguintes:

» **Período seco durante todo o ano (Tipo 1)**

A precipitação média mensal de cada mês do ano é inferior à da ETP/2. As áreas com períodos secos durante todo o ano são inventariadas separadamente como áreas com um período de crescimento de 0 dias.

**FIGURA 33** Estação de crescimento normal



Fonte: [http://www.fao.org/nr/climpag/cropfor/lgp\\_en.asp](http://www.fao.org/nr/climpag/cropfor/lgp_en.asp)

» **Período de crescimento seco intermédio (Tipo 2)**

Ao longo do ano a precipitação média mensal não excede a taxa total da ETP mensal média, mas excede a ETP/2 durante um determinado período. O início e o fim desse período de crescimento intermédio são definidos como os pontos em que a curva da precipitação cruza a curva ETP/2 e não existe período húmido.

» **Período de crescimento intermédio durante todo o ano (Tipo 4)**

Durante todo o ano a precipitação permanece permanentemente entre ETP e ETP/2. Este é um tipo de estação muito raro, sem início nem fim.

» **Período de crescimento húmido durante todo o ano (Tipo 5)**

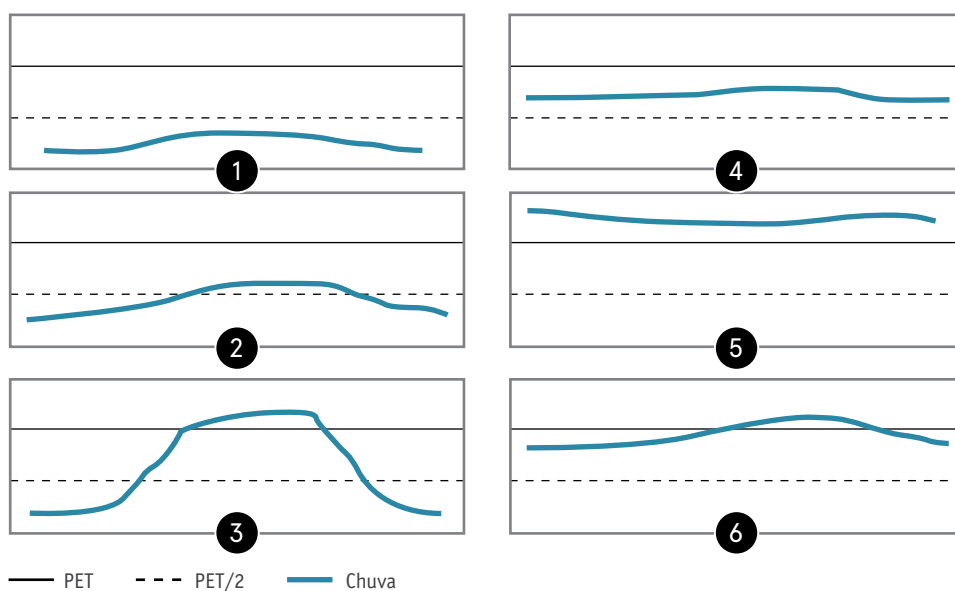
Durante este tipo de estação a precipitação média mensal do ano excede a taxa total de ETP média mensal. Portanto, não existe um verdadeiro início para o período de crescimento ou para o período húmido. As áreas com períodos de crescimento húmido durante todo o ano são inventariadas como áreas com um período de crescimento normal de 365 dias.

» **Período de crescimento intermédio húmido (Tipo 6)**

Este tipo de estação tem um período intermédio e um período húmido, mas não conta com um período seco (ou seja, um período em que a curva da precipitação desça abaixo de ETP/2).

Neste ponto, é importante realçar o facto de que um início tardio ou um final precoce da estação, em comparação com a climatologia, poderia implicar uma redução do rendimento. Se estas tendências forem consistentes, ao longo do tempo poderemos obter uma análise de tendências com o conjunto de dados climáticos e tentar prever a evolução futura da dinâmica da estação, evitando assim algumas das perdas devidas à alteração do padrão de precipitação.

**FIGURA 34** Seis tipos de Períodos de Crescimento

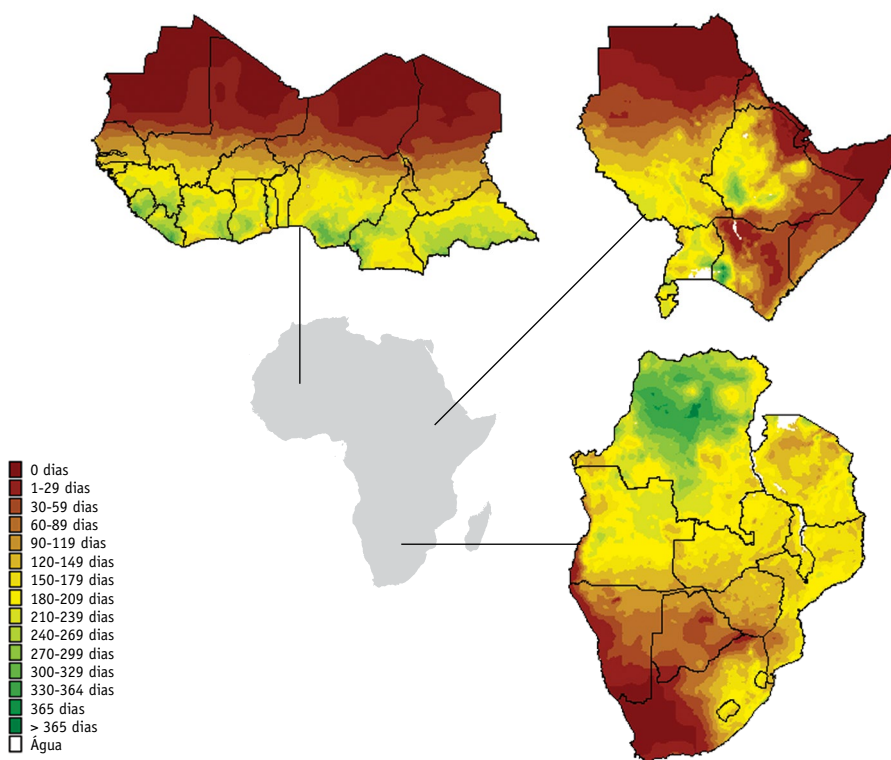


Fonte: [http://www.fao.org/nr/climpag/cropfor/lgp\\_en.asp](http://www.fao.org/nr/climpag/cropfor/lgp_en.asp)

As zonas com um período de crescimento inferior a 60 dias são também aquelas onde as culturas mais resistentes à seca não conseguiriam sobreviver. Normalmente estas zonas são dedicadas ao pastoreio de transumância. É preciso lembrar que um fim precoce da estação das chuvas nas zonas de pastoreio pode implicar um movimento antecipado de cabeças de gado para as zonas agrícolas onde as culturas ainda não foram completamente colhidas; isso poderia resultar em conflitos entre agricultores e criadores de gado.

As **Figuras 35, 36 e 37** referem-se a mapas digitais que mostram a duração da estação de crescimento na África Ocidental, Oriental e Austral.

**FIGURA 35, 36 & 37** África Ocidental, Oriental e Austral - Duração da Estação de Crescimento



Fonte: [http://www.fao.org/nr/climpag/cropfor/lgp\\_en.asp](http://www.fao.org/nr/climpag/cropfor/lgp_en.asp)

## 3.7 MONITORIZAÇÃO AGROMETEOROLÓGICA DAS CULTURAS

---

O objetivo da monitorização agrometeorológica das culturas é acompanhar o estado<sup>25</sup> das mesmas e fornecer informações sobre pragas e doenças, bem como sobre o stress das culturas (ou seja, excesso e/ou déficit de água). Em muitos países os dados meteorológicos relativos aos decêndios são o principal contributo para a modelização do desempenho das culturas que, por exemplo, pode ser correlacionado com as estatísticas históricas das culturas para prever rendimentos alcançáveis a nível do país ou da província. Dependendo da complexidade do modelo da cultura, da escala de aplicação e da finalidade da análise, os dados de entrada em tempo real podem ser limitados ao principal fator condicionante que, na maioria dos países, é a precipitação. Além disso, também são necessários os dados básicos de referência para a estação ou região em específico, como a seguir indicado:

- » Dados climáticos de longo prazo e estatísticas das culturas;
- » Decêndio de plantio atual;
- » Duração da estação de crescimento da variedade da cultura;
- » Capacidade de retenção de água do solo.

A fim de obter informações sobre as condições da cultura, a monitorização decendial deve incluir:

- » Variedade da cultura em crescimento;
- » Estado de desenvolvimento alcançado pela cultura;
- » Avaliação geral do desempenho da cultura;
- » Danos causados por pragas, doenças e condições meteorológicas adversas;
- » Estado da eliminação de ervas daninhas no terreno agrícola;
- » Densidade de plantas;
- » Humidade do solo.

A previsão de rendimento das culturas é um resultado direto da monitorização das culturas que pode fornecer informações antecipadas aos vários participantes ao longo da cadeia de produção agrícola, desde os agricultores aos consumidores. Além disso, é uma ferramenta importante para as agências governamentais, tais como os Departamentos Nacionais de Estatística e o Ministério da Agricultura. O rendimento das culturas depende em grande parte das condições meteorológicas e das medições das estações meteorológicas existentes com potencial para fornecer previsões meteorológicas fiáveis, oportunas e rentáveis. Os dados fornecidos pela estação meteorológica podem ser utilizados para produzir previsões de rendimento das culturas com base em modelos de simulação de crescimento das culturas e outros indicadores. Estas metodologias têm sido um dos principais temas de investigação aplicada de vários institutos de observação agronómica, meteorológica e ambiental. Os resultados destas investigações produzem centenas de trabalhos especializados todos os anos, bem como algumas ferramentas práticas que podem ser adaptadas a qualquer situação

---

<sup>25</sup> Observações da cultura: variedade da cultura cultivada; número efetivo de plantas plantadas; densidade de plantas; fase de desenvolvimento atingido pela cultura; avaliação geral do desempenho da cultura; danos causados por pragas, doenças e condições meteorológicas adversas; estado da monda no campo; data de maturação da variedade da cultura.

local. No entanto, muitas agências nacionais que lidam com previsões de culturas são relutantes à implantação de um sistema baseado nestas ferramentas, o que resulta numa previsão de rendimentos de culturas baseada em observações subjetivas, tais como levantamentos no terreno e inquéritos aos agricultores. A deteção remota a partir de imagens de satélite para aplicações agrícolas específicas contribui enormemente para fornecer uma imagem atempada e precisa do sector agrícola, uma vez que pode recolher informações sobre grandes áreas com uma elevada frequência de revisitação. Além disso, a utilização de previsões climáticas de escalas temporais sazonais a interanuais constitui uma nova forma de lidar mais eficazmente com os efeitos da variabilidade climática a nível nacional e regional.

Num futuro próximo serão envidados esforços contínuos para procurar aplicações mais integradas destinadas a combinar a utilização de previsões meteorológicas e climáticas sazonais, deteção remota, modelos de simulação do crescimento das culturas, análise geoespacial, experiências no terreno e validação nas explorações agrícolas, a fim de avaliar com maior precisão o rendimento da cultura antes da colheita. Existem três domínios específicos em que os progressos alcançados irão produzir uma grande melhoria da previsão do impacto sazonal do clima na produção agrícola. Esses domínios são os seguintes:

- i. integração dos modelos de culturas e dos modelos climáticos;
- ii. aumento da utilização da deteção remota e dos dados espaciais;
- iii. intensificação da investigação sobre a previsão do clima. Será prestada mais atenção ao “*tempo dentro do clima*”, o que conduzirá a melhorias na previsão das estatísticas meteorológicas de ordem superior que determinam os impactos climáticos no sistema de produção agrícola, e a uma melhor caracterização da previsão climática em escalas espaciais e temporais mais finas (Hansen *et al.*, 2006).

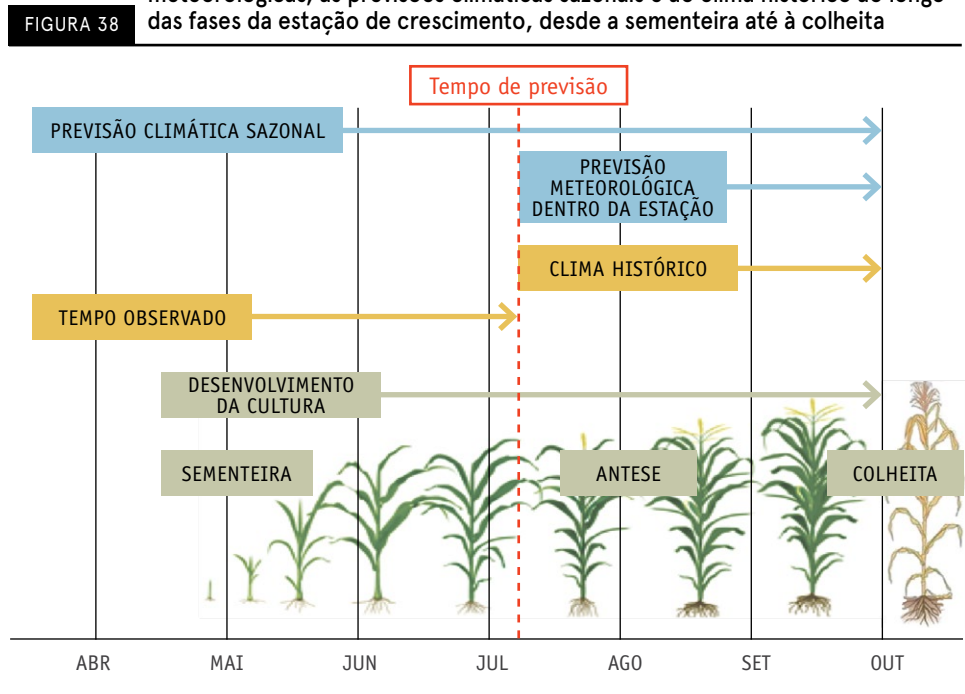
A integração de modelos de simulação de crescimento de culturas, de deteção remota e da lacuna de rendimento representa a principal alternativa à previsão de rendimento das culturas (Basso *et al.*, 2013). A deteção remota pode quantificar o estado da cultura em qualquer momento durante a estação de crescimento num contexto espacial, enquanto o modelo de simulação de crescimento da cultura pode descrever o crescimento da cultura todos os dias durante a estação. A deteção remota fornece indiretamente uma medida das principais variáveis usadas pelo modelo de cultura numa escala espacial e temporal, que podem então ser usadas para ajustar a simulação do modelo. Ao mesmo tempo, a lacuna de rendimento fornece uma sólida explicação agronómica dos potenciais de rendimento e das causas que conduzem a essa lacuna.

Em resultado dessa heterogeneidade espacial nos fatores determinantes de rendimento, vários estudos mostram que pode ser problemática para a maioria dos modelos de culturas a reprodução do rendimento em vários locais, explorações agrícolas e regiões. O desempenho insatisfatório do modelo à escala regional é frequentemente causado pela consideração inadequada de fatores e processos que determinam a variabilidade do rendimento e/ou a agregação de dados de entrada. Todos esses fatores podem reproduzir de forma inconsistente a variabilidade espacial das condições de crescimento (isto é, clima, solos, pragas, doenças, etc.) dentro de uma região devido à baixa densidade de estações meteorológicas. Consequentemente existe uma falta de representatividade relativamente ao ambiente agrícola. Além disso, os fatores que explicam a variabilidade espacial do rendimento entre regiões são muitas vezes diferentes daqueles que descrevem a variabilidade

temporal dentro das regiões. Em resumo, não existe uma abordagem de modelagem única que tenha um desempenho igualmente bom em várias regiões (Challinor *et al.*, 2009). Uma alternativa viável para essa complexidade é a utilização de modelos agrometeorológicos que requerem menos variáveis de entrada como o *Crop Specific Soil Water Balance* (CSSWB) da FAO que foi integrado no *software AgroMetShell*<sup>26</sup> da FAO (mais informações nos Anexos).

Os futuros desenvolvimentos relativamente à modelagem do crescimento das culturas incidirão na incorporação dos modelos de culturas nos modelos climáticos. Isto deve ser preparado de forma a permitir uma previsão dos principais padrões de condições meteorológicas a serem usados como contributo no modelo de cultura a fim de proporcionar melhores indicadores de crescimento das culturas. Isto poderia melhorar a regressão estatística para as previsões de rendimento (Cantalaube e Terres, 2005). Na maioria dos casos o sistema operacional de previsão de rendimento agrícola integra observações meteorológicas a partir da data atual (momento da previsão) com previsões meteorológicas ou com amostras climatológicas para o resto da estação de crescimento. As observações meteorológicas são recolhidas 3-5 meses antes da sementeira a fim de considerar a dinâmica de água no solo ao nível da raiz. A previsão climática sazonal é uma ferramenta importante que fornece informações muito úteis sobre precipitação e temperatura, com uma antecedência de até 3-6 meses sobre o possível padrão para a atual estação de crescimento (Fig. 38).

Calendarização esquemática do tempo de previsão em relação às previsões meteorológicas, às previsões climáticas sazonais e ao clima histórico ao longo das fases da estação de crescimento, desde a sementeira até à colheita



Fonte: autor

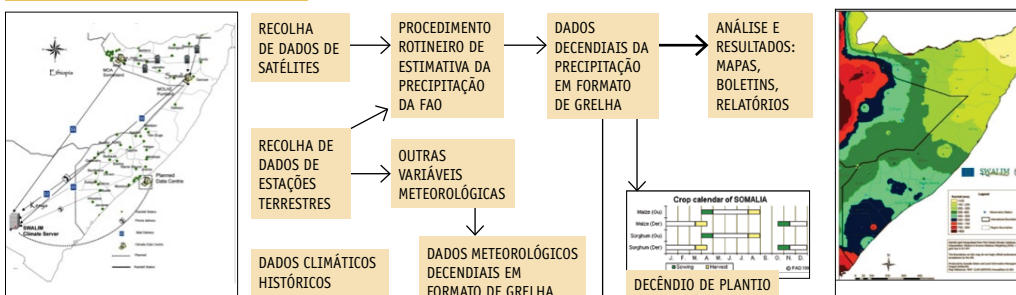
<sup>26</sup> FAO AgroMetShell: <http://www.hoefslot.com/agrometshell.htm>



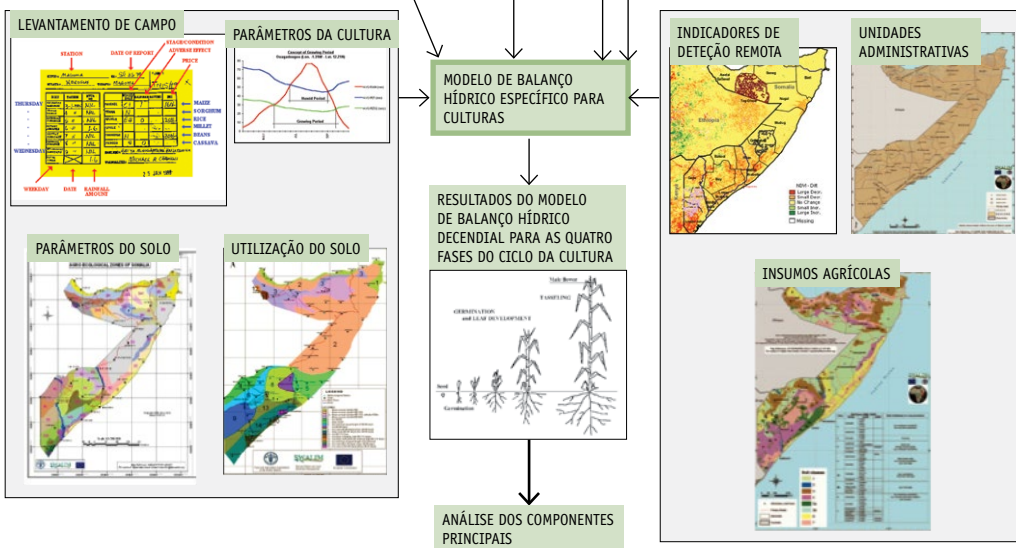
### Metodologia de Monitorização Agrometeorológica e de Previsão de Rendimento das Culturas da FAO na Somália

FIGURA 39

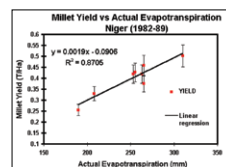
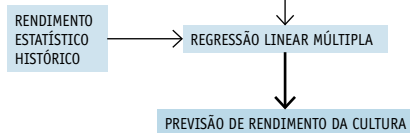
#### 1 MONITORIZAÇÃO METEOROLÓGICA



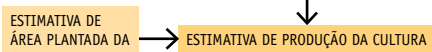
#### 2 SIMULAÇÃO DA CULTURA



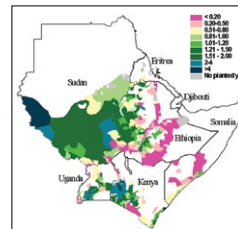
#### 3 PREVISÃO DE RENDIMENTO DA CULTURA



#### 4 ESTIMATIVA DE PRODUÇÃO DA CULTURA



#### 5 BOLETINS E RELATÓRIOS



Uma ideia geral da infraestrutura necessária é fornecida no diagrama da **Figura 39** que mostra a metodologia de Monitorização Agrometeorológica e de Previsão de Rendimento das Culturas (ACMYF) da FAO a nível nacional. A sua implementação e eficácia estão diretamente relacionadas com a qualidade da rede de estações meteorológicas e do respetivo sistema de telecomunicações.

Os principais componentes de uma ACMYF são:

- » Arquivo de dados climáticos históricos;
- » Estatísticas históricas das culturas a nível nacional, subnacional, local e da exploração agrícola;
- » Arquivos sobre impactos climáticos na agricultura;
- » Ferramentas de monitorização que utilizam observações meteorológicas em tempo real e imagens de satélite;
- » Ferramentas de monitorização que utilizam previsões climáticas sazonais;
- » Análise de dados climáticos (para determinar os padrões de variabilidade interanual e intra-sazonal e os eventos climáticos extremos);
- » *Software* para fornecer informações sobre as características da vulnerabilidade do sistema agrícola (tais como alterações das variedades, datas de plantio ou padrão de cultivo) e eficácia da adaptação (tais como resiliência, limiares críticos e mecanismos de resposta). Esta informação é necessária para identificar as oportunidades para medidas de adaptação bem como o potencial das práticas de adaptação;
- » Métodos para desenvolver índices de seguro climático para reduzir o risco de impactos climáticos na agricultura.

Uma distinção deve ser feita no âmbito da monitorização da produção de culturas alimentares entre os dados utilizados para avaliações agroecológicas e aqueles utilizados para monitorizar as culturas durante a estação agrícola. Uma fase preliminar para todas as condições ambientais consiste em dividir a área em zonas agroecológicas de acordo com os recursos disponíveis (qualidade e fertilidade do solo; temperatura, precipitação, evapotranspiração potencial, radiação, vento) e os principais sistemas de produção. O zonamento agroecológico é, portanto, um dos elementos preliminares fundamentais do processo de monitorização da produção agrícola.

---

## 3.8 CONSELHOS AGROMETEOROLÓGICOS

Os conselhos podem basear-se no resultado de exercícios de agricultura de resposta desde o período de sementeira até ao momento da colheita, utilizando dados de variabilidade climática e estatísticas de simples informações agrometeorológicas recentes disponíveis *online*. Todas as atividades agrícolas, desde as anteriores à sementeira até às posteriores à colheita, são influenciadas pelas condições meteorológicas. Por esta razão, os conselhos baseados nas condições meteorológicas devem prever uma modificação clara da gestão com base nessas condições para ajudar os agricultores nas suas operações agrícolas quotidianas com bastante antecedência. Isto, por sua vez, contribui para atenuar o impacto negativo das condições meteorológicas. Agricultura de Resposta em Agricultura de Sequeiro (AR), um método para identificar e quantificar a variabilidade da precipitação sazonal para enfrentar no terreno os riscos dos agricultores relativamente às culturas de sequeiro, é um exemplo clássico de tais conselhos (Stigter, 2002). De acordo com esta hipótese, as soluções para

os problemas agrícolas podem ser encontradas através de uma melhor previsão do comportamento esperado da precipitação durante a estação de cultivo. A AR também significa adaptar as culturas à estação das chuvas em curso, confiando na orientação das operações agrônomicas com base na experiência passada, de preferência a partir de uma interpretação dos registos meteorológicos de precipitação juntamente com o conhecimento tradicional, quando disponível.

Em geral, os conselhos agrometeorológicos referem-se ao fornecimento de informações personalizadas sobre a gestão das explorações agrícolas adequadas às culturas e às práticas agrícolas sensíveis ao clima, tais como sementeira, calendarização da irrigação, operações de controlo de pragas e doenças e aplicação de fertilizantes. Os conselhos devem incluir:

- » Advertências especiais sobre as medidas adequadas a tomar para salvar as culturas em caso de condições climáticas adversas;
- » Informações sobre planeamento das culturas, seleção de variedades, seleção dos tempos de sementeira/colheita adequados;
- » Práticas específicas para o cultivo de diferentes culturas adequadas à zona agroclimática;
- » Condições de pulverização para insetos ou problemas de doenças;
- » Problemas relacionados com a saúde animal e seus produtos;
- » Previsões de incêndios florestais em áreas propensas a incêndios florestais;
- » Informação de gestão pecuária sobre acomodação, saúde e nutrição.

Os conselhos agrometeorológicos devem focar-se em:

- » Aconselhamento sobre a gestão ou manipulação de microclimas acima e abaixo do solo, tais como proteção da luz, proteção do vento, cobertura vegetal do solo, outras modificações da superfície, secagem, armazenamento ou proteção contra a geada. Os cientistas desenvolveram cortinas de abrigo para proteger as culturas e solos em diferentes sistemas agrícolas das condições prevalentes em várias regiões. No entanto, apenas se poderá contribuir para os serviços agrometeorológicos prestados aos agricultores através do estabelecimento de regras adequadas a partir destas investigações de apoio.
- » Estabelecer medidas para reduzir os impactos e mitigar as consequências para a produção agrícola das catástrofes naturais relacionadas com o tempo e com o clima. Há uma grande quantidade de literatura disponível sobre os danos causados por desastres naturais à agricultura, mas são escassas as medidas de preparação e as investigações de apoio relacionadas (Stigter *et al.*, 2003b), embora os serviços agrometeorológicos tenham sido frequentemente desenvolvidos com base na investigação. Quando as temperaturas descem abaixo do ponto de congelação à noite durante a primavera (em associação com ondas de frio) os pomares sofrem queimaduras por congelação. As temperaturas baixas danificam as flores irreversivelmente e, conseqüentemente, a colheita de frutos no outono será afetada. Se a ocorrência de geadas estiver bem prevista, o sistema de alerta deve indicar que deve ser utilizada a irrigação por aspersão das flores no dia anterior. A pulverização das flores com água evita a sua congelação e protege os botões, preservando assim o fruto no futuro.
- » Exercícios de monitorização e alerta precoce diretamente relacionados com medidas previamente estabelecidas na produção agrícola para reduzir os impactos e mitigar as consequências das catástrofes naturais relacionadas com o clima e o tempo para a produção agrícola. A seca agrícola ocorre nas situações em que as culturas não amadurecem devido à insuficiência de humidade no solo. No caso das culturas agrícolas a monitorização da seca pode ser feita pelo aproveitamento da relação entre a utilização da água e a produtividade. As publicações

disponíveis descrevem vários métodos sobre como monitorizar a seca através da utilização da água e da produtividade das culturas.

- » Previsões climáticas e meteorológicas para atividades agrícolas e atividades conexas utilizadas numa grande variedade de escalas temporais (desde anos a estações) e provenientes de várias fontes. Uma interpretação precisa das atividades agrícolas é essencial, uma vez que os climatologistas produzem previsões climáticas. As competências de previsão são importantes, assim como é igualmente importante a capacidade dos grupos-alvo assimilarem corretamente a informação.
- » Desenvolvimento e validação de estratégias de adaptação ao aumento da variabilidade climática e às alterações climáticas, bem como a outras condições em mudança nos ambientes físicos, sociais e económicos de subsistência dos agricultores. Estas estratégias devem ser desenvolvidas em conjunto com os agricultores para melhorar as medidas de adaptação anteriormente existentes.
- » Previsões meteorológicas específicas para a agricultura, incluindo avisos sobre condições propícias para pragas e doenças e/ou aconselhamento sobre medidas de compensação. A ocorrência de pragas e doenças é responsável por perdas consideráveis na produção de cereais alimentares.

## 3.9 PRODUTOS BASEADOS NA DETEÇÃO REMOTA

Num futuro próximo, a melhor utilização de uma vasta gama de conjuntos de dados espaciais provenientes de observações no terreno (por exemplo, estudos do solo, gestão das culturas) e de deteção remota (por exemplo, precipitação, temperatura, índices de vegetação) contribuirá consideravelmente para a aptidão e especificidade espacial das previsões de culturas baseadas no clima. Em muitas partes do mundo estão disponíveis ou estão em desenvolvimento bases de dados espaciais sobre características e cobertura do solo. A deteção remota por satélite fornece uma boa seleção de informações espacialmente explícitas sobre a superfície terrestre e a atmosfera utilizando resoluções espaciais que melhoram continuamente com novos sensores (Hansen *et al.*, 2006).

A deteção remota tem o potencial de produzir várias soluções para a previsão de culturas baseada no clima, como por exemplo:

- » As estimativas de precipitação e temperatura por satélite fornecem informações quase em tempo real em locais onde essas variáveis não são diretamente medidas ou onde os dados dos sensores não são acessíveis (por exemplo, *RainFall Estimate, LSE*<sup>27</sup>). Em combinação com as informações sobre o solo e a gestão, os dados de precipitação espacialmente contíguos têm o potencial de simular rendimentos de culturas em qualquer lugar numa determinada área.
- » A deteção remota tem algum potencial para a monitorização de áreas cultivadas, datas de plantio e estados fenológicos.
- » Os índices de vegetação por deteção remota fornecem informações sobre o estado da copa das culturas que podem ser utilizados para atualizar as variáveis de estado de um modelo de simulação de cultura durante a estação de crescimento, para calibrar parâmetros de entrada do modelo ou para simulações de rendimento final estatisticamente corretas.

<sup>27</sup> Eumetsat Land Surface Analysis (<https://landsaf.ipma.pt/en>)

As previsões climáticas sazonais e a detecção remota do estado das culturas complementam-se mutuamente. A detecção remota tem o potencial de reduzir a componente de incerteza do modelo de cultura, fornecendo estimativas precisas das variáveis do estado da cultura até ao momento da previsão, enquanto previsões sazonais esclarecedoras reduzem a incerteza climática desde o momento da previsão até ao remanescente da estação (Hansen *et al.*, 2006).

### 3.9.1 FAO - GIEWS

O Sistema Mundial de Informação e Alerta sobre a Alimentação e a Agricultura (GIEWS<sup>28</sup>) da FAO monitoriza o estado das principais culturas alimentares em todo o mundo para avaliar as perspectivas de produção. Para apoiar a análise e complementar as informações de base terrestre, o GIEWS processa dados de detecção remota para obter indicadores sazonais que possam fornecer uma visão valiosa sobre a disponibilidade de água e a saúde da vegetação durante as estações de cultivo. São concebidos indicadores sazonais para permitir uma fácil identificação de áreas de terras cultivadas com alta probabilidade de stress hídrico (seca). Esses índices são baseados em dados de detecção remota de temperatura da vegetação e da superfície terrestre, combinados com informações sobre ciclos agrícolas provenientes de dados históricos e uma caracterização global da cultura. Os mapas finais destacam anomalias de crescimento da vegetação e potenciais secas nas áreas de cultivo durante a estação de crescimento. Ver os anexos para mais detalhes.

### 3.9.2 USDA – CROP EXPLORER

O *website* “Crop Explorer<sup>29</sup>” desenvolvido pelo Departamento de Agricultura dos EUA (USDA) apresenta informações quase em tempo real sobre as condições globais das culturas com base em imagens de satélite e dados meteorológicos. Mapas temáticos das principais regiões agrícolas descrevem o vigor vegetativo, a precipitação, a temperatura e a humidade do solo. Gráficos de séries temporais fornecem dados sobre estações de crescimento para zonas agrometeorológicas específicas. Também estão disponíveis calendários agrícolas regionais e mapas de áreas de cultivo para regiões selecionadas.

Os mapas temáticos são visualizados a nível regional e podem ser selecionados para qualquer período de 10 dias durante a atual estação de crescimento. As estações de crescimento anteriores podem ser selecionadas a partir da lista descendente para os dois últimos anos completos e estão disponíveis dados históricos mediante solicitação. Os mapas temáticos estão agrupados em três categorias: Tempo; Humidade do Solo; e Índice de Vegetação. Os gráficos de séries temporais fornecem o mesmo conjunto de tipos de dados, mas para sub-regiões que constituem zonas agrometeorológicas específicas. As sub-regiões são organizadas por país e, em algumas regiões, classificadas por produção de bens.

---

<sup>28</sup> FAO GIEWS: <http://www.fao.org/giews/en>

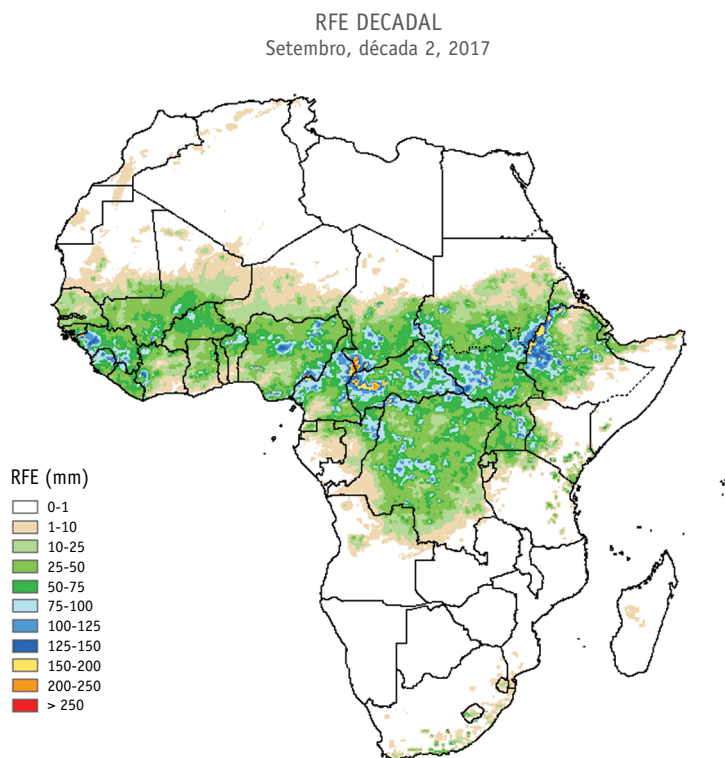
<sup>29</sup> USDA Crop Explorer: <https://ipad.fas.usda.gov/cropexplorer>

### 3.9.3 ESTIMATIVA DA PRECIPITAÇÃO POR DETEÇÃO REMOTA

A precipitação é a principal variável necessária na previsão do rendimento agrícola, bem como nos pluviômetros, que estão localizados nas estações meteorológicas e fornecem uma medição direta da precipitação. No entanto, a densidade espacial das redes de pluviômetros (especialmente de pluviômetros que disponibilizam dados em tempo real) normalmente é demasiado baixa para apreender a variabilidade espacial da precipitação em pequenas escalas. Os radares fornecem uma medição indireta da precipitação, mas apenas para regiões num âmbito de poucas centenas de quilómetros. Foram desenvolvidas novas técnicas para calcular as Estimativas de Precipitação (RFE) a partir de dados de deteção remota, que são menos diretos e menos precisos do que os pluviômetros e os radares. No entanto, estes dados têm as vantagens da alta resolução espacial (4 km) e da cobertura completa dos oceanos, regiões montanhosas e áreas escassamente povoadas, onde outras fontes de dados de precipitação não estão disponíveis.

**FIGURA 40**

**Estimativa da precipitação (mm) por deteção remota para o segundo decêndio de setembro de 2017 em África**



Mapa produzido por USGSEROS

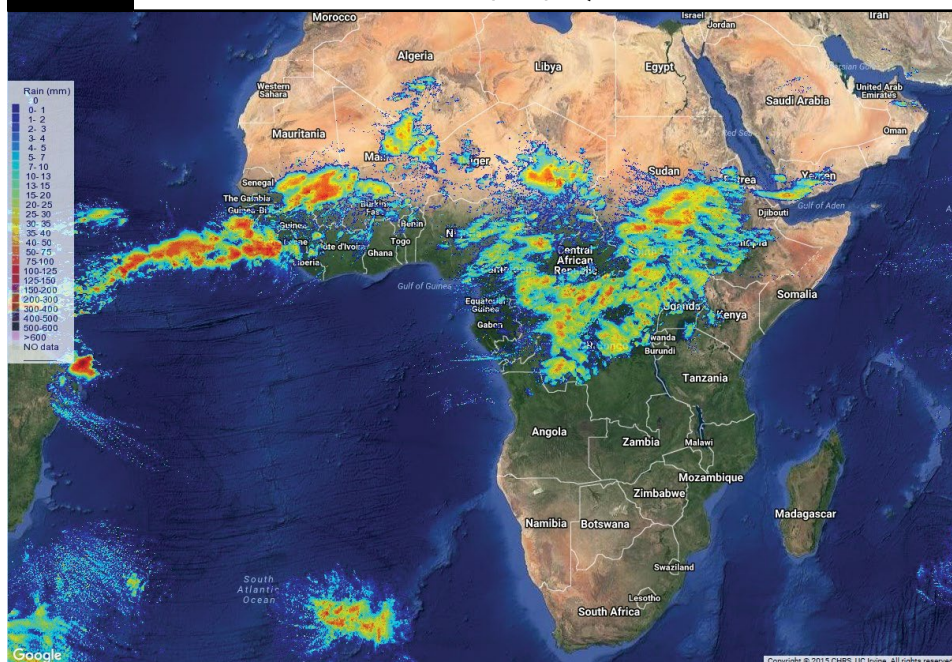


Fonte: USGS FEWS-NET. Modificado para refletir as fronteiras adotadas pelas Nações Unidas.

O Centro de Previsão do Clima (NOAAA-CPC<sup>30</sup>) dos EUA produz Estimativas de Precipitação (RFE)<sup>31</sup> para África com base num método de interpolação que combina dados do satélite geostacionário Meteosat<sup>32</sup> com dados de precipitação das estações meteorológicas terrestres para obter estimativas diárias (Fig. 40). Estes produtos são divulgados de 10 em 10 dias pelo FEWS-NET<sup>33</sup>. Embora o método ainda necessite de melhorias na precisão das Estimativas de Precipitação, especialmente em áreas com baixas densidades de medição por pluviómetros em tempo real e topografia complexa, este produto é uma importante fonte alternativa de dados de precipitação.

O atual sistema operacional PERSIANN (*Precipitation Estimation from Remotely Sensed Information using Artificial Neural Networks*) desenvolvido pelo *Center for Hydrometeorology and Remote Sensing* (CHRS) da Universidade da Califórnia (UCI) utiliza procedimentos de classificação/aproximação de função de rede neutra para calcular uma estimativa de taxa de precipitação a cada píxel 0,25° x 0,25° da imagem de temperatura de infravermelhos fornecida pelos satélites geostacionários (Fig. 41).

FIGURA 41 Estimativa de um satélite sobre a precipitação total durante 48 horas em África



Fonte: <http://irain.eng.uci.edu>

<sup>30</sup> NOAA-CPC: <http://www.cpc.ncep.noaa.gov>

<sup>31</sup> O satélite "Meteosat" produz imagens em infravermelhos de temperatura a cada meia hora. Nas regiões tropicais pode presumir-se que as áreas com temperaturas inferiores a cerca de 40°C estão cobertas por nuvens de chuva. O número acumulado de horas num determinado período (ou seja, dia) com esta temperatura baixa é definido como "Duração de Nuvem Fria" (CCD) e pode ser representado como uma imagem digital. A relação entre os dados de precipitação fornecidos através da ligação ao Sistema Global de Telecomunicações (GTS) da OMM e à CCD é positiva, por outras palavras, altos valores de precipitação normalmente coincidem com altos valores de CCD. Consequentemente, é produzida uma imagem georreferenciada para fornecer uma quantidade diária de precipitação numa região específica, nomeadamente a Estimativa de Precipitação (RFE).

<sup>32</sup> Meteosat: <http://www.eumetsat.int/website/home/Satellites/CurrentSatellites/Meteosat/index.html>

<sup>33</sup> FEWS-NET (RFE): <https://earlywarning.usgs.gov/fews/product/48>



## CAPÍTULO 4

# QUE TIPO DE INFORMACÃO CLIMÁTICA NECESSITAM OS AGRICULTORES

- DECISÕES FUNDAMENTAIS
- TOMADA DE DECISÕES COM BASE EM INFORMAÇÕES METEOROLÓGICAS E CLIMÁTICAS
- SERVIÇOS CLIMÁTICOS INTEGRADOS PARTICIPATIVOS PARA A AGRICULTURA
- MANUAL PARA O SERVIÇO COMUNITÁRIO DE EXTENSÃO AGROMETEOROLÓGICA PARTICIPATIVA



## 4.1 DECISÕES FUNDAMENTAIS

Para os agricultores e agências de extensão agrária, como o Ministério da Agricultura, que prestam serviços de apoio em matéria de conselhos de gestão de culturas, os pontos de decisão fundamentais influenciados pelas informações climáticas são apresentados na **Tabela 4** (Madhavan M. e Rengalakshmi R., 2015).

**TABELA 4** Pontos de decisão fundamentais influenciados pelas informações climáticas

PONTOS DE DECISÃO FUNDAMENTAIS	VARIÁVEIS CLIMÁTICAS FUNDAMENTAIS QUE SERVEM DE BASE ÀS DECISÕES
Período de sementeira	Início da monção
Escolha da cultura/variedade de cultura	Previsão de precipitação total e sua distribuição intra-sazonal
Gestão da irrigação – em termos de calendarização e da quantidade de água a utilizar	Precipitação total e sua distribuição intra-sazonal
Alocação da utilização de recursos – tanto de mão-de-obra como financeiros	Previsão de precipitação total e sua distribuição intra-sazonal
Aplicação de fertilizantes - quantidade e tipo de fertilizante, bem como o momento da aplicação de fertilizantes nas culturas	Previsão da distribuição da precipitação ao longo das fases de crescimento das culturas
Momento da aplicação de pesticidas	Direção do vento, velocidade do vento e distribuição da precipitação ao longo das fases de crescimento das culturas
Período de colheita	Previsão da distribuição da precipitação durante as fases de maturação da cultura

Existem quatro princípios fundamentais com a finalidade de gerar informações climáticas para áreas agrícolas selecionadas que devem ser seguidos para recolher e obter dados agronômicos e meteorológicos. Os quatro princípios seguintes (Murphy e Holden, 2001) constituem a base das decisões sobre políticas relacionadas com a meteorologia e a gestão do ambiental rural:

1. Melhorar a qualidade das previsões meteorológicas, fornecendo informações precisas em escalas mais finas e personalizando as previsões para uma vasta gama de utilizadores específicos;
2. Aumentar a densidade e a representatividade geográfica das observações meteorológicas, tornando assim os dados mais valiosos para uma vasta gama de utilizadores;
3. Desenvolver o acesso interativo aos dados para sua utilização em modelos testados para as condições locais;
4. Educar os utilizadores atuais e potenciais sobre o valor da informação climática.

Em suma, é necessário um aumento do número de estações de observação nessas áreas (pelo menos para medições de precipitação). A informação agroclimática, logicamente, requer em primeiro lugar a identificação da “base de referência agroclimática<sup>34</sup>” de cada uma das zonas designadas

<sup>34</sup> As linhas de base agroclimáticas para cada área devem ser baseadas na análise precisa de um conjunto de informações, incluindo registos meteorológicos históricos, regiões agroecológicas, classificação agroclimática e zonas de meios de subsistência.

para intervenção. É importante reconhecer que ambos os tipos de informação devem abordar estes três grandes desafios:

1. O tempo de antecipação é muito curto e não permite tomar as decisões apropriadas ou tomar medidas;
2. A resolução espacial é muito baixa para informações de locais específicos;
3. A distribuição e o formato do conteúdo não estão adaptados aos principais utilizadores.

A informação meteorológica mais útil que pode ajudar os agricultores na tomada de decisões sobre a gestão agrícola é a indicação precoce das características da estação das chuvas. Deve incluir:

- » Data de início das principais chuvas;
- » Qualidade da estação das chuvas (quantidade de precipitação);
- » Data de cessação das principais chuvas;
- » Distribuição temporal e espacial das principais chuvas;
- » Momento de ocorrência e frequência de períodos ativos e secos (períodos húmidos e secos);
- » Probabilidade de eventos extremos.

Os produtores primários utilizam informações agrometeorológicas para a tomada de decisões com uma variedade de escalas que podem ir de alguns dias a toda a estação de cultivo ou a períodos de tempo interanuais. Estas decisões estão relacionadas com a escolha das culturas (por exemplo, trigo caso se preveja que o período prévio à estação e a precipitação sazonal são adequados; sorgo em casos mais quentes ou secos); escolha de cultivares (floração precoce ou tardia); mistura de culturas; utilização de fertilizantes; controlo de pragas e doenças; momento da colheita; programação da irrigação; plantio de uma área com uma determinada cultura (e/ou rotação de campos); calendarização e quantidade de lavoura e densidade de pastoreio. O planeamento estratégico e as decisões de marketing utilizam as informações climáticas sobretudo para o ano seguinte.

Os quatro principais tipos de informações climáticas necessárias pelos agricultores e que devem ser incluídos na abordagem de Escola de Campo de Agricultores (ECA) são:

- a. Antes do início da estação, a interpretação da análise de risco agrometeorológico das culturas para avaliar a(s) cultura(s) mais adequada(s) para a região com base nas necessidades hídricas das culturas e outras análises agrometeorológicas;
- b. Antes do início da estação, a interpretação da análise estatística da precipitação para determinar a(s) data(s) ótima(s) de plantio para uma região específica;
- c. Antes do início e do final da estação, as perspectivas climáticas sazonais (possivelmente para cada zona agroclimática: árida, semi-árida seca, semi-árida húmida, sub-húmida, húmida) a fim de se adaptar às diferentes situações devido à incerteza inerente às previsões climáticas sazonais e implementar planos de contingência para múltiplos cenários possíveis;
- d. Ao longo da estação, previsões meteorológicas de 3 dias para precipitação e temperatura (com especial enfoque nas previsões de eventos climáticos extremos como seca, chuvas fortes e ventos fortes) e conselhos agrometeorológicos de 10 dias para uma melhor adaptação das práticas dos agricultores.

É importante notar que, exceto no caso do tipo “c”, os outros tipos de informação devem ser adaptados às comunidades agrícolas a nível local e apresentados de uma forma que facilite a sua compreensão. Em princípio, os quatro tipos de informação climática são produzidas pela Unidade Nacional de Agrometeorologia (UNA) em estreita colaboração com as unidades locais de agrometeorologia e as unidades de investigação agrícola; em seguida, são divulgadas aos agricultores da ECA com a ajuda dos funcionários da extensão agrária a nível local.

Inquéritos no terreno mostraram que os agricultores gostariam de receber informações adicionais relevantes através do SNA (Venkatasubramanian *et al.*, 2014), tais como:

- » Gestão da água, especialmente em tempos de escassez;
- » Novas variedades de sementes e informações sobre o fracasso de certas sementes e como evitá-lo;
- » Velocidade do vento para ajudar a decidir o momento de pulverização de pesticidas, herbicidas e fungicidas;
- » Tempo de colheita para culturas específicas;
- » Risco de geada no inverno;
- » Preços dos produtos do mercado;
- » Possibilidades de mecanização na exploração agrícola;
- » Proteção das culturas durante variações bruscas de temperatura;
- » Melhor utilização de fertilizantes;
- » Estratégias de gestão dos nutrientes do solo;
- » Culturas alternativas durante atrasos ou interrupções das chuvas;
- » Novas pragas esperadas em cada estação e pesticidas adequados;
- » Agricultura biológica. Atualmente o aconselhamento está adaptado à agricultura convencional de base química, mas alguns agricultores procuram obter informações sobre a forma de mudar para a agricultura biológica. Os agricultores que já utilizam a agricultura biológica necessitam de informações mais específicas e pormenorizadas;
- » Novas técnicas de mecanização para reduzir o custo do cultivo e novas máquinas para colheita e sementeira;
- » Instalações de armazenamento;
- » Forma de lidar com animais selvagens, particularmente aqueles que atacam as culturas e os agricultores;
- » Partilha de novos resultados de investigação sobre a agricultura.

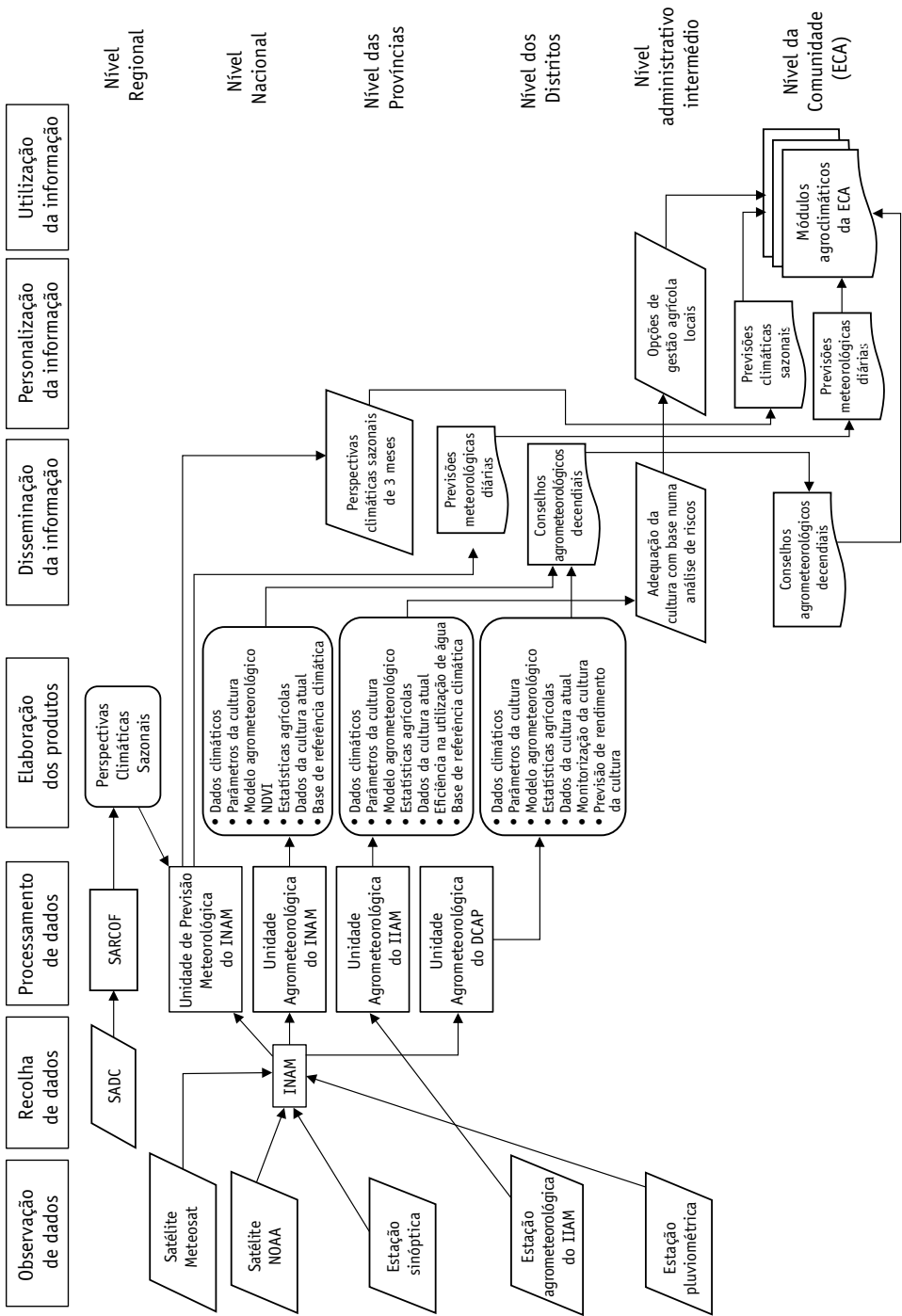
Na prática, o objetivo é alcançar uma sinergia entre todas as instituições que poderiam fornecer um conjunto completo de informações agroclimáticas na abordagem de ECA, conforme apresentado na **Figura 42**, a qual mostra um diagrama esquemático do fluxo de informações agroclimáticas em Moçambique.

## 4.2 TOMADA DE DECISÕES COM BASE EM INFORMAÇÕES METEOROLÓGICAS E CLIMÁTICAS

---

Face ao aumento da incerteza climática, serviços de aconselhamento eficazes em matéria de informação climática constituem uma fonte fiável para os agricultores no momento de tomar decisões. Estes serviços ajudam-nos a utilizar as melhores práticas de adaptação e a melhorar a gestão dos riscos agrícolas relacionados com o clima. No entanto, os pequenos agricultores enfrentam muitos desafios para utilizar as informações relacionadas com o clima. Com base numa análise de projetos-piloto de serviços climáticos e programas nacionais em África e no Sul da Ásia, identificaram-se esses desafios (Venkatasubramanian *et al.*, 2014):

**FIGURA 42** Diagrama esquemático do fluxo de informação agroclimática planeado no âmbito projeto da ECA em Moçambique



- » *Relevância*: adaptar o conteúdo, a escala, o formato e o tempo de antecipação à tomada de decisões ao nível da exploração agrícola;
- » *Acesso*: providenciar acesso atempado às comunidades rurais remotas com infraestruturas reduzidas;
- » *Legitimidade*: garantir que os agricultores possuem serviços climáticos e definem o seu formato e entrega;
- » *Equidade*: assegurar que as mulheres, os pobres e os grupos socialmente marginalizados são atendidos;
- » *Integração*: fornecer informação climática como parte de um pacote mais amplo de apoio à agricultura e assistência ao desenvolvimento, permitindo aos agricultores agir com base na informação recebida.

A interpretação correta de informação exata no momento certo é fundamental para o processo de tomada de decisões, mas a complexidade dos diferentes fatores da tomada de decisão torna esta tarefa difícil. A capacidade de interpretar e traduzir a informação agrometeorológica e aplicá-la a um contexto local facilita o acesso que os agricultores necessitam. No entanto, a relevância e credibilidade desta informação é fundamental. A relevância, por definição, refere-se a conselhos agrometeorológicos durante fases específicas do crescimento das culturas, ou seja, culturas e localizações específicas. A credibilidade refere-se à precisão da perceção que os agricultores têm da informação agrometeorológica, partindo do pressuposto de que a maior parte da informação está correta. Oito situações de tomada de decisões relacionadas com as práticas agrícolas foram identificados com base numa revisão da literatura disponível e em entrevistas nas aldeias onde os estudos foram realizados:

- » Quando trabalhar os campos;
- » Quando semear;
- » Quando adicionar fertilizantes;
- » Quando aplicar pesticidas;
- » Quando irrigar;
- » Quando colher;
- » Quando vender;
- » Escolha das culturas.

De um modo geral, de 60 por cento a 80 por cento das previsões meteorológicas estavam erradas de acordo com a maioria dos agricultores. A incerteza foi particularmente mencionada relativamente à precipitação e à sua quantidade. Os agricultores explicaram que: “Quando as previsões estão corretas todos nós sabemos que vai chover, mas em situações de incerteza a maioria das previsões estão erradas”. A imprevisibilidade do tempo e do clima deixa os agricultores desprevenidos para a estação de crescimento que se avizinha, o que torna o planeamento a longo prazo um desafio. Assim, os agricultores tomam decisões com base na sua compreensão dos padrões climáticos locais, considerando a sua própria compreensão mais credível e também especificamente adaptada à sua exploração agrícola individual em vez de outras fontes de informação. Esta situação, típica de muitas sociedades agrícolas, conduz a estratégias agrícolas conservadoras, uma vez que os agricultores acreditam que suas próprias perceções constituem a estratégia mais racional. No entanto, é também uma estratégia que pode sacrificar a produtividade para reduzir o risco de perdas (Nesheim *et al.*, 2017). As práticas agrícolas durante o período anterior ao plantio e no período de plantio podem diferir de forma significativa dependendo da previsão de precipitação. No caso de situações extremas, as práticas de gestão deveriam adaptar-se da seguinte forma (**Tabela 5**):

**TABELA 5** Decisões fundamentais no período anterior ao plantio e no período de plantio

SE HOUVER ELEVADA PRECIPITAÇÃO	SE HOUVER REDUZIDA PRECIPITAÇÃO
» Medidas para encaminhar a drenagem do excesso de precipitação	» Preparação do terreno e orientação da lavoura para a retenção de toda a água das chuvas
» Escolher culturas alimentares ou comerciais com elevada necessidade de água com características particularmente desejáveis e elevados rendimentos potenciais (em quantidades e retorno econômico)	» Culturas com menor necessidade de água que oferecem garantias para o abastecimento alimentar familiar
» Optar por alternar duas ou mais culturas na mesma parcela, conhecidas como vantajosas com a precipitação adequada	» Optar pela monocultura para garantir pelo menos o nível de produção de subsistência se a precipitação for baixa
» Plantio em fileiras estreitas, com elevada densidade de sementes e altas taxas iniciais de fertilização para maximizar a produção	» Fileiras largas (densidades mais baixas), taxas reduzidas de sementes e de fertilizantes para uma produção alimentar mais segura e rentável com água limitada
» Plantio a seco antes do início das chuvas	» Retardar o plantio até que o solo contenha água suficiente para germinar e sustentar as plântulas durante possíveis períodos de seca no início da estação

Fonte: Pfeiffer, 2002

Durante os inquéritos de campo, os agricultores fizeram algumas recomendações para melhorar os canais de comunicação:

- » Aumentar o alcance dos alertas fornecidos através de telefones celulares (mensagens de voz e SMS);
- » Um número gratuito (linha de atendimento) para aconselhamento agrometeorológico, do qual os agricultores possam obter informações e esclarecimentos;
- » Prestar conselhos nas estações de televisão, para lá das previsões nacionais correntemente transmitidas;
- » Notícias urgentes sobre eventos meteorológicos importantes em todos os canais;
- » Boletins de aconselhamento impressos e exibidos em pontos centrais da aldeia que sejam acessíveis a todos (por exemplo, quadros de avisos, lojas, postos de recolha de leite, etc.);
- » Utilização de imagens em alertas textuais para os tornar mais compreensíveis;
- » Estações de rádio FM nas línguas locais sobre aconselhamento meteorológico relacionado com agricultura e a pecuária;
- » Formação e interação regulares com agrometeorologistas na aldeia;
- » Debates e formações específicas para mulheres agricultoras na aldeia;
- » Organizar os agricultores em ECA para participar em reuniões com o SNA e ajudar a divulgar informações cruciais na aldeia;
- » Papel dos grandes agricultores na disseminação de atividades através da nomeação de voluntários a nível de aldeia que poderiam receber conselhos quinzenais do SNA e comunicá-los ao resto da aldeia;
- » Uso de linguagem menos técnica no aconselhamento para facilitar a interpretação.

No entanto, no planeamento de serviços de aconselhamento climático nas áreas rurais deve-se tomar especial cuidado para identificar as preferências específicas de género para os canais de comunicação considerados apropriados para os horários e tarefas diárias. Efetivamente, enquanto os agricultores do sexo masculino expressaram o seu interesse na rádio e na televisão, as mulheres agricultoras podem não ter a possibilidade de ouvir rádio ou ver televisão durante o dia devido

ao facto de estarem ocupadas com atividades domésticas e agrícolas. Os principais desafios e recomendações para tirar o melhor proveito da informação climática são apresentados na **Tabela 6**.

**Principais desafios e recomendações para tirar o melhor proveito da informação climática**

TABELA 39		
DESAFIOS PRINCIPAIS	RECOMENDAÇÕES	
<b>Relevância:</b> adaptar o conteúdo, a escala, o formato e o tempo de antecipação à tomada de decisões ao nível da exploração agrícola	<ul style="list-style-type: none"> <li>» A redução para a escala local, a resolução melhorada das previsões de precipitação e o acréscimo de valor são fundamentais para garantir a relevância em face das necessidades e usabilidade pelos agricultores locais;</li> <li>» Para os pequenos agricultores com menos de um hectare de terra, alguns conselhos não são de grande relevância devido à pequena escala das operações.</li> </ul>	
<b>Acesso:</b> providenciar acesso atempado às comunidades rurais remotas com infraestruturas reduzidas	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Transmitir por microfone os conselhos do SNA ao nível da aldeia;</li> <li>» Expor os boletins do SNA em locais estratégicos da aldeia;</li> <li>» Presença de um centro/plataforma de conhecimento agrometeorológico local para melhorar o acesso e a usabilidade dos conselhos da UNA;</li> <li>» As informações agrometeorológicas podem chegar aos pequenos agricultores de forma bem-sucedida através da utilização de uma diversidade de canais de comunicação (extensão agrária, presença em feiras de agricultores, centro/plataforma de conhecimento local, reuniões presenciais e formações na aldeia com especialistas agrícolas, SMS e mensagens de voz, etc.).</li> </ul>	
<b>Legitimidade:</b> garantir que os agricultores possuem serviços climáticos e definem o seu formato e entrega	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Colaboração com ONGs locais ou projetos para promover a aplicação dos conselhos serve como forma de aumentar o alcance e posterior adoção de aconselhamento agrometeorológico, incorporando-os nas práticas locais;</li> <li>» Quando há uma interação sustentada entre agricultores, agrometeorologistas e cientistas agrícolas, a utilização dos conselhos é mais acentuada;</li> <li>» Recomenda-se um papel mais importante dos grandes agricultores durante o processo de nomeação de um ponto de contacto agrometeorológico designado ao nível de aldeia para estabelecer comunicações com a equipa do serviço de extensão agrária e divulgar os conselhos na aldeia;</li> <li>» Recorrer a agricultores “progressistas” para organizar ações de formação e disseminar a informação aos outros agricultores constitui uma estratégia eficaz;</li> <li>» A nomeação de agricultores locais das aldeias para gerir e registar os dados recolhidos nas estações meteorológicas manuais da aldeia é uma maneira fiável de tornar o processo de recolha e disseminação de informações mais inclusivo e aberto. Também aumenta as discussões abertas entre os agricultores que divulgam as informações “boca a boca”.</li> </ul>	
<b>Equidade:</b> assegurar que as mulheres, os pobres e os grupos socialmente marginalizados são atendidos	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Debates e ações de formação com especialistas nas aldeias são a forma preferida de comunicação, garantindo dessa forma que todos os agricultores podem participar. É fundamental a ampla mobilização da comunidade e a inclusão de todos os agricultores da comunidade (não apenas dos agricultores do sexo masculino de alto estatuto socioeconómico) durante os debates nas aldeias para promover uma adoção e utilização generalizadas dos conselhos da UNA;</li> <li>» Quando as mulheres agricultoras estão totalmente envolvidas, a adoção e utilização dos conselhos do SNA é maximizada;</li> <li>» Os grupos de mulheres desempenham um papel positivo na recolha de informação agrometeorológica prestada por agrometeorologistas e cientistas agrícolas, bem como na sua divulgação “boca a boca”;</li> <li>» Deve existir um especial cuidado de identificar as preferências específicas de género para os canais de comunicação apropriados em função dos horários e tarefas diárias.</li> </ul>	

Fonte: Venkatasubramanian et al., 2014

## 4.3 SERVIÇOS CLIMÁTICOS INTEGRADOS PARTICIPATIVOS PARA A AGRICULTURA

---

Os Serviços Climáticos Integrados Participativos para a Agricultura (PICSA<sup>35</sup>) fornecem um apoio relevante através de uma abordagem destinada a ajudar os agricultores a tomar decisões. A abordagem PICSA fornece um manual de campo cujo objetivo é facilitar a tomada de decisões com base em informações climáticas e meteorológicas exatas e específicas de cada localização, opções de culturas, gado e meios de subsistência localmente relevantes, acompanhadas da utilização de ferramentas participativas para facilitar a tomada de decisões. A abordagem PICSA foi concebida para o pessoal no terreno, a fim de proporcionar apoio com melhores recursos e informações que irão ajudar no desempenho das tarefas. Este manual de campo, que serve como um guia para os facilitadores (por exemplo, ONGs e funcionários da extensão agrária no terreno que receberam formação na utilização da abordagem PICSA) descreve os 12 passos necessários para trabalhar segundo a abordagem PICSA com grupos de agricultores. A sequência passo a passo fornece um processo prático e lógico para ajudar no planeamento e na tomada de decisões (Fig. 43).

## 4.4 MANUAL PARA O SERVIÇO COMUNITÁRIO DE EXTENSÃO AGROMETEOROLÓGICA PARTICIPATIVA

---

São necessárias novas abordagens para melhorar a adoção de práticas de adaptação, assim como abordagens participativas para lidar com as preocupações da comunidade, as quais são preferíveis aos métodos “de cima para baixo” tradicionais. A introdução da Avaliação Rural Participativa enfatiza a apropriação, planeamento, gestão e análise de dados por populações rurais. No entanto, a adequação da Avaliação Rural Participativa para promover a produtividade da agricultura sustentável, especialmente entre os pequenos agricultores, requer um maior desenvolvimento. O Serviço Comunitário de Extensão Agrometeorológica Participativa (CAPES) utiliza técnicas participativas e a necessidade de serviços agrometeorológicos como base para promover a produtividade da agricultura sustentável. O projeto IDRC/CCAA<sup>36</sup>, realizado na Zâmbia e no Zimbábue de 2007 a 2010, examinou a possibilidade de desenvolver uma estratégia eficaz de CAPES, com a participação dos agricultores como uma tentativa de desenvolver intervenções de adaptação à agricultura. O objetivo era tornar a agricultura mais sustentável, utilizando as previsões climáticas disponíveis. O Manual sobre o Serviço Comunitário de Extensão Agrometeorológica Participativa (CAPES)<sup>37</sup> é um guia sobre a forma de desenvolver a capacidade dos agentes da extensão agrometeorológica para utilizar as estratégias do CAPES.

---

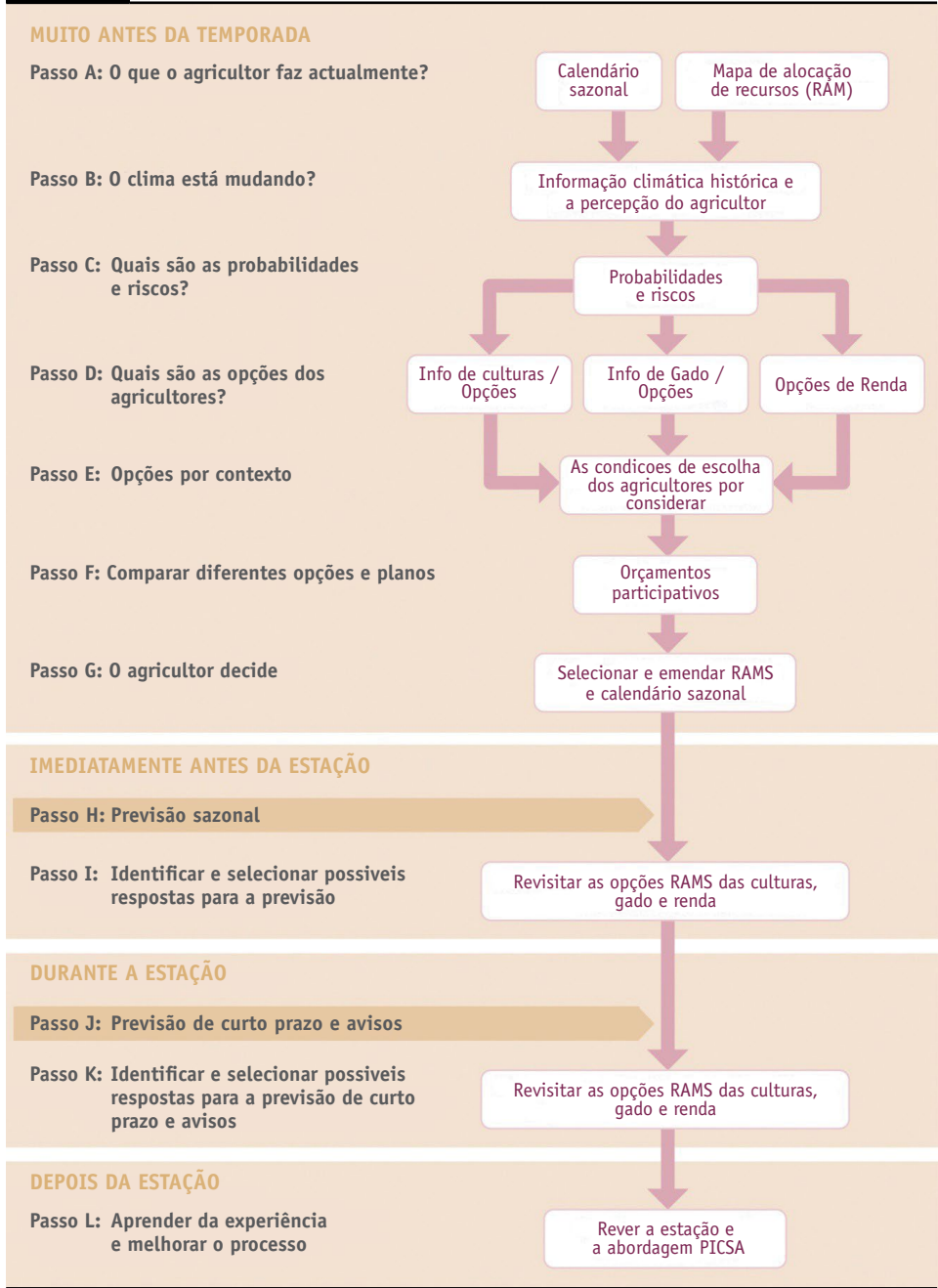
<sup>35</sup> PICSA: <http://www.walker.ac.uk/projects/participatory-integrated-climate-services-for-agriculture-picsa>

<sup>36</sup> IDRC/CCAA: <https://www.idrc.ca/en/article/new-pathways-resilience-interactive-report-ccaa-program?PublicationID=1131>

<sup>37</sup> CAPES: <http://www.agrometeorology.org/files-folder/repository/HandbookCAPES.pdf>



**FIGURA 43** Fluxograma esquemático com uma visão geral de todo o processo PICSA



Fonte: <http://www.walker.ac.uk/media/1114/picsa-field-manual-final-english-11-03-16.pdf>



## CAPÍTULO 5

# INFORMAÇÃO CLIMÁTICA E CONHECIMENTO LOCAL

- CONHECIMENTO LOCAL
- CONHECIMENTO DOS AGRICULTORES SOBRE INFORMAÇÃO CLIMÁTICA
- INCORPORAÇÃO DO CONHECIMENTO DOS AGRICULTORES NAS FERRAMENTAS AGROMETEOROLÓGICAS

## 5.1 CONHECIMENTO LOCAL

O conhecimento indígena é uma combinação de conhecimento local e tradicional desenvolvido pela comunidade e que é próprio de uma cultura ou sociedade. Pode ser definido como “conhecimento que uma comunidade indígena ou local acumula ao longo de gerações de vida num determinado ambiente”. Esse conhecimento é transmitido de geração em geração, normalmente “boca a boca” e em rituais culturais, e tem servido de base para a agricultura, preparação de alimentos, cuidados de saúde, educação, conservação e um amplo leque de outras atividades que sustentam as sociedades em muitas partes do mundo. Também pode fornecer informações complementares (**Caixa 3**), no entanto a língua constitui uma barreira para documentar e partilhar este tipo de conhecimento. O conhecimento indígena é transmitido na língua local, a qual frequentemente não tem forma escrita e, portanto, quando traduzido o seu significado é por vezes modificado.

Os agricultores continuamente tomam decisões de gestão agrícola com base na sua experiência acumulada, bem como em outras informações quantitativas e qualitativas atualmente disponíveis.

Desta forma, os sistemas agrícolas locais desenvolvidos ao longo de gerações para aplicação no terreno e a sua evolução integram continuamente condições ambientais e socioeconómicas em mutação. As práticas agrícolas aperfeiçoam-se a nível micro nas zonas agroecológicas para otimizar, na esfera do conhecimento atual dos agricultores, a produção global e minimizar o nível de risco de insucesso, dado que determinam a sobrevivência da família dos agricultores.

### CAIXA 3

#### POR QUE É QUE O CONHECIMENTO INDÍGENA É IMPORTANTE?

- » O conhecimento indígena fornece estratégias de resolução de problemas desenvolvidas localmente para as comunidades locais, especialmente para os pobres. Representa um componente importante do conhecimento global sobre temas ligados ao desenvolvimento.
- » O conhecimento indígena é um recurso subutilizado no processo de desenvolvimento

#### POR QUE É QUE A COMUNIDADE DE DESENVOLVIMENTO DEVE ESTAR ENVOLVIDA?

- » Aprender com o conhecimento indígena pode melhorar a compreensão das condições locais.
- » Compreender o conhecimento indígena pode aumentar a capacidade de resposta aos interessados.
- » Adaptar as práticas internacionais às condições locais pode melhorar o impacto e a sustentabilidade do nosso trabalho.
- » Investir na disseminação do conhecimento indígena pode ajudar a reduzir a pobreza.
- » Partilhar o conhecimento indígena dentro e entre as comunidades pode melhorar o entendimento intercultural

Fonte: Banco Mundial. *Indigenous Knowledge for Development*.

Disponível online em português:

<http://documents.worldbank.org/curated/pt/459951468193450900/pdf/190600BOX0327404B0portuguese.pdf>

## 5.2 CONHECIMENTO DOS AGRICULTORES SOBRE INFORMAÇÃO CLIMÁTICA

Os agricultores (inclusive os analfabetos têm conhecimentos e acumularam experiências práticas de campo ao longo de gerações, incluindo as condições climáticas gerais e as suas alterações graduais/cíclicas. Embora os agricultores se refiram frequentemente a períodos curtos, os conhecimentos/experiência acumulados ao longo de gerações continuam a ser globais. Por regra, o conhecimento local não é expresso em termos quantitativos mas está relacionado com observações microclimáticas específicas e alterações qualitativas observadas ao longo dos anos. Em muitos casos, o conhecimento indígena descreve corretamente os fenômenos mas retira conclusões que tendem a ser imprecisas. No entanto, ao mesmo tempo, oferece a base para novas observações e ajuda a chegar a conclusões mais precisas (Caixa 4).

### CAIXA 4 O que é conhecimento indígena

O conhecimento indígena ou "local" é singular, pois constitui parte integrante da cultura e da história de cada comunidade ou sociedade local. Normalmente, é detido por comunidades e não por indivíduos. Constitui a base para a tomada de decisões a nível local sobre agricultura, cuidados de saúde, preparação de alimentos, educação, gestão de recursos naturais e uma série de outras atividades nas comunidades. O conhecimento indígena fornece estratégias de resolução de problemas para as comunidades. É sobretudo um conhecimento tácito e cultural e, portanto, difícil de codificar, uma vez que está incorporado nas práticas, instituições, relações e rituais da comunidade. Precisamos de aprender com as comunidades locais como melhorar o processo de desenvolvimento.

#### UM EXEMPLO

Os Maasai (Tanzânia) alternam o uso das suas pastagens naturais de acordo com as estações do ano, o que requer uma decisão oportuna sobre quando e para onde se deslocar em seguida. Preveem secas bem como doenças relacionadas com o clima observando os movimentos dos corpos celestes em combinação com a observação da data de surgimento de certas espécies vegetais (por exemplo, Ole Kitolya). Esses "sinais de aviso prévio" de um desastre ambiental em aproximação são usados para estabelecer medidas preventivas, preparar a sua minimização e decidir sobre o curso a tomar pela comunidade, utilizando os recursos naturais. Da mesma forma, as estimativas de fertilidade animal podem ser extraídas de tais previsões, com implicações nas taxas de encabeçamento e densidade de pastoreio.

#### LIÇÃO

A experiência tradicional em astronomia e previsão do tempo em combinação com a meteorologia agrícola convencional poderia melhorar as previsões locais sobre colheitas e a segurança alimentar.

a Três tipos diferentes de conhecimento dentro de uma organização (Choo, 1998):

- O conhecimento **tácito** é representado pela experiência e perícia individual/de grupo (está implícito, raramente documentado);
- O conhecimento **explícito** é baseado em políticas, procedimentos, instruções, padrões e resultados, prontamente comunicados, muitas vezes por escrito, e fornece um registo de "memória institucional ou organizacional";
- O conhecimento **cultural** é a base para o que consideramos ser justo/de confiança, um entendimento subjacente sobre a forma como tratamos as novas verdades e situações. Está muitas vezes ligado à visão, à missão e à filosofia geral de uma organização.

b Database of Indigenous Knowledge and Practices (Banco Mundial, 2000).  
[http://web.worldbank.org/archive/website01219/WEB/0\\_CO-44.HTM](http://web.worldbank.org/archive/website01219/WEB/0_CO-44.HTM)

#### CAIXA 5 Calendário climático

Uma das previsões de longo prazo mais famosas foi o “calendário climático de cem anos” baseado em observações de longo prazo e nas características cíclicas das condições climáticas. Com base na incidência dos sete “planetas” conhecidos do sistema solar sobre as condições climáticas europeias, o abade de Cister Mauritius Knauer desenvolveu as suas impressões no “*Calendarium œconomicum practicum perpetuum*” (1658) incluindo previsões meteorológicas para um período de 300 anos. No início deste século este calendário ainda estava a ser utilizado por comunidades rurais para previsões climáticas sazonais. O calendário centenário baseia-se em observações meteorológicas detalhadas do abade Mauritius Knauer, realizadas de 1652 a 1658 no mosteiro de Langheim, perto de Lichtenfels, em Oberfranken (Alemanha). A compilação foi inicialmente destinada a ajudar a prever o tempo nesta região, a fim de otimizar a agricultura do mosteiro. O abade Knauer assumiu erroneamente que as condições climáticas se repetiam num ciclo fixo de 7 anos devido à influência dos então conhecidos sete “planetas” (Sol, Lua, Saturno, Júpiter, Marte, Vénus, Mercúrio). Assim, de acordo com sua teoria, uma previsão do tempo estava disponível para cada dia dos próximos ciclos de 7 anos. Com este fundamento o abade elaborou as “previsões meteorológicas” de 1600 a 1912. É possível que essas previsões do calendário sejam às vezes precisas, mas de um ponto de vista meteorológico isso é pura coincidência e de forma alguma justificado cientificamente.

No entanto, as populações que por todo o mundo desenvolveram abordagens semelhantes com base em observações astrais e/ou condições climáticas num dia/período específico consideraram-nas como um sinal para as condições climáticas da estação seguinte. Enquanto as previsões científicas se centram nas estimativas das quantidades sazonais totais ou na sua evolução, os agricultores avaliam frequentemente as estações em termos de tipos e de tempo (início, duração, etc.) da precipitação. Ao contrário das previsões científicas, que são formuladas com referência a “zonas”, a produção e a aplicação de previsões locais são fortemente localizadas. Elas decorrem de uma interação íntima com o microambiente cujos ritmos estão interligados com os ciclos da vida familiar e comunitária. Recentemente foi dada especial atenção ao inestimável conhecimento local dos agricultores, que foi integrado em valores “científicos” mensuráveis.

## 5.3 INCORPORAÇÃO DO CONHECIMENTO DOS AGRICULTORES NAS FERRAMENTAS AGROMETEOROLÓGICAS

---

A agrometeorologia desempenha um papel muito importante na utilização de ferramentas específicas (por exemplo, a modelização por simulação dos impactos na utilização da água e rendimento das culturas causados por alterações nas práticas, nomeadamente no que respeita às taxas de fertilização e à população vegetal), a fim de proporcionar opções de adaptação para regiões agroecológicas específicas. Durante este processo é importante incluir os *conhecimentos locais, tradicionais ou dos agricultores*, pois constituem parte integrante da cultura e da história de cada comunidade ou sociedade local. É essencial estabelecer abordagens de comunicação relativas ao conhecimento

indígena existente sobre o tempo e o clima para desenvolver serviços de aconselhamento agrícola para as comunidades vulneráveis. Além disso, o conhecimento local deve ser combinado com informações climáticas adequadas para fornecer alternativas de gestão e para estabelecer um sistema de comunicação eficaz de apoio à tomada de decisões informadas. Um dos principais desafios é o de registar o conhecimento indígena antes que se percam as tradições.

Com base nas experiências de campo anteriores, as comunidades locais desenvolveram sistemas tradicionais de previsão meteorológica a curto prazo; a cor do céu, o desenvolvimento de organismos vivos específicos e outras observações locais são tradicionalmente tidos em consideração na previsão meteorológica a curto e médio prazo (**Caixa 6**). Também existem previsões a longo prazo no seio das crenças tradicionais, como por exemplo:

- » Utilização de indicadores ambientais, tais como o tempo e a abundância de produção de frutos de árvores locais específicas e o comportamento de insetos e aves;
- » O tempo durante os períodos de mudança da lua e o seu impacto significativo no período da lua nova;
- » Previsões sazonais baseadas em condições climáticas específicas anteriores à estação;
- » Conhecimento especializado de “previsão” (tais como “marabouts”) e reivindicações/crenças de controlo direto sobre as chuvas (tais como “sa tatta”, conhecidos no Burkina Faso como “fazedores de chuva”).

No Burkina Faso, quando foi perguntado aos agricultores se eles tinham notado alguma mudança no clima durante a sua vida, a maioria dos entrevistados respondeu que a variabilidade climática tinha aumentado. Na sua opinião, choveu menos do que antes, as chuvas começaram tarde ou acabaram prematuramente, e os períodos de seca durante a estação foram mais prolongados e frequentes. Por outras palavras, prever a chuva tornou-se como a lotaria nacional, na qual se pode ganhar ou perder aleatoriamente, mas na maioria das vezes se perde. A variabilidade climática enfraqueceu a confiança dos agricultores nas previsões locais dos padrões de precipitação. Alguns idosos recordaram que no passado tinham sido capazes de prever o início das chuvas de forma tão precisa que, sabendo que as chuvas começariam em breve, podiam mobilizar a mão-de-obra familiar para plantar em solo seco. Agora os seus filhos recusam-se a ir para o campo até que chova efetivamente.

Por terem perdido a confiança na sua capacidade de prever a precipitação, os agricultores estão abertos e muito interessados em fontes alternativas de informação sobre a precipitação. Eles não se opõem à introdução de informação científica nem a consideram uma ameaça à integridade das tradições culturais locais. Os agricultores tendem a combinar os conhecimentos da agricultura tradicional com aconselhamento de extensão agrária e a tecnologia local com inovações de desenvolvimento. Mesmo no caso dos conhecimentos de previsões locais, os agricultores estão habituados a combinar uma variedade de observações ambientais com tradições espirituais (Roncoli *et al.*, 2002).

As previsões dos agricultores divergem das previsões científicas em aspetos importantes, em particular nos parâmetros e escalas que abordam e na medição da precisão. As previsões locais centram-se nas características da precipitação que são mais relevantes para os agricultores, tais como a hora de início, a duração e a distribuição. Para avaliar a precipitação sazonal, os agricultores consideram o número, tipo e momento das chuvas em vez da quantidade total de precipitação, variável fundamental na previsão científica. Uma previsão de precipitação sazonal “abundante” traduz-se frequentemente em expectativas de uma estação mais longa. Atualmente, a ciência é incapaz de prever a fiabilidade da duração e distribuição da precipitação sazonal, mas a integração

#### CAIXA 6 Burkina-Faso: previsão da precipitação pelos agricultores

Os indicadores em que os agricultores mais confiam são a produção de frutos por certas árvores no início da estação das chuvas e as temperaturas durante a estação seca. Eles também observam a intensidade e a direção dos ventos e o comportamento das aves e dos insetos durante todo o ano (Tabela 7).

Os agricultores fazem previsões de precipitação com base numa classificação do ano civil em dois períodos principais: uma estação seca de 7 meses e uma estação das chuvas de 5 meses. A estação seca inclui um período seco frio e um período seco quente. A estação das chuvas inclui uma parte inicial, a parte principal da estação e uma parte final durante a qual as culturas básicas amadurecem. Durante cada período os agricultores esperam que os fenômenos naturais, como as temperaturas, os ventos, as nuvens e a chuva, obedeçam a um determinado padrão definido como norma. Os agricultores consideram os desvios da norma como pouco auspiciosos, resultando em chuvas anormais e em mau desempenho das culturas. Entre os primeiros indicadores contam-se a data de início, a intensidade e a duração do período seco frio. Se o período seco frio começar cedo ou terminar tarde, os agricultores esperam que as chuvas procedam da mesma maneira. Os agricultores idosos preveem o início das chuvas contando 182 dias a partir do início do período seco frio. Ou seja, os agricultores contam 91 dias para o período seco frio mais 91 dias para o período seco quente antes do início da seguinte estação. As temperaturas noturnas podem descer até 15° C ou menos durante a estação seca fria (do final de Novembro até ao início de Fevereiro). Segundo os agricultores, o frio intenso durante este período corresponde a precipitação abundante na estação seguinte. Interrupções do frio, tais como vários dias de temperaturas amenas, originam períodos de seca durante a estação das chuvas.

Um período seco frio é seguido por um período seco quente, de finais de Fevereiro a princípios de Maio. Acredita-se que as temperaturas intensamente quentes são também um sinal de precipitação abundante. Nevoeiro matinal ou chuva em Abril arrefecem as temperaturas quando estas deveriam ser quentes, o que é considerado um mau sinal. Temperaturas frias que persistem para além do início da manhã indicam precipitação insuficiente e ventos violentos durante a estação seca também indicam interrupções nos eventos de precipitação. Por outro lado, ventos fortes mas não destrutivos em direção do leste e temperaturas quentes mas não extremamente elevadas no início da estação das chuvas indicam uma precipitação sazonal regular e favorável. Durante a estação das chuvas os agricultores podem esperar chuva após um dia húmido se os ventos soprarem para leste. Os agricultores também podem esperar granizo no início da estação das chuvas e acreditam que a ocorrência de granizo significa um bom desempenho das culturas leguminosas.

das previsões científicas com os conhecimentos locais pode permitir a realização de algumas deduções a este respeito. As previsões dos agricultores também diferem das previsões científicas na medida em que se referem à escala local e não à escala regional, e à interação entre as culturas e o clima em vez da precipitação propriamente dita. Os agricultores reconhecem que a precipitação pode ter implicações diferentes para cada espécie de cultura de acordo com o momento e a forma de ocorrência. Por exemplo, a mesma quantidade de precipitação pode levar a resultados de produção radicalmente diferentes se ocorrer por meio de um único episódio de chuva. Períodos de carência de água que ocorrem durante a introdução ou o estabelecimento causarão mais danos do que aqueles que ocorrem durante outras fases de crescimento da cultura. Outro aspeto importante

**TABELA 7** Árvores locais usadas como indicadores para prever a precipitação pelos agricultores de Bonam

MORÉ	FRANCÊS	CIENTÍFICO	AMADURECIMENTO DOS FRUTOS	INDICA
<i>kankanga</i>	figuier	<i>Ficus gnanphalocarpa</i>	Maio = Junho	Lençol freático próximo à superfície do solo
<i>sibga</i>	raisinier	<i>Anogeissus leiocarpus</i>	Maio = Junho	Produção abundante de frutos = Precipitação abundante
<i>lenga</i>	citronnier de mer	<i>Xymenia Americana</i>	Maio	Produção abundante de frutos = Precipitação abundante
<i>taanga</i>	karité	<i>Butyrospermum parkii</i>	Junho	Produção abundante de frutos = Precipitação abundante
<i>roanga</i>	carroubier africain	<i>Parkia biglobosa</i>	Março = Abril	Produção abundante de frutos = Precipitação abundante
<i>pusga</i>	tamarinier	<i>Tamarindus indica</i>	Junho	Produção abundante de frutos = Precipitação abundante
<i>sabtuloga</i>	bouleau d'Afrique	<i>Lannea acida</i>	Abril	Produção abundante de frutos = Precipitação escassa
<i>nobga</i>	prunier	<i>Sclerocarya birrea</i>	Maio	Produção abundante de frutos = Precipitação escassa

Fonte: Roncoli et al. 2002

da previsão dos agricultores é a subjetividade da sua avaliação. Embora as previsões científicas tenham procedimentos de avaliação detalhados e possam isolar os diferentes fatores, a previsão dos agricultores é subjetiva, dependendo da sua percepção do evento, e pode ser influenciada por outros fatores, tais como o rendimento, para determinar a qualidade da previsão.

A documentação sistemática e a subsequente integração do conhecimento indígena no sistema convencional de previsão meteorológica é uma das estratégias recomendadas para ajudar a melhorar a precisão das previsões pluviométricas que apresentam uma maior variabilidade climática. Embora os agricultores ouçam as previsões meteorológicas na rádio, os agricultores pobres e marginalizados preferem utilizar um sistema de conhecimentos tradicionais para as suas práticas agrícolas. O tempo e o clima são avaliados e previstos por intermédio de variáveis e experiências observadas localmente, utilizando uma combinação de plantas, animais, insetos e indicadores meteorológicos astronómicos (Caixas 7, 7A, 8). Quando a previsão científica do clima se desvia das previsões tradicionais, os agricultores estão predispostos às informações indígenas porque funcionam bem com a sua cultura. Isto tem sido experimentado e testado ao longo dos anos numa linguagem que eles entendem (Makwara, 2013). Embora a previsão tradicional do clima e as previsões científicas sazonais sejam consideradas úteis, devido à crescente variabilidade do clima, a maioria dos agricultores está entusiasmada sobre formação em como aplicar informações/produtos baseados na ciência ao processo de tomada de decisões agrícolas.

Uma questão importante para os pequenos agricultores em áreas de sequeiro é se devem plantar a seco antes do início das chuvas ou esperar por um teor de humidade adequado do solo antes de plantar. Há uma série de vantagens e desvantagens em ambos os casos. Com base na análise de probabilidades



CAIXA 7

Zimbabué: indicadores meteorológicos e climáticos sazonais usados para prever a precipitação

CONHECIMENTO DE INDICADORES LOCAIS BASEADOS EM PLANTAS

Elemento	Observação	Implicações
Frutos Silvestres	Mukute: ( <i>Syzygium cordatum</i> ) floração significativa	De Julho a Outubro é sinal de boas chuvas na estação seguinte
	Muonde (figueira) e Mukute ( <i>Syzygium cordatum</i> ): floração e geração de novas folhas	Indica proximidade do início das chuvas
	Mumveveve/Kagelia: quando dá muito suco durante a estação seca	Indica chuvas abundantes na próxima estação
	Musekesa ( <i>Brachystegia spiciformis</i> ): floração significativa de Julho a Outubro	É um sinal de boas chuvas na estação seguinte
	Frutificação de Muchakata e Mushuku	Indica o início da estação chuvosa
	Uapaca kirkiana e Wild loquat: floração significativa e boa frutificação	É amplamente considerado como um bom indicador de seca iminente

CONHECIMENTO DE INDICADORES LOCAIS BASEADOS NAS AVES

Elemento	Observação	Implicações
Aves	Local de construção dos ninhos das aves <i>Machesa</i> perto do leito do rio na estação seca	Ninhos perto do rio indicam anos secos, ao passo que ninhos longe dos rios indicam anos chuvosos
	Corvo negro constrói um ninho numa determinada área. Normalmente constroem os ninhos numa determinada área, as andorinhas e as aves aquáticas põem ovos em patamares elevados no vale do rio, as aves aquáticas reproduzem-se no chão sob a cobertura de ervas e juncos	É uma indicação de que a área não receberá chuvas porque as aves não correriam o risco de pôr ovos, portanto será de esperar pouca precipitação ou condições de seca
	Grande quantidade de cegonhas pretas ( <i>Mashohori</i> ) em Outubro e Novembro	Indica início iminente de chuvas e uma boa estação das chuvas, uma estação normal regular ou acima do normal, e previsão de um grande número de insetos (alimentação das aves)
	<i>Dendera</i> cantando, especialmente ao amanhecer	As chuvas vão cair num dia ou no prazo de uma semana
	Canto do cuco ( <i>Kohwera</i> ), especialmente na parte da tarde a partir das 14:00 em Outubro e Novembro	Sinal de início iminente de chuvas e de uma boa estação das chuvas. O seu som assemelha-se ao ruído das chuvas
	Avistamento de bandos de andorinhas ( <i>Nyenganyenga</i> ) a voar por toda a área ou seu aparecimento em novembro. Aparecimento de grandes bandos de andorinhas	Indica início iminente de chuvas e uma boa estação das chuvas, uma estação normal regular ou acima do normal, e previsão de um grande número de insetos (alimentação das aves)

Fonte: Enock, 2013

CAIXA 7a

**Zimbabué: indicadores meteorológicos e climáticos sazonais usados para prever a precipitação**

CONHECIMENTO DE INDICADORES LOCAIS BASEADOS EM INSETOS		
Elemento	Observação	Implicações
<b>Insetos</b>	Aranhas esforçando-se para entrar apressadamente dentro de casa ou em esconderijos	É uma indicação do início das chuvas
	Formigas pretas e castanhas recolhem muita comida nas casas	Iminência de chuvas e de um longo período de chuvas
	Formigas pretas e castanhas retiram alimentos húmidos e cadáveres depois de um período húmido	Tempo seco curto, após o qual as chuvas vão continuar
	Grande número de cigarras cantando em setembro	Marca o início de uma estação normal ou acima do normal
	Borboletas de <i>Mbalabala</i>	Indicação de aproximação de condições húmidas
	Aparecimento de muitas borboletas <i>Charaxes Pollux</i>	Indicação do início precoce das chuvas e também fornece perspectiva de uma boa estação
	Aparecimento de borboletas negras numa determinada área	Indica uma estação das chuvas muito boa nessa área
	Aparecimento de formigas vermelhas ( <i>Madumbwi Treiberameisen</i> )	Indica o início iminente de chuvas e também fornece perspectiva de uma boa estação
	Aparecimento de muitas térmitas quando as formigas voadoras são vistas durante a estação das chuvas ( <i>Termite Ancistrotermes sp</i> )	É um sinal de mais chuvas nesse ano
	Aparecimento de lagartas <i>Spodoptera exempta</i> (mhuturu)	Indica proximidade do início das chuvas
	Aparecimento de lagartas <i>Spodoptera exempta</i> nas árvores em Outubro	Significa chuvas abundantes na próxima estação, pois elas multiplicam-se quando há muita comida
	Aparecimento de gafanhotos verdes ( <i>Madhumbudya</i> ), aparecimento de mais gafanhotos num determinado ano	Indica menos chuvas e fome

Fonte: Enock, 2013

CAIXA 8

**Extremo Superior do Noroeste dos Himalaias da Índia: previsão do tempo**

As pessoas previam o tempo através da observação do espectro visível em torno do sol ou da lua. Se o espectro em torno do sol tivesse um diâmetro maior do que o da lua, previam chuvas após um ou dois dias.

Algumas pessoas baseavam a sua previsão meteorológica na natureza do halo solar, nomeadamente: "Se o espectro em torno do sol tem um diâmetro maior, então a precipitação é garantida".

Todos os fotómetros são um fenómeno luminoso produzido pela reflexão, refração, difração ou interferência da luz do sol ou da lua. O espectro visível de luz em torno do sol ou da lua é denominado halo ou coroa de acordo com sua distância do sol ou da lua. Se a distância é maior, então esse fenómeno é denominado halo, que é causado por uma camada fina de véu de nuvens cirros, ou seja, nuvens que não transportam chuva. Mas se a distância for menor, esse fenómeno é denominado coroa, o qual é causado por nuvens algo densas, o que pode originar chuvas. A precisão desta observação indígena pode atingir 50 por cento.

Conhecimento tecnológico indígena para a gestão de bacias hidrográficas no noroeste dos Himalaias da Índia (GCP/RAS/161/NET)  
<http://www.fao.org/docrep/X5672E/x5672e00.htm#Contents>

de um "falso" início das chuvas (ou "período seco" significativo), pode ser avaliado<sup>38</sup> o nível de risco de plantio antes do início da estação. Por outro lado, o atraso no plantio (incluindo o tempo necessário para plantar a área prevista) reduziria gradualmente o potencial de produção. Deve ser salientado que o nível de risco do plantio seco muda de acordo com as espécies/cultivares da cultura, estações, locais e com o atraso no início da estação. Em caso de atraso no início da precipitação, o risco principal é deslocado da quantidade de precipitação propriamente dita para a duração do período de chuvas. O início tardio da precipitação, ou um período curto de precipitação, é superado pela pré-germinação de sementes e/ou material de plantio, a fim de reduzir o ciclo de cultivo no campo.

O conhecimento local é autoexplicativo: conhecimento detido localmente pelas pessoas locais. Isto pode parecer simples, mas na verdade é mais complexo. Por exemplo, o conhecimento pode ser gerado localmente e referir-se a situações e circunstâncias locais. Ao mesmo tempo, ele pode ter origem noutra lugar mas pode ser adaptado localmente para se adequar às circunstâncias locais. Às vezes é difícil saber onde o conhecimento se originou. O conhecimento é muitas vezes o produto de muitas mentes espalhadas por gerações e áreas geográficas que é acrescentado ou adaptado à medida que se desenvolve ao longo do tempo. Muitas práticas indígenas estão espalhadas por vários países, regiões, ou mesmo outras partes do mundo, tornando difícil dizer se essas práticas são realmente locais ou se foram importadas. O conhecimento local é um elemento importante que deve ser integrado nos dados agrometeorológicos e nas informações recolhidas ao nível da exploração agrícola. Esta integração é um componente adicional da abordagem de Gestão Agrícola Adaptada ao Clima que irá ser discutida mais adiante.

<sup>38</sup> As chuvas "convectivas" ligeiras anteriores à estação devem ser levadas em conta, uma vez que a germinação pode ser iniciada.



## CAPÍTULO 6

# DIVULGAÇÃO DAS INFORMAÇÕES CLIMÁTICAS AOS AGRÍCOLTORES

- PRINCÍPIOS BÁSICOS
- ESCOLAS DE CAMPO DE AGRICULTORES – CONCEITO
- ESCOLAS DE CAMPO SOBRE O CLIMA

## 6.1 PRINCÍPIOS BÁSICOS

---

As principais áreas onde a informação agrometeorológica é utilizada são:

- » **Produção:** pessoas e técnicas relacionadas com a produção agrícola, pecuária, silvicultura e pesca de águas interiores;
- » **Extensão agrária:** pessoas e técnicas responsáveis por assegurar a divulgação e utilização eficiente das mensagens (na língua local e em termos muito simples);
- » **Comercial:** fabrico, comercialização e transação de instrumentos e fatores de produção agrícolas (fertilizantes, pesticidas, maquinaria, infraestruturas) e fabrico de vacinas para gado e aves de capoeira e de outros produtos relacionados com animais;
- » **Tomada de decisões políticas:** pessoas e normas a nível internacional, nacional, regional e local (instituições nacionais e internacionais, ministérios, administrações e municípios).

Portanto, são necessárias diversas ferramentas de comunicação para as pessoas envolvidas nestas diferentes categorias: os agricultores precisam de recomendações muito concretas para o plantio, colheita e gestão das culturas e dos recursos naturais; os agentes da extensão agrária precisam de orientações e ferramentas; os comerciantes precisam de documentos analíticos sobre os dados e metodologias; os decisores precisam de documentos curtos com destaques e recomendações precisas para adotar medidas. Os agrometeorologistas precisam de reconhecer as características e necessidades do público-alvo a fim comunicar de forma eficaz, levando em consideração os vários públicos acima mencionados. Isto ajuda-os a traduzir a informação agrometeorológica em métodos que facilitem a sua interpretação pelos agricultores ou outros utilizadores.

O Serviço Nacional de Agrometeorologia, muitas vezes a fonte original de aconselhamento agrometeorológico, deve fazer perguntas como: Quais são as características do público-alvo? Que tipo de sistemas agrícolas empreendem? De que informação precisam? Quais são os seus níveis de educação ou alfabetização? Em que língua eles se sentiriam mais confortáveis? Qual é o seu estatuto socioeconómico? Qual é o seu género? Que meios ou canais de comunicação podem ser apropriados para transmitir informações? Se estas perguntas não forem levadas em conta a comunicação torna-se difícil. Por exemplo, no caso de práticas de adaptação à variabilidade e às alterações climáticas, os domínios técnicos em que a comunicação agrometeorológica pode ser relevante são:

- » Medidas físicas adaptativas (ou seja, canais de ligação, irrigação, recolha de água, instalações de armazenamento para retenção de água, manipulação de microclimas, drenagem, aumento das concentrações de carbono no solo);
- » Adaptação das práticas agrícolas existentes aos riscos previstos (ou seja, ajustamento do padrão de cultivo, seleção de variedades de culturas adaptadas, diversificação dos sistemas agrícolas e/ou de cultivo, melhor armazenamento de sementes e forragens, viveiros de sementes secas, mudança para culturas alternativas, utilização mais eficiente da água de irrigação nos arrozais, utilização mais eficiente de azoto nos campos cultivados, melhor gestão da água, incluindo a recolha de água);
- » Planeamento estratégico diário das operações agrícolas;
- » Alerta meteorológico a longo prazo (sistemas de alerta precoce);
- » Previsões sazonais e decendiais para alerta e planeamento das operações.

A **Tabela 8** mostra as categorias de dados necessários para personalizar os produtos de comunicação, as suas fontes potenciais e exemplos de utilização pretendida para aplicações e serviços agrometeorológicos.

**Categorias de dados necessários para personalizar os produtos de comunicação, as suas fontes potenciais e exemplos de utilização pretendida para aplicações e serviços agrometeorológicos**

TABELA 8	CATEGORIA	TIPOS DE DADOS	FONTE POTENCIAL	EXEMPLOS DE UTILIZAÇÃO PRETENDIDA PARA APLICAÇÕES E SERVIÇOS AGROMETEOROLÓGICOS
<b>Meteorologia e climatologia</b>	Dados históricos diários/decendiais/ mensais sobre precipitação, temperatura (máxima, mínima), radiação solar, humidade relativa, evaporação etc.	Serviços nacionais de hidrometeorologia, agências meteorológicas, centros agrometeorológicos e universidades	Avaliações do abastecimento de água, cálculos de necessidades hídricas, datas de início e fim da estação das chuvas, períodos secos, intensidade da precipitação, balanço hídrico, cálculo de GDD e outros	
	Dados históricos diários/decendiais/ mensais sobre velocidade e direção do vento	Centros meteorológicos e agrometeorológicos	Elaboração de cortinas de abrigo e quebra-ventos, estabelecimento de condições adequadas para a aplicação de pesticidas	
	Dados horários e diários sobre humidade das folhas, temperatura e humidade relativa	Estações agrometeorológicas	Estimativa da incidência de pragas e doenças, determinação do momento da aplicação dos pesticidas	
<b>Terra e solos</b>	Inclinação do terreno, drenagem superficial, lençóis freáticos	Departamentos de Geologia, obras públicas, recursos terrestres e hídricos, autoridade fluvial	Definição de adequação da terra, e das fontes e disponibilidade de água	
	Propriedades do solo (profundidade, textura, estrutura, fertilidade, capacidade de retenção de água, água disponível, salinidade, acidez e outros problemas)	Ministério da Agricultura, institutos de investigação dos solos, laboratórios de análise dos solos, gabinetes nacionais em matéria de solos	Cálculo do balanço hídrico, definição das características do stress hídrico e recomendações sobre fertilizantes	
<b>Culturas e sistemas de cultivo</b>	Culturas, variedades, duração, utilização de monocultura, combinação de culturas, dependência de culturas, sistemas de intercalação de culturas	Ministério da Agricultura	Adequação das culturas e dos sistemas de cultivo com a estação das chuvas; decisões relativas a escolha de culturas e suas variedades	
<b>Gestão agronómica</b>	Tempo de sementeira, plantio, quantificação e momento de aplicação de fertilizantes, monda, desbaste, largura das fileiras, método de irrigação, medidas de controlo de pragas e doenças, momento e método de colheita	Ministério da Agricultura, representantes da comunidade, inquéritos aos agricultores, reuniões de grupos focais	Desenvolvimento de alternativas de gestão, momento de plantio, população vegetal, intervalo entre as fileiras, opções sobre a aplicação de fertilizantes	

CATEGORIA	TIPOS DE DADOS	FONTE POTENCIAL	EXEMPLOS DE UTILIZAÇÃO PRETENDIDA PARA APLICAÇÕES E SERVIÇOS AGROMETEOROLÓGICOS
<b>Informação socioeconómica e de mercado</b>	Grupos de subsistência, objetivos de subsistência, percepção do risco, procura do mercado, acesso ao crédito, fatores de produção, preço das mercadorias, etc.	Representantes da comunidade, informadores-chave, instituições locais, organizações de base comunitária, etc.	Otimização dos fatores de produção, identificação de grupos-alvo dentro da comunidade, escolha das culturas e suas variedades
<b>Instituições</b>	Disponibilidade de instituições facilitadoras, mandatos, estrutura, instalações, capacidade técnica, aconselhamento técnico, acesso a apoios (transporte, mercado), cooperativas locais, microfinanciamento, etc.	Ministérios e departamentos relevantes a nível nacional	Identificação de agências especializadas para a implementação de produtos e serviços agrometeorológicos e sua relevância na contribuição para os processos globais

Fonte: Gommès et al., 2010

É importante monitorizar e avaliar continuamente a eficácia da comunicação respondendo às seguintes perguntas-chave:

- » A informação chegou ao utilizador?
- » O utilizador utilizou a informação?
- » Como é que a informação ajudou o utilizador a adaptar a gestão?
- » A informação foi útil (até que ponto)?
- » De que características do sistema de entrega da informação o utilizador gostou ou não gostou?
- » Que melhorias são sugeridas pelos utilizadores?
- » Como podem os diversos tipos de dados agrometeorológicos ser integrados em informações úteis que respondam às necessidades de utilização frequentemente diferentes das comunidades agrícolas?
- » Que tipo de informação é necessária para os diversos grupos de utilizadores finais, em função dos seus diferentes sistemas agrícolas socioeconómicos e culturais?
- » As tecnologias de comunicação foram apropriadas para cada grupo social?

O impacto da informação sobre a produção da exploração agrícola local através de inquéritos e/ou de grupos de discussão deve fornecer uma base quantitativa para melhorar a informação, os serviços e os seus sistemas de comunicação. É provável que a ligação do conhecimento climático e meteorológico à ação dos agricultores seja mais eficaz se for por eles percebida como sendo simultaneamente relevante, credível e legítima. Esses termos são descritos do seguinte modo (Cash e Buizer, 2005):

- » A *relevância* está relacionada com a percepção da informação climática e meteorológica: o sistema fornece informações que os agricultores acreditam que serão necessárias, de uma forma e num momento em que eles as possam utilizar?
- » A *credibilidade* aborda a qualidade técnica da informação recebida: o sistema fornece informações que são percebidas como válidas, precisas, testadas ou, de um modo mais geral, pelo menos provavelmente tão “verdadeiras” como as opiniões alternativas.

» A *legitimidade* diz respeito à percepção de que o sistema considera os interesses dos agricultores e não é simplesmente um veículo para impulsionar agendas e interesses de outros atores.

Na **Tabela 9** são apresentados seis fatores que limitam a utilização das previsões climáticas assim como sugestões para ações corretivas.

Uma abordagem prática relacionada com as necessidades dos agricultores em termos de informação climática é encontrada na Agricultura de Resposta em Agricultura de Sequeiro (AR), a qual constitui uma metodologia baseada na ideia de que os agricultores podem melhorar o seu rendimento através da monitorização constante do tempo na exploração agrícola utilizando essa informação para as suas decisões de gestão diárias (Stewart, 1988). A agricultura de resposta será discutida no Capítulo 7.

**TABELA 9** Fatores que limitam a utilização das previsões climáticas e meteorológicas pelos agricultores

	CAUSAS	EFEITOS	AÇÕES CORRETIVAS
<b>Credibilidade</b>	As previsões anteriores são vistas como "erradas" e o comunicador normalmente não é fidedigno	Os agricultores irão ignorar as previsões e rejeitarão qualquer conselho que lhes esteja associado	Fornecer previsões probabilísticas e utilizar comunicadores de confiança. Incentivar reações dos agricultores para melhorar as previsões
<b>Legitimidade</b>	As previsões são vistas como uma substituição do conhecimento local dos agricultores	Os agricultores irão ignorar as previsões e rejeitarão qualquer conselho que lhes esteja associado	Tentar incorporar o conhecimento local nas previsões e importância de envolver os agricultores no desenvolvimento de informações de aconselhamento
<b>Escala</b>	As previsões não fornecem informações sobre eventos na sua área local	Os agricultores não irão incluir as previsões nos seus processos de tomada de decisão	Necessidade de trabalhar com os agricultores para analisar as implicações para a área local. Tentar fornecer informações de previsão em escala regional ou local, em formato probabilístico
<b>Procedimentos</b>	Previsões inesperadas, produzidas no momento errado ou para as pessoas erradas	Os agricultores não irão incluir as previsões nos seus processos de tomada de decisão	Repetir a comunicação para solucionar a temporização, envolvimento dos principais intervenientes relevantes
<b>Escolhas</b>	A previsão não contém informações suficientes para alterar qualquer decisão em particular	Os agricultores não irão alterar as decisões em função da previsão	Necessidade de melhorar as competências de previsão e incentivar os agricultores a tomar decisões complementares (é preferível uma consideração mínima à desconsideração total da previsão)
<b>Entendimento</b>	Previsões em novos formatos, confusas e diferentes	Os agricultores não incorporam as previsões ou fazem-no de uma forma contraproducente	Necessidade de trabalhar continuamente com os agricultores para decifrar o significado das previsões para a sua região e corrigir os erros

Fonte: Patt & Gwata 2002



## 6.2 ESCOLAS DE CAMPO DE AGRICULTORES – CONCEITO

---

As Escolas de Campo de Agricultores (ECA<sup>39</sup>) são uma abordagem da extensão agrária baseada no conceito e princípios da aprendizagem centrada nas pessoas e foi desenvolvida como uma alternativa às abordagens de extensão convencionais “de cima para baixo”. Utiliza métodos inovadores e participativos para criar um ambiente de aprendizagem, incluindo redes de aprendizagem, que concede aos utilizadores da terra a oportunidade de aprender sobre problemas de produção específicos e formas de os resolver através da observação individual, discussão e participação em exercícios de aprendizagem pela prática no terreno. A abordagem pode ser usada para encorajar os agricultores a investigar e superar uma gama mais ampla de problemas, nomeadamente melhoria da produtividade do solo, agricultura de conservação e controlo de escoamento superficial, recolha de água e melhoria da irrigação.

A abordagem da ECA foi inicialmente desenvolvida para formar produtores de arroz na gestão integrada de pragas no Sudeste Asiático. Os agricultores reúnem-se semanalmente desde o período de plantio até à colheita para verificar como as culturas estão a crescer, observar a quantidade de humidade no solo e contar o número de pragas e organismos benéficos, como minhocas e aranhas; além disso, realizam experiências no terreno. A ECA tem evoluído ao longo dos anos e está a ser aplicada em muitas culturas para resolver vários problemas em vários contextos geográficos por todo o mundo. Um grupo de agricultores reúne-se num dos seus campos para aprender sobre aquilo que tem um efeito nas suas culturas e como cultivar melhor, observando, analisando e experimentando novas ideias. É fornecido apoio por parte de facilitadores, treinados por formadores mestres utilizando um currículo detalhado e módulos de formação. Estes facilitadores, que muitas vezes são responsáveis por mais de uma ECA, garantem que um conjunto de conhecimentos científicos de alto nível são levados à ECA através de instrutores mestres e módulos de formação. Portanto, a ECA constitui uma abordagem ideal para ligar os serviços de campo e de extensão agrária à investigação científica; mais importante, isto é alcançado com uma distribuição igualitária das informações e conhecimentos em todas as direções.

A abordagem da ECA é uma resposta direta em vista da melhoria do acesso em apoio da aprendizagem sobre a gestão agrícola integrada pelas comunidades agrícolas. Em resultado do exercício de Avaliação e Planeamento Participativos (APP) as comunidades ou grupos de agricultores indicam as suas prioridades de informação técnica, particularmente em relação à gestão agrometeorológica, melhorando a eficiência do plantio e o uso de fertilizantes, aumentando a produção e controlando os custos.

Conceito e princípios da abordagem da ECA:

- » *Os agricultores são especialistas.* Os agricultores aprendem realizando por si próprios os estudos de campo/comparações relacionados com a prática agrícola específica que sentem necessidade de aprender (aprendizagem pela prática);
- » *Educação realizada no campo.* Exemplos da vida real no campo (domínio do agricultor) são o material primário de aprendizagem. Os agricultores interagem em pequenos subgrupos (10-15 agricultores) para recolher e analisar dados, e para tomar medidas;

---

<sup>39</sup> Fonte: <http://www.fao.org/farmer-field-schools/en>

- » *A investigação centrada nos agricultores* deve ser uma resposta às necessidades de campo como parte da rede de investigação e do apoio a programas educativos;
- » *Decisões baseadas nas análises dos agricultores*. Partilha com outros membros do grupo para discussão, questionamento e aperfeiçoamento;
- » *Os funcionários da extensão agrária são facilitadores e não professores*. Os funcionários da extensão apenas fornecem orientações para as atividades dos agricultores;
- » *Colocação de problemas/Resolução de problemas*. Os problemas e desafios enfrentados no campo durante a estação são abordados em tempo real usando numerosos métodos analíticos dentro dos grupos de agricultores;
- » *Abordagem holística*. Integra todos os aspetos técnicos, ecológicos, socioeconómicos e educativos;
- » *Dinâmica de grupo*. Construída dentro dos grupos de agricultores para melhorar as competências de comunicação, resolução de problemas e liderança para uma maior qualidade das competências de gestão agrícola.

Normalmente, o facilitador de uma ECA é um funcionário da extensão agrária ou outro agricultor que se tenha “graduado” noutra escola de campo<sup>40</sup>. O facilitador orienta o grupo, ajuda os agricultores a decidir o que precisam de aprender e como encontrar possíveis soluções, e também responde a quaisquer perguntas que eles possam colocar. Os agricultores tiram partido da sua própria experiência e das observações para tomar decisões sobre a gestão das suas culturas. Durante uma estação de cultivo, o grupo em questão deve empreender dois ou mais dias de campo aberto para demonstrar aos outros agricultores o que estão a fazer. Os agricultores também acolhem visitas de troca de experiências com membros de outras escolas de campo e visitam as suas escolas de campo, tendo assim a oportunidade de partilhar ideias e testemunhar como outros agricultores lidam com problemas semelhantes. No final da estação de cultivo, os agricultores são graduados e podem receber, por exemplo, um certificado do organizador da escola de campo. Os membros estão então qualificados para iniciar uma nova escola de campo como facilitadores. O currículo das escolas de campo inclui construção de equipas e competências de organização, bem como temas especiais escolhidos por membros individuais da escola de campo. As escolas de campo estão concebidas para estimular a inovação local em vista da agricultura sustentável e para capacitar os agricultores, educando as comunidades agrícolas sobre como implementar as competências de tomada de decisão nos seus próprios campos<sup>41</sup>.

A ECA é uma abordagem de capacitação. Uma ECA típica terá 15-25 membros que aprenderão a identificar, analisar e compreender os desafios e a mobilizar soluções. Essa capacidade organizacional pode ser usada para muitos desafios que não se resumem apenas à produtividade; por exemplo, ela pode ser aplicada em particular à cadeia de valor, ou seja, ao crédito e a outras modalidades de financiamento, ao processamento, ao marketing, à comercialização e aos investimentos. A abordagem de extensão da ECA é considerada eficaz no aumento dos rendimentos agrícolas, bem como dos conhecimentos técnicos e das produtividades, uma vez que representa um mecanismo eficaz para

<sup>40</sup> A competência do facilitador baseia-se na experiência de campo e na atualização da formação, e não necessariamente na formação formal. É de assinalar que na África Ocidental não existem diplomas, e não existe um certificado de graduação nem um procedimento de graduação.

<sup>41</sup> Como mencionado acima, na África Ocidental não há procedimento nem certificado de graduação. No entanto, os facilitadores só podem iniciar uma nova ECA se tiverem completado um ciclo.

a formação de grupos que podem alcançar milhares de pequenos agricultores com conhecimentos e conteúdos técnicos que podem ser adaptados às suas próprias circunstâncias únicas. Esses processos capacitam os agricultores, tanto de forma individual como coletiva, a participar mais efetivamente do processo de desenvolvimento agrícola. Do ponto de vista da sustentabilidade, recomenda-se que a abordagem da ECA seja usada como um meio ou uma plataforma para disseminar tecnologias de adaptação às alterações climáticas entre os agricultores. A abordagem da ECA visa reforçar as capacidades de adaptação às alterações climáticas das populações rurais, um conceito que foi adotado para a integração de novas práticas resilientes, tais como a utilização de dados meteorológicos nos processos decisórios dos agricultores, a utilização de variedades de sementes resilientes, instalações agrícolas e gestão integrada de pragas, entre outras.

A ECA é uma abordagem de extensão assente nos princípios da educação de adultos e de processos de aprendizagem participativa experimental. Ela fornece um fórum onde os agricultores podem se reunir, discutir questões reais e explorar em conjunto possíveis soluções que eles mesmos podem implementar. Uma ECA típica envolve processos práticos de aprendizagem orientada, onde grupos de agricultores (20-30) com um interesse comum dentro de um determinado contexto se reúnem regularmente (variando de semanalmente a quinzenalmente, dependendo das necessidades específicas do grupo) para estudar o “como e porquê” de uma situação num determinado contexto, sob a orientação de um facilitador (**Caixa 9**).

#### CAIXA 9 Características de uma ECA típica

- » Um grupo de 20-25 agricultores, apoiado por um facilitador treinado pelo projeto, prepara duas parcelas de terreno para formação de cerca de 1000 m<sup>2</sup> no total. O grupo da ECA passa cerca de meio dia por semana a realizar experiências e observações, desenvolvendo de forma conjunta a gestão das duas parcelas, uma através de métodos agrícolas locais e convencionais, e na outra testando novas práticas apropriadas para a cultura e a localização.
- » Os exercícios são explicitamente concebidos para introduzir temas em simultâneo com as fases específicas de crescimento da cultura ao longo de uma estação de cultivo.
- » É solicitado aos agricultores que resumam as suas observações descrevendo o estado das parcelas observadas, incluindo plantas, insetos, níveis de água, ervas daninhas, etc. São utilizados desenhos como forma de envolver os agricultores menos alfabetizados.
- » Outros “temas especiais” são introduzidos ao longo da estação para apresentar ou reforçar conceitos-chave, por exemplo, demonstrações de toxicidade de pesticidas, capacidades de retenção de água do solo, métodos de compostagem, etc.
- » Os exercícios incluem técnicas agronómicas de plantio, gestão da fertilidade do solo, gestão integrada de pragas, comparações de variedades e comercialização.
- » Normalmente no final da estação é realizado na ECA um “dia de portas abertas” no qual outros agricultores da comunidade e das comunidades adjacentes são convidados, juntamente com funcionários do governo local e membros da sociedade civil para assistir a apresentações dos agricultores da ECA e discutir os resultados dessa estação.
- » A terra usada é doada pela comunidade ou arrendada a um agricultor local, que também fornece sementes, insumos e mão-de-obra, revertendo os rendimentos da colheita para o proprietário da terra.

A abordagem foi adaptada, em particular, a atividades de aprendizagem no campo que requerem a simplificação da ciência básica subjacente para melhorar a compreensão conceitual das relações e interações pelos agricultores. Os agricultores, sob a orientação de um facilitador, realizam observações de campo regulares, relacionam as suas observações com o ecossistema e combinam as suas experiências locais com “novas” informações antes de tomar as decisões de gestão apropriadas.

O processo de aprendizagem é sistemático e guiado por currículos adaptados a situações específicas seguindo os ciclos naturais dos temas, que podem ser relativos a culturas, animais, recursos naturais ou um problema da comunidade que exija ação coletiva. Um módulo típico do currículo pode seguir uma metodologia “semente a semente” ou “ovo a ovo”, em que um conceito começa com o plantio de uma cultura e é concluído quando a cultura da estação seguinte é plantada. Questões fundamentais relacionadas com a subsistência que afetam a comunidade são integradas no currículo, bem como temas especiais baseados nas prioridades dos agricultores. Nos últimos quinze anos, a abordagem da ECA tem sido implementada com sucesso num sistema de produção de arroz em regime de monocultura no Sudeste Asiático para se adaptar a sistemas complexos e diversificados de pequenos agricultores com poucos recursos, com fortes interações entre os elementos das culturas e da criação de gado.

## 6.3 ESCOLAS DE CAMPO SOBRE O CLIMA

As Escolas de Campo sobre o Clima (ECC), baseadas no modelo das Escolas de Campo de Agricultores, foram testadas pelo projeto para disseminar conhecimento sobre as alterações climáticas, suas causas, impacto potencial nos meios de subsistência e estratégias locais de enfrentamento. Com currículos adaptados para abordar as condições locais, tais como conhecimentos e competências específicas relacionadas com as alterações climática, a ECC pode ajudar os agricultores a se adaptar, a desenvolver sistemas agrícolas integrados mais eficientes em termos de clima, e a melhorar a sua capacidade de lidar com desastres e outros desafios ambientais. O objetivo da ECC é aumentar a capacidade dos funcionários da extensão agrária e dos agricultores em compreender e utilizar informação climática para reduzir os riscos na agricultura. Trata-se de uma forma inovadora de abordar os problemas dos extremos climáticos, essencialmente através do reforço das capacidades dos agricultores. Através da ECC, os agricultores e os funcionários da extensão agrária aprendem a identificar que culturas são adequadas para cultivo no início de um evento climático previsto. Além disso, a ECC ajuda os agricultores a calendarizar operações agrícolas adequadas.

Os objetivos do programa da ECC são os seguintes:

- » Permitir que os funcionários da extensão agrária e os agricultores compreendam os riscos relacionados com o clima na agricultura e o sistema de gestão de culturas;
- » Mostrar a importância do clima no crescimento e desenvolvimento das plantas, bem como a sua relação com as pragas e doenças das plantas;
- » Familiarizar os participantes com a realização de previsões e com parâmetros e instrumentos climáticos;
- » Ajudar os agricultores a aprender a integrar a informação meteorológica e climática com a gestão de desastres e o planeamento agrícola;
- » Sensibilizar os participantes sobre a redução do risco de desastres e a adaptação às alterações climáticas.

Em geral, a ECC é concebida como um programa de formação a ser realizado durante um período de 3 meses. Os agricultores são ensinados a ler previsões climáticas em conjunto com os seus conhecimentos indígenas sobre fenómenos climáticos relacionados com a agricultura. Outros temas incluem preparação da terra, a previsão do tempo, o uso de fertilizantes, a gestão de pragas e a análise do solo, etc. Na ECC a informação sobre previsões climáticas é integrada nas práticas agrícolas (**Tabela 10**), e esta também ensina os agricultores sobre as alterações climáticas e o seu impacto na agricultura para que, no futuro, possam utilizar perspectivas sazonais e outros produtos de previsão para planeamento e tomada de decisões.

**TABELA 10** Indonésia. Principais módulos desenvolvidos no programa da ECC

Conhecer os elementos do tempo e do clima	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Apresentar os elementos do tempo e do clima</li> <li>» Desenvolver a capacidade de diferenciar entre tempo e clima</li> </ul>
Processo de formação das chuvas	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Estudar o processo de formação das chuvas</li> <li>» Desenvolver uma melhor compreensão da importância das florestas na retenção da água</li> </ul>
Desenvolver a compreensão das terminologias utilizadas nas previsões climáticas sazonais	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Desenvolver a capacidade de compreender o significado de NORMAL, ABAIXO DO NORMAL e ACIMA DO NORMAL</li> <li>» Desenvolver a capacidade de traduzir a previsão climática sazonal para as condições locais (na sua exploração agrícola), tendo em conta a tendência dos dados de precipitação medidos pelos agricultores</li> </ul>
Desenvolver a compreensão do conceito de probabilidade (previsão contém erros)	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Desenvolver uma melhor compreensão do conceito de probabilidade e de competências sobre previsões climáticas, e como isso está relacionado com a tomada de decisões</li> </ul>
Introdução aos instrumentos de medição do tempo/clima. Medição meteorológica. Equipamentos e formas de calibrar dados	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Apresentar os instrumentos utilizados para medir parâmetros meteorológicos/climáticos</li> <li>» Aprender sobre os fatores que afetam a precisão dos dados medidos por instrumentos não normalizados</li> <li>» Aprender a calibrar dados que não são medidos através do método padrão</li> </ul>
Como utilizar a informação de previsão climática para estabelecer estratégias de plantio	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Desenvolver uma melhor compreensão de como eventos climáticos extremos irão afetar as culturas (por exemplo, relação entre rotação de culturas e tempo de plantio a nível dos danos)</li> <li>» Desenvolver uma melhor capacidade para utilizar previsões climáticas sazonais para estabelecer estratégias de cultivo (para evitar ou minimizar os efeitos das cheias e das secas)</li> </ul>
Aprender sobre o conceito de balanço hídrico e sua utilização para avaliar as necessidades hídricas das culturas e os riscos de inundação	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Desenvolver uma melhor compreensão do significado do défice de precipitação por evapotranspiração</li> <li>» Desenvolver uma melhor capacidade para estimar as necessidades de água para irrigação com base num balanço hídrico simples</li> <li>» Avaliar o risco de cheias a partir da análise do balanço hídrico</li> </ul>
Avaliar o valor económico das informações das previsões climáticas	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Desenvolver uma melhor capacidade para quantificar os benefícios económicos da utilização das informações das previsões climáticas</li> </ul>

Fonte: Boer et al., 2010

A informação pode estar disponível através do Serviço Nacional de Meteorologia, mas muitas vezes o problema é o “último quilómetro”, isto é, obter esta informação para os agricultores que precisam dela. Além disso, não há um número suficiente de funcionários da extensão agrária para servir todos os agricultores numa área ou país.

Portanto, há uma necessidade de integrar o conceito da ECA na ECC e formar os agricultores e outros agentes para a ECC. Desta forma, a extensão "agricultor a agricultor" será capaz de alcançar todos os agricultores que necessitam de previsões meteorológicas e informações climáticas. Esta informação fornecida pelo Serviço Nacional de Meteorologia pode ser divulgada à comunidade de uma forma simples e acessível<sup>42</sup>. Durante as estações das chuvas, uma pessoa de contacto a quem tenha sido fornecido um telemóvel recebe todos os dias a previsão meteorológica para a semana seguinte e também durante períodos de tempo invulgar. Essa pessoa de contacto coloca então marcas junto a gráficos simples num painel branco no meio da comunidade agrícola, indicando se haverá chuvas, períodos de seca, tempestades, ventos fortes, ou risco de inundações, incêndios florestais, ondas de calor, etc. Informações adicionais podem ser acrescentadas, tais como as datas em que se espera que as chuvas comecem e terminem, e se é esperado que as chuvas sejam fortes ou ligeiras. Isso ajuda os agricultores a planear as suas atividades e a avaliar os melhores momentos para plantar, manter e colher as suas culturas, reduzindo significativamente o risco de perdas devido a padrões climáticos imprevisíveis. Esta abordagem é de fácil compreensão pelos agricultores com baixos níveis de alfabetização e é mais acessível do que outros métodos, como as previsões meteorológicas por rádio, que podem não chegar a todos. Este método provou ser mais eficaz para superar os desafios de outros sistemas de alerta precoce que lutam para levar a informação até ao “último quilómetro” aos agricultores no terreno.

---

<sup>42</sup> ActionAid. *Early warning weather information*, Senegal, <http://www.fao.org/3/a-bt151e.pdf>





## CAPÍTULO 7

# UMA ABORDAGEM INTEGRADA: AGRICULTURA DE RESPOSTA EM AGRICULTURA DE SEQUEIRO

- INTRODUÇÃO
- CONCEITO
- METODOLOGIA
- INÍCIO DA ESTAÇÃO DAS CHUVAS
- MARCO DE PRECIPITAÇÃO
- REQUISITOS DE DADOS
- CONSIDERAÇÕES PRÁTICAS
- FATORES LIMITATIVOS



## 7.1 INTRODUÇÃO

---

Entre outros instrumentos agrometeorológicos, o zonamento agroecológico determina o planeamento da agricultura à escala regional ou nacional, bem como a adaptabilidade que pode ser necessária em condições de variabilidade climática. Após o estabelecimento do sistema agrícola existem atividades operacionais que também são influenciadas pelo clima e pelo tempo. Podem ser tomadas decisões relativas a essas práticas de gestão em resposta às condições meteorológicas para otimizar a produção ou para minimizar os riscos para os sistemas de produção agrícola. Os agricultores que cultivam a terra há muito tempo numa determinada área terão acumulado muito conhecimento tradicional sobre os efeitos do tempo e do clima nos sistemas de produção. Este conhecimento local pode ser utilizado conjuntamente com uma análise científica dos dados climáticos a longo prazo e com as previsões climáticas sazonais para facilitar a tomada de decisões sensíveis às condições meteorológicas relativamente aos sistemas de produção agrícola. Este conhecimento conjunto tornar-se-á então a *“gestão agrícola de resposta às condições meteorológicas e climáticas”*.

No entanto, em muitos países em desenvolvimento existe uma acentuada divisão entre a informação meteorológica e climática fornecida pelos SNM e na forma como os agricultores rurais precisam de planear as suas atividades em adaptação à crescente variabilidade climática. A implementação da abordagem da Agricultura de Resposta em Agricultura de Sequeiro (AR) no quadro da ECA é uma opção. A AR é um método utilizado para identificar e quantificar a variabilidade da precipitação para as culturas de sequeiro a nível local a fim de avaliar os riscos climáticos das comunidades agrícolas.

## 7.2 CONCEITO

---

O conceito e a prática da AR têm existido na agricultura tradicional em muitas partes do mundo durante séculos. Os agricultores tendencialmente adaptam as suas práticas agrícolas às condições ambientais variáveis a longo e curto prazo. A AR é um instrumento de apoio à tomada de decisões que utiliza uma análise dos dados relativos à precipitação para formular recomendações para diferentes práticas agrícolas, em função da data de início das chuvas em cada estação. De facto, os agricultores praticam a AR utilizando conhecimentos e equipamentos disponíveis localmente, aplicando dessa maneira as suas estratégias de adaptabilidade e sobrevivência. Por um lado, os computadores oferecem memória alargada e poder analítico que podem ser combinados com os progressos recentes da investigação agrícola. Por outro lado, os agricultores possuem um vasto conhecimento e experiência acumulada sobre as condições microambientais locais. A integração de ambas as abordagens permitiria uma agricultura de resposta sistemática que melhoraria ainda mais o processo de tomada de decisões nas explorações agrícolas.

O conceito original de Agricultura de Resposta em Agricultura de Sequeiro (AR)<sup>43</sup> (Stewart, 1988) centrava-se na precipitação e sua interação com a gestão do sistema agrícola no nível da exploração agrícola. Foi inicialmente adotado para descrever estratégias para lidar com a variabilidade da precipitação sazonal, e o seu objetivo era não só melhorar a tomada de decisões estratégicas ao nível da exploração agrícola com base nas observações quantitativas e na análise de fatores ambientais locais, mas também a integração com as estratégias dos sistemas agrícolas. Para desenvolver a abordagem de AR<sup>44</sup> foram utilizados três tipos de estudos:

- » Análise dos dados relativos à precipitação para identificar espécies de culturas e cultivares adequados para produção num determinado local, particularmente investigação sobre mecanismos de equilíbrio hídrico das culturas e sobre funções de produção hídrica das culturas;
- » Previsão das características da precipitação sazonal, a fim de fornecer orientações antes do plantio e durante o período de plantio para a tomada de decisões na exploração agrícola;
- » Simulação dos impactos ao nível do rendimento e da utilização da água nas culturas causados por alterações das práticas agrícolas, nomeadamente taxas de fertilização e populações vegetais.

## 7.3 METODOLOGIA

A metodologia desenvolvida utiliza a análise da quantidade total de precipitação da estação das chuvas (mm) e/ou a duração da estação das chuvas (dias) em relação ao dia de início da precipitação. É importante entender que a AR não requer uma formulação de última hora de novos planeamentos ou mudanças de direção. Devido ao período de tempo relativamente curto para implementação de qualquer uma das opções, os principais elementos (isto é, mão-de-obra agrícola, sementes, fertilizantes, ferramentas) de ambas as soluções têm de estar disponíveis antes do início da estação. A nível da exploração agrícola, isto significaria um sistema simples de cultivo A ou B, planeado com bastante antecedência e acompanhado através de um processo gradual, de acordo com a evolução das condições meteorológicas da estação atual. Normalmente, o plano A seria aplicado em estações com um início relativamente precoce da precipitação e representa a melhor opção ao nível das decisões e medidas. O Plano B seria aplicado se o início da precipitação não ocorresse antes de uma data crítica especificada. Os agricultores devem estar familiarizados com ambos os conjuntos de procedimentos antecipadamente e preparados para executar qualquer um deles.

A AR é definida como um sistema de cultivo flexível no qual as principais decisões que afetam a utilização da água pelas culturas e o rendimento das culturas são modificadas a cada estação em resposta às previsões dos parâmetros de pluviosidade para o período anterior e inicial da estação. A AR utiliza registos diários de precipitação localizados para desenvolver critérios de previsão de precipitação na estação de crescimento atual para influenciar as decisões que estabelecem limites máximos de

<sup>43</sup> A Agricultura de Resposta em Agricultura de Sequeiro foi desenvolvida a partir da investigação sobre o comportamento e previsibilidade das chuvas num projeto sobre sistemas de cultivo no Quênia patrocinado por USDA e USAID.

<sup>44</sup> Response Farming in Rainfed Agriculture: [http://pdf.usaid.gov/pdf\\_docs/PNAAZ896.pdf](http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PNAAZ896.pdf)

produção, bem como um conjunto de recomendações alternativas para todas as contingências de previsão. A metodologia identifica e quantifica os riscos relacionados com a precipitação e orienta estratégias a implementar a nível da exploração agrícola. A abordagem combina uma previsão de precipitação sazonal com estratégias de resposta agronómica apropriadas para uma seleção de culturas e cultivares, aplicação de fertilizantes, intervalo entre fileiras e plantas, e outras práticas de implantação agrícola. Na AR, o momento do início da estação é o preditor do comportamento da precipitação sazonal, com critérios de previsão e recomendações para procedimentos extraídos de análises da precipitação histórica. A previsão da AR é realizada no início da estação das chuvas.

As análises da duração da estação das chuvas (dias) e/ou da quantidade total de água da estação (mm) relacionadas com o dia do início da precipitação são os principais elementos determinísticos, também chamados de preditores. O índice de intensidade da estação de cultivo (mm/dia), calculado através da divisão da quantidade total de água da estação pela duração da precipitação, mostra a humidade média diária de uma estação de crescimento ou a adequação da precipitação registada para apoiar as diferentes culturas. Na prática, há duas etapas para a agricultura de resposta, que são as seguintes:

1. Antes de cada estação de crescimento é realizada uma previsão com base na quantidade e duração esperadas de precipitação, e do seu índice de intensidade (quantidade/duração). O agricultor então modifica as decisões prévias ao plantio e o momento de plantio para maximizar os rendimentos e resultados unitários da precipitação esperada;
2. Uma segunda previsão melhorada (cerca de 30 dias após a germinação da cultura) orienta ajustes nas taxas de fertilizantes (para cima, se a precipitação for abundante) ou nas populações vegetais (para baixo, se a precipitação for escassa).

## 7.4 INÍCIO DA ESTAÇÃO DAS CHUVAS

---

A metodologia que foi desenvolvida faz a análise da quantidade total de água da estação (mm) e/ou da duração da estação das chuvas (dias) em relação ao dia do início da estação de chuvas. O início é definido como uma precipitação cumulativa de 10 mm, no entanto outras quantidades e durações foram usadas por vários autores (Tsfaye, 2004).

Com base em pesquisas de campo foram elaborados diferentes critérios para o início da estação das chuvas:

- » 20 mm em 1 ou 2 dias;
- » 25 mm em 10 dias;
- » 25 mm em 7 dias incluindo 4 dias de chuva;
- » 20 mm em 2 dias e nenhum período seco > 10 dias nos 30 dias seguintes;
- » 20 mm em 3 dias e nenhum período seco > 7 dias nos 30 dias seguintes.

Muitos agricultores tradicionais têm usado há muito tempo a abordagem da AR para reduzir o nível de risco, bem como para aumentar os resultados dos seus esforços. Por exemplo, os agricultores em áreas semi-áridas da Etiópia baseiam as suas decisões de gestão numa data observada no início da estação das chuvas. Eles observaram que as estações com início precoce das chuvas têm uma duração mais longa e com maiores quantidades de água. Portanto, o crescimento das culturas e

cultivares tem uma duração mais longa. No caso das estações com início tardio das chuvas espera-se que a estação seja mais curta. Por exemplo, Sivakumar (1988) acreditava que o início das chuvas tinha ocorrido depois de 1 de Maio, quando a precipitação acumulada por mais de 3 dias consecutivos foi de pelo menos 20mm e nenhum período seco excedeu 7 dias num período de 30 dias. Os critérios basearam-se nas observações efetuadas sobre a implantação da cultura do milhete na região do Sahel. Do mesmo modo, o fim das chuvas deve satisfazer os critérios de produção. As chuvas no final da estação que aumentem efetivamente o fornecimento de água à cultura (pelo menos 10mm) irão determinar a data das últimas chuvas.

Os algoritmos analíticos de AR para o cálculo das probabilidades de precipitação, a avaliação das fontes e do grau de risco para a produção agrícola, a simulação dos impactos das decisões de gestão alternativas e a conceção de um sistema de cultivo definitivamente adaptado baseiam-se nas seguintes considerações:

- » As probabilidades de precipitação estão relacionadas com períodos de tempo de fases específicas de crescimento das culturas em vez de períodos de calendário fixos. O ponto de referência de cada estação é o primeiro dia após a acumulação de água no solo de chuvas precoces de forma adequada para efetuar a germinação. O sinal dos agricultores para a sementeira pode ser uma data de calendário fixa ou a obtenção de alguma quantidade arbitrariamente selecionada de água acumulada no solo (ou seja, o início);
- » Precipitação sazonal total, que tem um impacto direto na produção agrícola. A precipitação sazonal “efetiva” é a quantidade de água armazenada na zona da raiz da cultura futura no momento da germinação mais a quantidade verificada durante a progressão da estação desde a germinação até a maturidade da cultura.

## 7.5 MARCO DE PRECIPITAÇÃO

A AR é baseada em ferramentas de apoio à decisão (diagrama e tabelas) que decorrem da análise dos impactos históricos da precipitação na produção agrícola. O gráfico principal usado na AR é composto por um gráfico (*marco de precipitação*, “rainfall flag”) da precipitação sazonal *versus* a data de início da estação das chuvas durante um determinado número de anos. Este diagrama de dispersão do “marco de precipitação” mostra como a quantidade de precipitação sazonal, a duração aproximada do período de chuvas e a adequação para a produção de milho estão relacionadas com a data de início das “chuvas longas” (Fig. 44), com linhas adicionais que acrescentam o índice de intensidade. O diagrama baseia-se na análise de 27 anos de precipitação total<sup>45</sup> (em mm) em Katumani (Quênia) relativamente à data de início da estação das chuvas e à sua duração. Assume-se que a quantidade de precipitação verificada em cada estação depende da data de início da estação das chuvas; esta data de início pode ser usada como um “preditor” das características da precipitação sazonal. Também se assume que no início da estação é escasso o armazenamento de

<sup>45</sup> Poderiam ser estabelecidos marcos semelhantes considerando a “precipitação efetiva” ou a quantidade de precipitação que a cultura de milho deveria ter utilizado em cada estação no registo, ou em terminologia técnica, a evapotranspiração da cultura (ET<sub>o</sub>).

água no solo para produção agrícola. Consequentemente, os agricultores poderiam guiar-se por precipitações históricas para tomar decisões de gestão de culturas. Os seguintes pontos foram tidos em consideração para a análise deste gráfico:

- » Os pontos indicados representam a precipitação sazonal total (eixo vertical) relacionada com a duração<sup>46</sup> da estação e/ou a data de início da estação das chuvas (eixo horizontal);
- » O “declive” do marco indica que por regra um início precoce da estação das chuvas produziu uma maior precipitação sazonal total em comparação com um início tardio;
- » A “intensidade” média das chuvas durante a estação é mostrada em linhas de referência de 2 a 5 mm/dia.

O exemplo proposto mostra que a precipitação sazonal total varia muito ao longo dos anos, entre 113 mm e 660 mm, como pode ser observado na escala vertical. Linhas horizontais sobre os 350 mm e 200 mm estabelecem três categorias de estações, indicando aproximadamente os níveis esperados de produção de milho: acima de 350 mm é esperada uma “boa” produção, baixando para “razoável”, “escassa” e finalmente “fracasso” a um nível abaixo de 220 mm de precipitação sazonal. Uma linha vertical separa as datas de início precoce da estação das chuvas (até 11 de Março) das de início tardio. Esta linha arbitrária foi desenhada para separar as estações agrícolas de milho mais satisfatórias (qualquer que seja a precipitação total registada) daquelas consideradas não satisfatórias, em termos gerais.

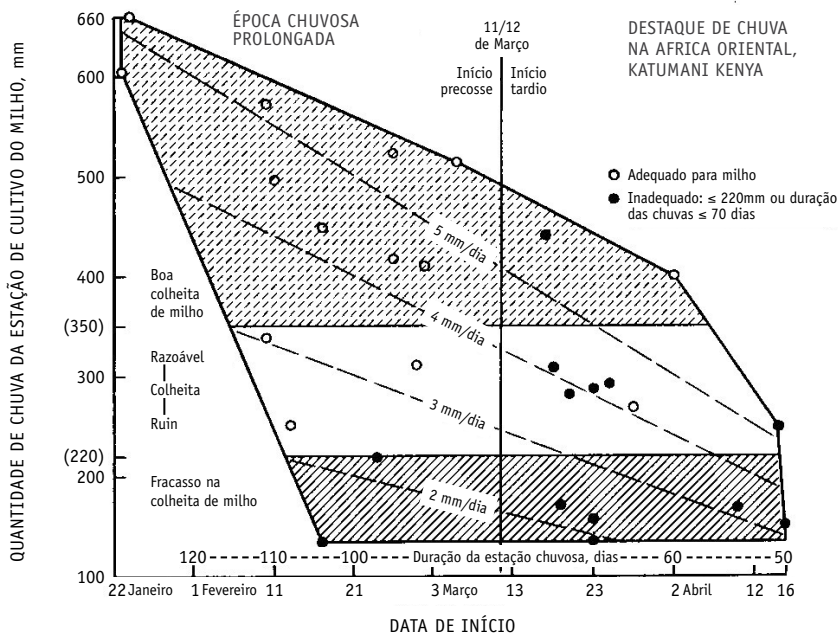
Embora a taxa de sucesso global contabilize 52 por cento (37 por cento bom mais 15 por cento razoável/escasso) contra 48 por cento de fracasso (aproximadamente 1 ano cada 2), os riscos das culturas parecem diminuir visivelmente durante as estações com início precoce, caso em que foi registado 64 por cento de boas culturas de milho (2 estações em 3) (**Tabela 11**). Além disso, há uma probabilidade de 22 por cento de uma produção razoável ou escassa, mas ainda assim bem-sucedida. Por um lado, quando normalmente se verifica um início precoce da estação das chuvas a probabilidade de fracasso é reduzida para 14 por cento (1 em cada 7 estações). Por outro lado, quando há um início tardio das chuvas, o risco de fracasso alcança 84 por cento (5 estações em 6). Notoriamente, nos casos em que as chuvas começam após o dia 12 de Março, o milho não deve ser recomendado como principal cultura alimentar em Katumani e deve ser substituído por culturas com menores necessidades de água, tais como sorgo, milhete, feijão, mandioca, etc. O tipo de culturas dependerá das escolhas feitas pelos agricultores, mercados locais ou outros fatores.

Este exemplo foi retirado de uma análise de 30 anos de registos de precipitação em Niamey (Níger), mas não é específico de uma cultura. O início da estação das chuvas é definido como 40 mm de precipitação armazenada no solo superficial. A **Figura 45** mostra como as características da precipitação sazonal são influenciadas pela data de início e como isso pode ser visto num único registo ou em dois registos separados, um de 1954 a 1970 e outro de 1971 a 1983. Cada círculo representa um ano nos registos. A **Tabela 12** mostra a quantidade de precipitação média durante as estações precoces como alta (590 mm), enquanto a das estações tardias é muito baixa (351 mm). Isto significa que o agricultor tem de tomar em consideração diferentes culturas e diferentes níveis de fatores de produção, por exemplo, diferentes práticas de preparação do terreno e técnicas de lavoura, e diferentes intervalos entre fileiras com diferentes populações vegetais.

<sup>46</sup> Para muitas culturas fotossensíveis a maturação ocorreria numa data fixa, independentemente da data de plantio. No entanto, o plantio precoce aumentaria a probabilidade de boas colheitas por razões pedológicas e climáticas.

Diagrama de dispersão do "marco de precipitação" (precipitação sazonal versus duração da estação de cultivo) para a produção de milho relacionado com a data de início das "chuvas longas" em Katumani (Quênia)

FIGURA 44



Fonte: Stewart, 1988

Número de anos e probabilidades (%) de colheitas de milho boas, razoáveis a escassas ou fracassadas em relação à data de início da precipitação e à quantidade de precipitação sazonal em 30 anos de registos em Katumani, Quênia

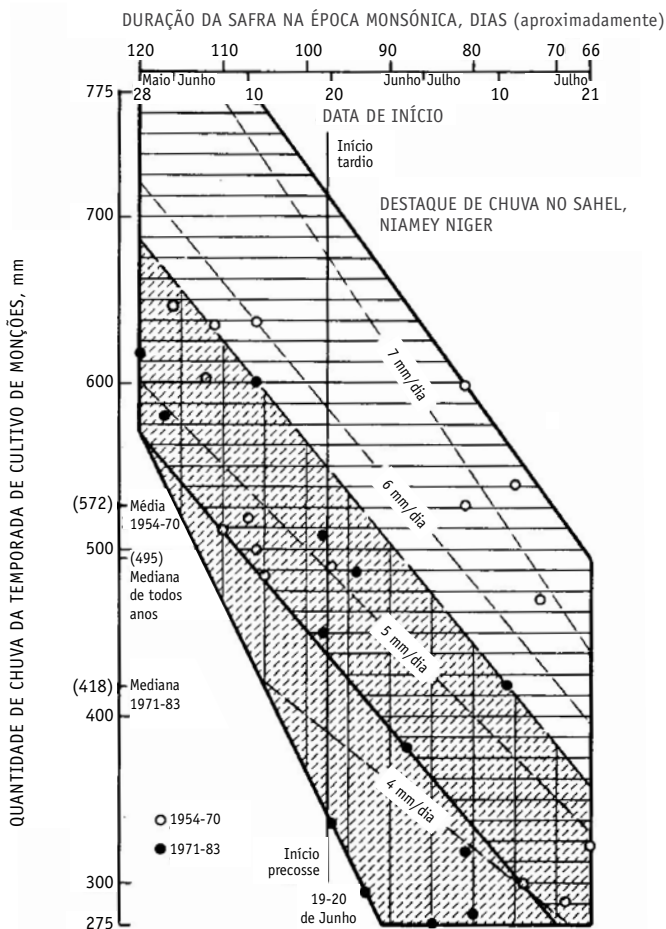
TABELA 11

PERÍODO DE INÍCIO DA ESTAÇÃO DE CULTIVO	REGISTOS DE PRECIPITAÇÃO (NÚMERO DE ANOS)	DURAÇÃO DA ESTAÇÃO DAS CHUVAS > 70 DIAS		FRACASSO DA CULTURA DE MILHO	
		Boa colheita (Precipitação Total > 349mm) (%)	Colheita razoável/escassa (Precipitação Total 221-349mm) (%)	Precipitação total < 221mm (%)	Duração da estação das chuvas < 70 dias (%)
Todas as datas de início (23 Janeiro - 16 Abril)	27	37	15	26	22
Início precoce (antes de 11 de Março)	14	64	22	14	0
Início tardio (depois de 12 de Março)	13	8	8	38	46

Fonte: Stewart, 1988

Gráfico do "marco de precipitação" (precipitação sazonal versus duração da estação de cultivo) sobre 30 anos de registos (1954-1983) em Niamey (Níger)

FIGURA 45



Fonte: Stewart, 1988

Valores médios das características pluviométricas da estação de cultivo das monções durante 30 anos (1954-1983) em Niamey, Níger

TABELA 12

REGISTOS DE PRECIPITAÇÃO (NÚMERO DE ANOS)	PERÍODO DE INÍCIO	VALORES MÉDIOS DA PRECIPITAÇÃO DA ESTAÇÃO DE CULTIVO DAS MONÇÕES			
		Início (data)	Quantidade (mm)	Duração (dias)	Intensidade (mm/dia)
30	Todas as datas de início (28 Maio - 21 Julho)	20 Junho	494	99	4.68
14	Início precoce (antes de 19 de Junho)	10 Junho	590	113	4.91
16	Início tardio (depois de 20 de junho)	6 Julho	351	82	4.07

Fonte: Stewart, 1988

As **Tabelas 13 e 14** representam valores médios das características da estação de cultivo das monções para os registos 1954-1970 e 1971-1983, respetivamente. A análise da precipitação denota uma diminuição acentuada na precipitação anual: durante o período 1921-1970 foi de 594 mm; durante o período 1954-1970 foi de 603 mm; e durante o período 1971-1983 foi de 504 mm. Verificou-se uma mudança para um início mais tardio da monção de aproximadamente 11 dias, ou seja, de uma data média de 12 de Junho no período anterior a 1971 para 23 de Junho daí em diante.

**TABELA 13** Valores médios das características pluviométricas da estação de cultivo das monções durante 17 anos de registos (1954-1970) em Niamey, Níger

REGISTOS DE PRECIPITAÇÃO (NÚMERO DE ANOS)	PERÍODO DE INÍCIO	VALORES MÉDIOS DA PRECIPITAÇÃO DA ESTAÇÃO DE CULTIVO DAS MONÇÕES			
		Início (data)	Quantidade (mm)	Duração (dias)	Intensidade (mm/dia)
17	Todas as datas de início (1 Junho - 21 Julho)	12 Junho	519	107	5.16
9	Início precoce (antes de 16 de Junho)	10 Junho	603	112	5.16
8	Início tardio (depois de 17 de junho)	12 Julho	480	76	5.44

Fonte: Stewart, 1988

**TABELA 14** Valores médios das características pluviométricas da estação de cultivo das monções durante 13 anos de registos (1971-1983) em Niamey, Níger

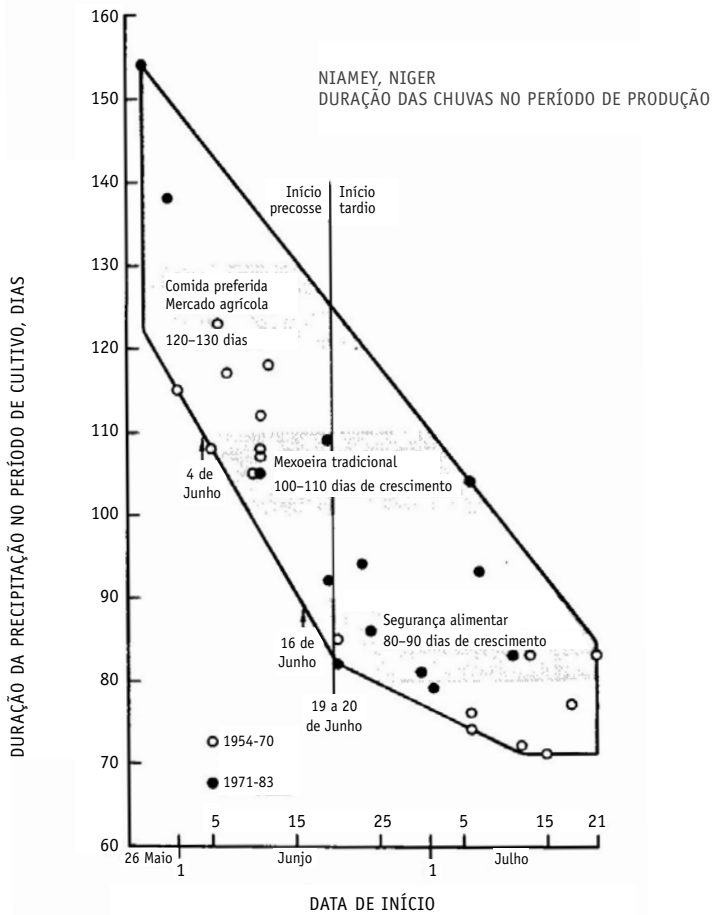
REGISTOS DE PRECIPITAÇÃO (NÚMERO DE ANOS)	PERÍODO DE INÍCIO	VALORES MÉDIOS DA PRECIPITAÇÃO DA ESTAÇÃO DE CULTIVO DAS MONÇÕES			
		Início (data)	Quantidade (mm)	Duração (dias)	Intensidade (mm/dia)
13	Todas as datas de início (28 Maio - 21 Julho)	23 Junho	418	93	4.20
7	Início precoce (antes de 19 de Junho)	19 Junho	508	105	4.66
6	Início tardio (depois de 20 de junho)	4 Julho	306	84	3.45

Fonte: Stewart, 1988

Outra forma de analisar uma longa série de registos de precipitação é apresentada na **Figura 46**, que mostra o “marco de duração da precipitação” para ajudar os agricultores a selecionar culturas e cultivares com base em diferentes datas de início.



**FIGURA 46** Gráfico do "marco de duração da precipitação" (duração da precipitação versus data de início) sobre 30 anos de registos (1954-1983) em Niamey (Níger)



Fonte: Stewart, 1988

## 7.6 REQUISITOS DE DADOS

O conceito básico de AR necessita de alguns conjuntos de dados, tais como precipitação diária a longo prazo e informação local sobre padrões de cultivo, incluindo datas de plantio e espécies plantadas. Em particular:

- » *Dados climáticos.* O requisito principal é um conjunto de dados sobre quantidade de precipitação diária a longo prazo que satisfaça os padrões da OMM, que exige 30 anos de dados contínuos. Os dados de precipitação diária podem então ser analisados para obter a data de início das primeiras chuvas para cada ano, bem como as probabilidades de precipitação.

- » *Dados da cultura.* São necessários dados históricos do rendimento da cultura, de preferência para as mesmas estações de cultivo, ou para uma melhor análise pode ser usado o balanço hídrico da cultura para as estações de cultivo. Com estes dados podem ser elaboradas funções sobre o rendimento para uma cultura específica e para localizações específicas (ou seja, para tipos de solo e condições climáticas específicas). Estes dados também devem incluir uma ampla gama de valores sobre o balanço hídrico das culturas e outras práticas de gestão agronômicas, como a aplicação de fertilizantes e a população vegetal. Isto permitirá a elaboração de uma função genérica de rendimento para as culturas e a localização. Este gráfico pode ser usado em conjunto com a análise do “marco de precipitação.
- » *Conhecimento local.* Também devem estar disponíveis informações sobre as práticas agrícolas típicas da região. O cronograma de operações e as melhores práticas dos agricultores, tais como os métodos de preparação da terra, plantio e monda, devem ser documentados, incluindo informações sobre as datas de plantio e os cultivares/variedades plantadas, assim como o conjunto de outras práticas agronômicas típicas (por exemplo, tipos e níveis de fertilização, controlo de pragas e doenças).
- » *Dados do solo.* Um fator fundamental é a capacidade de retenção de água do solo dos diferentes tipos de solo na área; esta informação pode ser extraída da profundidade do solo e do tipo de solo. Além disso, outras questões como a inclinação das terras e a fertilidade típica do solo também devem estar disponíveis para consideração pelo modelo.

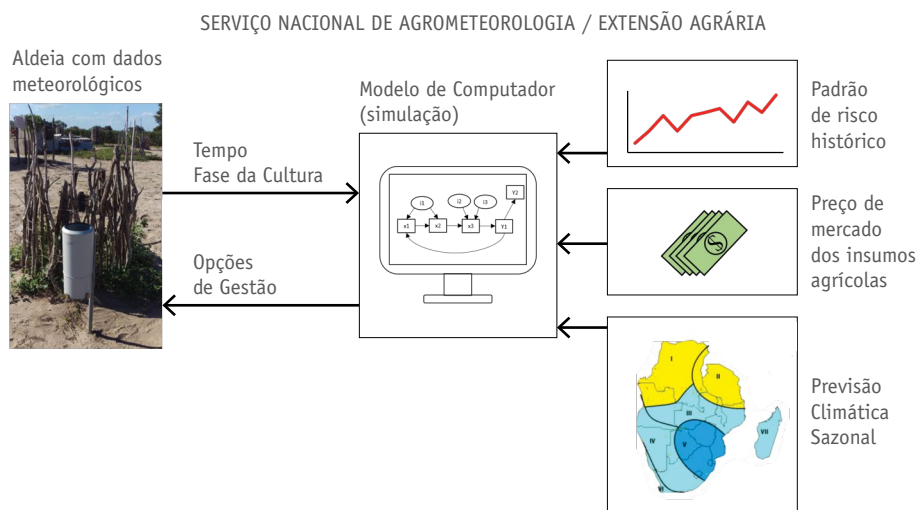
## 7.7 CONSIDERAÇÕES PRÁTICAS

Os agricultores praticam a agricultura de resposta sem saber, utilizando conhecimentos e equipamentos disponíveis localmente a fim de aplicar as suas estratégias de flexibilidade e sobrevivência. Embora o conceito seja integrado na tomada de decisões agrícolas tradicionais, este processo pode ser difícil devido à experiência relativamente limitada de cada agricultor (ou grupo) e às deficiências da memória humana. Por um lado, os computadores atuais colocam à nossa disposição uma memória perfeita e um vasto poder analítico que podem ser combinados com os recentes avanços da investigação agrícola. Isto deveria traduzir-se numa melhoria da produtividade, da segurança alimentar e dos resultados comerciais. Por outro lado, os agricultores possuem um vasto conhecimento e experiência acumulada sobre as condições microambientais locais. A integração de ambas as abordagens permitiria uma agricultura de resposta sistemática que tornaria mais claro para os agricultores o processo de tomada de decisões.

A AR constitui uma metodologia baseada na ideia de que os agricultores podem melhorar o seu rendimento através da monitorização constante do tempo na exploração agrícola utilizando essa informação para as suas decisões de gestão diárias. O conceito original de AR centra-se na precipitação e sua interação com a gestão do sistema agrícola no nível da exploração agrícola. O conceito afirma que uma melhor informação sobre as perspectivas de precipitação e os impactos de medidas alternativas podem equipar os agricultores para que alcancem mais facilmente os seus objetivos de produção sustentável sob um clima variável (Stewart, 1988, 1995).

Inicialmente adotada para descrever estratégias para lidar com a variabilidade da precipitação sazonal, a AR visa melhorar a tomada de decisões estratégicas ao nível da exploração agrícola com base nas observações quantitativas e na análise de fatores ambientais locais, bem como a integração com as estratégias dos sistemas agrícolas (**Fig. 47**). A variabilidade e incerteza das chuvas sazonais, relativamente à direção e extensão que a variabilidade irá assumir durante uma determinada estação, representam a maior fonte de risco para as colheitas nas regiões semi-áridas tropicais e subtropicais. A AR fornece um método para identificar e quantificar a variabilidade sazonal da precipitação e seus riscos relacionados, e aborda os riscos ao nível da exploração agrícola (Stewart, 1991). Isto é conseguido através de uma melhor previsão do comportamento esperado da precipitação durante a aproximação da estação de cultivo e permite melhores decisões ao nível do campo no que diz respeito à seleção de culturas e cultivares, aplicação de fertilizantes e outras práticas de implantação das culturas.

**FIGURA 47** Diagrama esquemático da abordagem da agricultura de resposta para apoiar as opções de gestão ao nível local



Fonte: Adaptado de um diagrama por R. Gommès, 2010

## 7.8 FATORES LIMITATIVOS

A implementação da AR ao nível local requer a consideração de fatores limitativos potenciais que poderiam comprometer a sua utilização. Esses fatores limitativos precisam de ser examinados sob os vários pontos de vista dos envolvidos para que o sistema seja aceitável para todos:

- » *Vertente técnica.* É essencial a disponibilidade dos dados climáticos a longo prazo fornecidos pelos SNM do país. Todas as atividades devem ser realizadas em conjunto com os SNM e os produtos com que estão a lidar devem ser promovidos. No caso de não existirem dados disponíveis podem ser utilizados dados de deteção remota por satélite. No entanto, isto significaria que a sua aplicação ficaria dependente de alta tecnologia e, por conseguinte, não seria facilmente acessível aos funcionários da extensão agrária. Outras informações técnicas que podem carecer de dados suficientes são as características climáticas para os novos cultivares específicos de algumas culturas. Os critérios necessários para o início das chuvas numa área específica poderiam ser ajustados em conjunto com os especialistas em matéria de solos, os responsáveis pela planificação da utilização das terras e os agricultores, de acordo com o teor de argila e outras propriedades do solo específico.
- » *Funcionários da extensão agrária.* A atribuição dessas tarefas e a disponibilidade de formação em AR são fatores fundamentais. No entanto, a implementação deve basear-se na estreita colaboração dos funcionários da extensão agrária com os funcionários dos SNA. Visto que os funcionários da extensão agrária estabelecem a ligação entre os agricultores e o SNA, eles devem ser capazes de avaliar os benefícios para os agricultores, bem como traduzir a informação para as línguas locais. É essencial que estas atividades sejam desenvolvidas de forma participativa. Um dos fatores limitativos é a eventual transferência e substituição dos funcionários da extensão agrária por novos funcionários que precisam de formação.
- » *Agricultores.* A fim de incorporar o conhecimento local no processo, os agricultores devem estar disponíveis para utilizar as informações fornecidas. Como acontece com a maioria das novas tecnologias, haverá aqueles agricultores dispostos a assumir o risco com novos métodos e serão os primeiros a adotá-los, enquanto os outros seguirão o seu exemplo após uma ou duas estações, quando a comunicação e a aprendizagem “agricultor a agricultor” estiverem em curso. No entanto, os agricultores podem dar um grande contributo para o desenvolvimento das aplicações e devem ser capazes de estender a função de rendimento para as outras culturas. Estes produtos podem então ser utilizados em conjunto com as previsões sazonais numa base regular para tomar decisões de acordo com o fator de risco.
- » *Comunicação.* Este é um aspeto que pode causar falhas numa nova aplicação. Na verdade, os canais adequados devem estar disponíveis para facilitar a transferência da informação da fonte para o destinatário. O papel e a responsabilidade de cada participante devem ser bem definidos, pois o SNA precisa saber quando, onde e quais informações devem ser fornecidas aos funcionários da extensão agrária. Além disso, é um requisito necessário saber quais informações e forma de entrega aos agricultores na sua região agrícola.





## CAPÍTULO 8

# ABORDAGEM INTEGRADA MELHORADA: GESTÃO AGRÍCOLA ADAPTADA AO CLIMA

- INTRODUÇÃO
- CONCEITO
- METODOLOGIA
- INFRAESTRUTURA NECESSÁRIA
- REQUISITOS DE DADOS

## 8.1 INTRODUÇÃO

---

Uma abordagem integrada melhorada, a Gestão Agrícola Adaptada ao Clima (GAAC), foi criada com base no conceito de Agricultura de Resposta em Agricultura de Sequeiro (AR). A GAAC utiliza tecnologia digital (por exemplo, *software* de computador específico, estações meteorológicas automáticas, telecomunicações em tempo real, aplicações para *smartphones*) para uma abordagem integrada que tenha em conta os conhecimentos locais para implementar um serviço de aconselhamento prático com um custo reduzido ao nível da exploração agrícola. O aconselhamento aos agricultores baseia-se em dados meteorológicos históricos e na avaliação dos riscos relacionados com as condições meteorológicas atuais, bem como numa análise das melhores práticas de gestão relacionadas com as práticas agrícolas e condições meteorológicas atuais. Um objetivo importante da GAAC é ultrapassar o “último quilómetro” entre os produtores de informação meteorológica e climática e os agricultores, a fim de produzir aconselhamento fiável. A GAAC é baseada em instrumentos de apoio às decisões que decorrem da análise de impactos ambientais passados.

## 8.2 CONCEITO

---

Devido à incerteza e imprevisibilidade em relação ao início, intensidade e quantidade total de precipitação sazonal, é muito difícil para os agricultores saberem que decisão de cultivo tomar (por exemplo, quando e o que plantar, com que densidade, a quantidade de fertilizante a ser aplicado, etc.) para obter uma produtividade ideal. Para muitas famílias pobres estas decisões são literalmente decisões de vida ou de morte. Face a estas incertezas os agricultores normalmente adotam uma abordagem cautelosa, sacrificando rendimentos potencialmente maiores em troca de colheitas mais garantidas. Isto resulta tanto em baixa produção agrícola média como em reduzida disponibilidade de alimentos *per capita*.

A produtividade dos agricultores é comprometida pelas incertezas que eles enfrentam. Embora os agricultores tenham acumulado um vasto conjunto de experiências a nível microecológico, no passado apenas utilizaram uma única estratégia repetidamente e as mudanças nas práticas agrícolas ocorrem lentamente. Não existe acesso direto a informação científica/técnica relevante; além disso, existe uma margem de manobra limitada para experimentar por si próprios estratégias alternativas de cultivo, incluindo novas espécies, variedades, técnicas de gestão das culturas, etc. Outras opções de cultivo poderiam ser integradas no processo de tomada de decisões dos agricultores para otimizar a sua produção alimentar, se forem disponibilizadas fontes de informação mais amplas e ferramentas analíticas especializadas. Para melhorar as práticas tradicionais dos pequenos agricultores precisam de ser desenvolvidas estratégias de cultivo especificamente adaptadas às mudanças do seu ambiente local e dos objetivos de produção. Com base em dados históricos e conhecimento local, a investigação aplicada centraria os esforços nas decisões agrícolas fundamentais.

A natureza social do conhecimento local representa uma oportunidade para o SNA desenvolver novos meios de comunicação para os seus produtos de previsão, nos quais os agricultores podem participar como agentes ou consumidores. A documentação do conhecimento local no contexto

da previsão meteorológica e climática tornou-se obrigatória para manter a sua relevância face ao aumento da variabilidade e às alterações climáticas. Além disso, a documentação do conhecimento local nas línguas locais, bem como em inglês, tornou-se essencial para a partilha adequada de informações e para a preservação dos indicadores tradicionais que têm sido úteis para os pequenos agricultores. Dado que os idosos são os guardiães desse conhecimento indígena e podem morrer sem o transmitir, como aconteceu no passado, a documentação minuciosa torna-se ainda mais importante (Kolawole *et al.*, 2014). Normalmente, no domínio da aplicação das previsões climáticas os cientistas climáticos têm um papel ativo como “fontes de conhecimento”, enquanto os agricultores têm um papel passivo como “destinatários das previsões”. No entanto, os utilizadores das previsões (ou seja, os agricultores) são também intervenientes ativos na produção e transmissão da informação. A profundidade temporal e a escala espacial precisa das observações dos agricultores poderiam fornecer aos meteorologistas informações úteis e apoio na produção de conhecimentos científicos. Algumas características do conhecimento indígena, como a sua natureza social e a ligação entre alguns dos seus componentes e as fontes da ciência moderna, poderiam ajudar o SNA a desenvolver um novo meio de comunicação para os seus produtos de previsão. Os esforços dos agricultores para procurar informação climática por conta própria e para discutir as previsões em grupo aprofundam a sua compreensão e ampliam a utilização da informação climática. Portanto, os agricultores são capazes de participar como “agentes” e “consumidores” no amplo sistema social de desenvolvimento de previsões. Dessa forma o conhecimento indígena dos agricultores constitui um recurso de grande valor potencial para as agências que desenvolvem e divulgam previsões (Orlowe *et al.*, 2010). Basicamente, antes de implementar qualquer intervenção de desenvolvimento, as comunidades devem estar fortemente envolvidas e o conhecimento local deve ser tido em consideração de forma a aumentar a produtividade. Em particular, através do estabelecimento de abordagens de gestão agrícola adaptadas ao clima em estreita colaboração com agrometeorologistas, funcionários da extensão agrária, formadores de ECA e agricultores.

## 8.3 METODOLOGIA

---

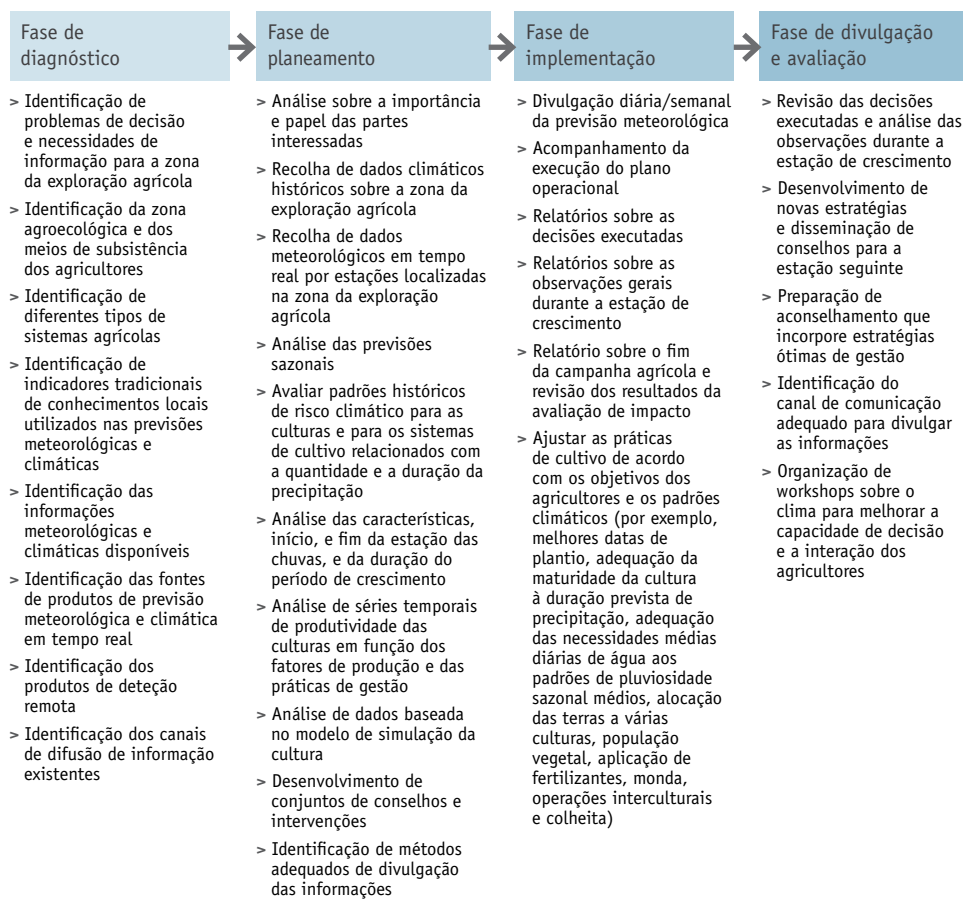
São fundamentais conselhos agrometeorológicos mais eficientes e pertinentes para ajudar os agricultores a reduzir os riscos e estabilizar os seus rendimentos através de uma gestão ótima dos recursos e dos fatores de produção. A abordagem GAAC baseia-se no conceito original de AR com o objetivo principal de ajustar as estratégias de gestão agrícola com base nas condições meteorológicas atuais e futuras. Este objetivo pode ser alcançado através da melhoria dos seguintes elementos:

- a. Instalação de um conjunto de estações meteorológicas automáticas (EMA) ao nível da exploração agrícola para uma recolha em tempo real de dados meteorológicos pela UNA;
- b. Identificação das zonas agroecológicas da área em causa;
- c. Avaliação do risco climático para a agricultura da área em causa;
- d. Redução da escala das previsões climáticas sazonais a nível local;
- e. Recolha de informações sobre a utilização dos conhecimentos locais relativos às práticas agrícolas antes, no início e no final da estação de cultivo;



- f. Utilização de dados de deteção remota para melhorar a avaliação espacial do clima obtida por redes meteorológicas;
- g. Integrar o conhecimento local com previsões meteorológicas em tempo real e com análises de dados meteorológicos com base em modelos de probabilidade de precipitação e de simulação de culturas;
- h. Transformar a análise de dados em opções de gestão claras, práticas e localmente adaptadas;
- i. Utilizar aplicações de *smartphone* para uma divulgação em tempo real das informações meteorológicas e climáticas;
- j. Construir uma parceria mais estreita entre a UNA, os funcionários da extensão agrária, os formadores das ECA e os agricultores, incluindo um sistema de partilha de opiniões;
- k. Aumentar a capacidade dos agricultores para utilizarem os conselhos agrometeorológicos.

**FIGURA 48** Plano operacional dos agricultores, com base em quatro fases, para produção de conselhos agrometeorológicos em tempo real



Fonte: Modificado a partir de Zuma-Netshukhwi, 2013

Os elementos acima mencionados fazem parte de um ciclo interativo (**Fig. 48**) que inclui as quatro fases seguintes (Zuma-Netshiukhwi, 2013):

- » *Fase de diagnóstico.* Descrição das necessidades dos agricultores relativamente a informações e conselhos agrometeorológicos através de inquéritos de diagnóstico, incluindo métodos qualitativos e participativos relevantes. Identificar tipologias dentro da comunidade agrícola e entre as partes interessadas relevantes para o sistema.
- » *Fase de planeamento.* Recolha de dados climáticos históricos da área agrícola e recolha de dados meteorológicos em tempo real. Análise de previsões e dados meteorológicos sazonais e elaboração de conselhos. Desenvolvimento de conjuntos de intervenção e identificação de métodos adequados de divulgação da informação através da utilização de ferramentas e técnicas participativas, tais como *workshops*, grupos focais, informadores-chave, entrevistas formais e informais, planeamento de ações, aprendizagem pela prática e observação, atividades de *role-play*, observações e caminhadas de transecto.
- » *Fase de implementação.* Fornecimento de conselhos agrometeorológicos com informações agrometeorológicas detalhadas, tais como datas de sementeira, cultivares, capacidade hídrica do solo, calendarização da irrigação, probabilidades de precipitação, etc.
- » *Fase de divulgação e avaliação de impacto.* Identificação dos métodos de divulgação preferidos pelos agricultores (por exemplo, SMS, reuniões mensais, visitas às explorações agrícolas, Escolas de Campo sobre o Clima). As estratégias identificadas e analisadas durante o planeamento e teste das fases de implementação devem ser comunicadas aos utilizadores. Nesta fase podem ser desenvolvidas novas estratégias com base nas previsões meteorológicas e informações climáticas.

A GAAC visa melhorar a tomada de decisões estratégicas ao nível da exploração agrícola com base nas observações quantitativas, na análise de fatores ambientais locais e na integração com as estratégias dos sistemas agrícolas. No diagrama (**Fig. 49**) foi desenhada de forma esquemática uma proposta de plano operacional para os agricultores com base nas quatro fases.

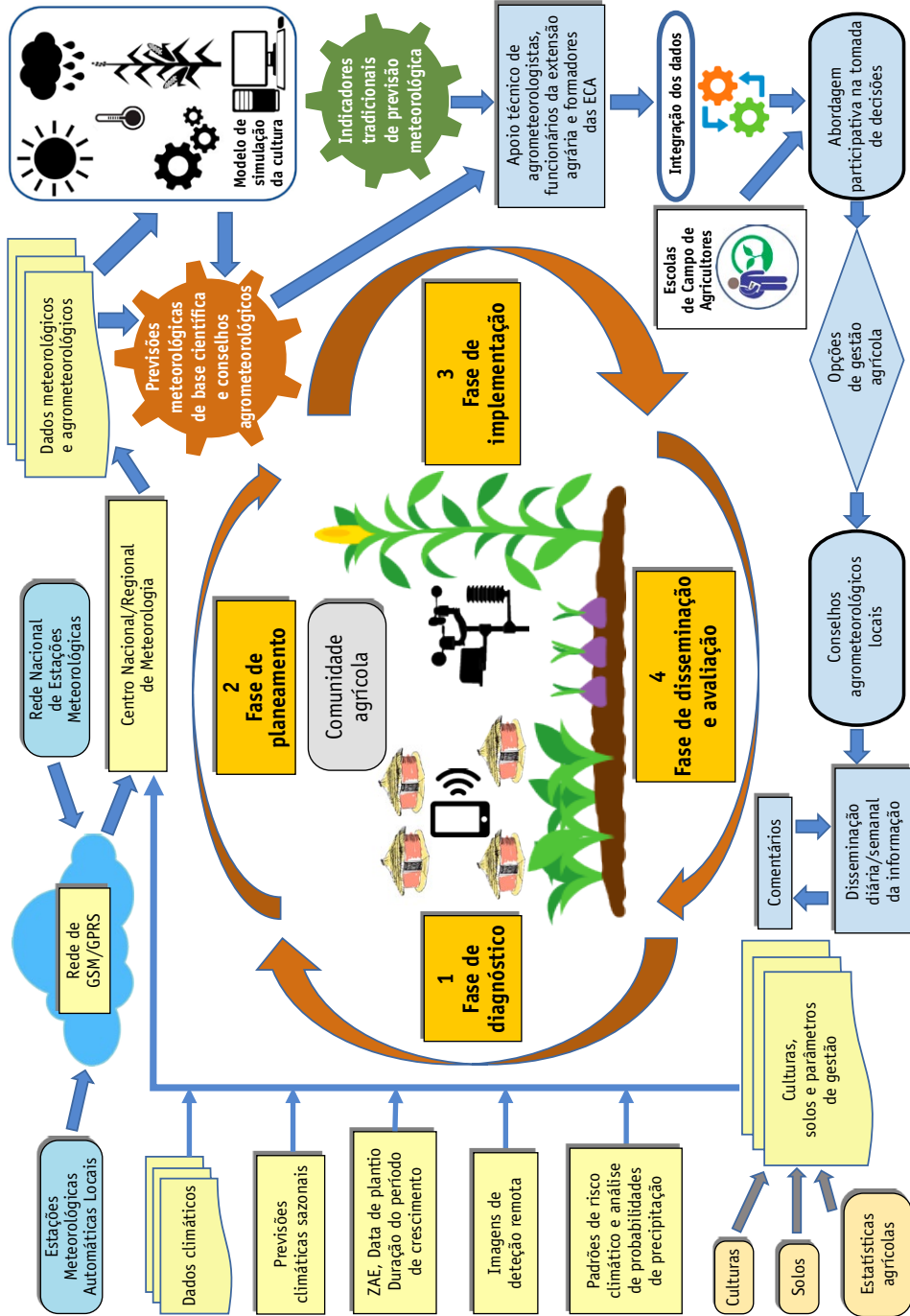
## 8.4 INFRAESTRUTURA NECESSÁRIA

Basicamente, a infraestrutura necessária pela GAAC é comparável à da abordagem de AR, mas com algumas alterações importantes, tais como: (i) análise de dados meteorológicos medidos por estações meteorológicas automáticas instaladas ao nível da exploração agrícola; (ii) utilização de *software* específico para calcular todos os parâmetros necessários para a elaboração de conselhos agrometeorológicos; (iii) utilização de aplicações de *smartphone* para receber previsões meteorológicas e informações climáticas em tempo real. No entanto, as análises agrometeorológicas continuam a ser um importante sistema de apoio às atividades agrícolas e, em particular, ao processo de tomada de decisões através da abordagem participativa que constitui o núcleo da comunidade agrícola e da abordagem de GAAC. Na prática, a abordagem de GAAC utiliza:

- » Obtenção de dados modernos através de estações meteorológicas automáticas ao nível da exploração agrícola e através de imagens de satélite;
- » Previsões meteorológicas em tempo real;

FIGURA 49

Diagrama esquemático da abordagem de gestão agrícola adaptada ao clima em prol do aconselhamento agrometeorológico a nível local



- » Previsões climáticas sazonais;
- » Análise de probabilidade de precipitação para determinação da data ideal de plantio;
- » Zonamento Agroecológico;
- » Modelagem do crescimento das culturas em tempo real;
- » Recolha de indicadores de previsão meteorológica tradicionais;
- » Integração do conhecimento local e indígena no processo de tomada de decisões através de uma abordagem participativa com a comunidade agrícola;
- » Aplicações de *smartphone* para divulgação de informações para as comunidades agrícolas;
- » Forte cooperação entre todos os funcionários da UNA, extensão agrária, ECA e comunidade agrícola.

A melhoria mais significativa é representada pela instalação de um conjunto de estações meteorológicas automáticas (EMA<sup>47</sup>) que cubram as diferentes zonas agroecológicas da área agrícola e estejam ligadas via GPRS à base de dados central dos SNM, e pela utilização de vários *softwares* agrometeorológicos, por exemplo, para calcular as probabilidades de precipitação a fim de determinar as datas ideais de plantio e acompanhar o desenvolvimento das culturas.

## 8.5 REQUISITOS DE DADOS

A gestão dos riscos relacionados com o clima está diretamente ligada ao comportamento sazonal e às alternativas de gestão de cada área agrícola. Os dados devem ser preparados de forma a gerar respostas relativas às perguntas “quem”, “o quê”, “onde” e “quando”. A elaboração de pacotes de decisões sobre sistemas de cultivo requer uma longa série de dados. Relativamente aos dados climáticos e às previsões meteorológicas, a abordagem de GAAC requer a disponibilidade de dados climáticos e previsões meteorológicas fiáveis para os utilizadores finais, a fim de facilitar a tomada de decisões adaptadas às especificidades locais, como por exemplo:

- » Registos climáticos dos últimos 30 anos sobre: precipitação, temperatura máxima/mínima, humidade relativa, vento, radiação solar, evaporação;
- » Padrões de risco climático baseados na análise dos dados da precipitação diária para obter a duração do período de chuvas, início tardio e cessação precoce das chuvas em cada ano;
- » Previsões meteorológicas de curto prazo, até cerca de uma semana (ver ponto 2.4.1.1);
- » Previsões meteorológicas de médio prazo, com escalas temporais para além do curto prazo e até duas semanas (ver ponto 2.4.1.2);
- » Perspectivas climáticas: escalas temporais mensais, sazonais e interanuais (ver ponto 2.4.1.3);
- » Produtos baseados na deteção remota (ver ponto 3.9).

<sup>47</sup> Uma EMA típica pode ser alimentada por baterias recarregáveis ou por painéis solares. Para a comunicação dos dados existem várias opções. Elas estão equipadas com um cartão SIM (*Subscriber Identity Module*) e um contrato GPRS (*General Packet Radio Service*) com cobertura GSM (*Global System for Mobile Communications*) suficiente na área. Todos os dados meteorológicos relevantes são permanentemente medidos pela EMA e enviados automaticamente para bases de dados climáticos na Internet. Os dados podem então ser facilmente descarregados da Internet em modo automático.

Outros requisitos de dados:

- a. Características da terra:
  - Inclinação do terreno;
  - Profundidade do solo e capacidade de retenção de água;
  - Fertilidade do solo.
- b. Sistemas de cultivo:
  - Zonamento agroecológico;
  - Espécies de culturas e cultivares (ciclo de maturidade, requisitos pedoclimáticos específicos);
  - Sistema de cultivo: monocultura, associações;
  - Plantio: momento, taxa de sementeira, espaçamento/disposição das plantas;
  - Fertilização e gestão de pragas e doenças;
  - Controlo de ervas daninhas e da população vegetal.
- c. Serviços de apoio:
  - Socioeconómicos: acesso ao crédito e a fatores de produção (sementes, fertilizantes, outros insumos);
  - Aconselhamento técnico;
  - Institucionais: apoio governamental, infraestruturas (transporte, mercados).

## 8.5.1 REGISTOS CLIMÁTICOS

Deve ser disponibilizada uma série temporal de medições com extensão, consistência e continuidade suficientes para determinar a variabilidade e evolução climáticas em todas as estações localizadas no âmbito da comunidade agrícola (ver ponto 2.5). Tais medições fornecem uma base objetiva para a compreensão e previsão do clima e da sua variabilidade, tal como o aquecimento global. Caso não existam estações na área da exploração agrícola, os dados das estações vizinhas podem ser interpolados para estimar os dados climáticos a nível local, conforme descrito no ponto 2.5.2.

## 8.5.2 PADRÕES DE RISCO CLIMÁTICO

Análises de precipitação com recurso a registos pluviométricos de longo prazo são aplicadas à probabilidade de eventos ou sequências de eventos de reconhecida importância para os agricultores e funcionários da extensão agrária. Entre estes incluem-se o início da estação de crescimento, a frequência de períodos secos durante a estação, a frequência de eventos de precipitação erosiva de alta intensidade, o impacto de períodos húmidos prolongados sobre doenças das plantas ou a duração da estação de crescimento. Estas análises fornecem um quadro útil para fazer escolhas estratégicas de médio prazo sobre práticas agrícolas que são diretamente influenciadas por eventos climáticos individuais ou combinados. Este tipo de análise pode ser realizado com *software* adequado, como o *RAINBOW*<sup>48</sup> ou o *R-Instat*<sup>49</sup>, ambos descritos nos Anexos. Por exemplo, dentro de uma espécie de cultura,

---

<sup>48</sup> RAINBOW: [http://iupware.be/?page\\_id=874](http://iupware.be/?page_id=874)

<sup>49</sup> R-Instat: <http://r-instat.org/index.html>

diferentes variedades apresentam diferentes capacidades de adaptação ao stress ambiental, como a temperatura e a precipitação (**Tabela 15**). Isso pode ser explorado pelo estudo das interações entre as variedades e as localizações e pela elaboração de mapas de adaptação para diferentes variedades. Fazer isso para um conjunto de espécies pode aumentar a produção em toda uma região (IRI, 2007).

**Efeito da variabilidade climática no desempenho da cultura de mexoeira e opções de adaptação**

PARÂMETROS CLIMÁTICOS	EFEITOS NAS CULTURAS E NOS RECURSOS NATURAIS	OPÇÕES DE ADAPTAÇÃO
Início tardio das chuvas	Estação das chuvas mais curta, risco das culturas de ciclo longo não disporem de tempo de crescimento suficiente	Variedades de maturação precoce, exploração da fotoperiodização, fertilizante P no plantio
Seca precoce	Dificuldades no enraizamento das culturas e necessidade de nova sementeira parcial ou total	Fertilizante P no plantio, recolha de água e controlo do escoamento superficial, retardar a sementeira (mas com baixo crescimento devido ao fluxo de N), explorar a tolerância das plântulas ao calor e à seca
Seca a meio da estação	Escassa implantação das sementes e desenvolvimento de panículas, menor número de rebentos produtivos, escassa produção de grãos por panícula/planta	Utilização da variabilidade da mexoeira: ciclos diferentes, cultivares com elevado número de rebentos, raízes com ótimas características, etc.; recolha de água e controlo do escoamento
Seca no final da estação	Deficiente preenchimento dos grãos, menor número de rebentos produtivos	Variedades de maturação precoce, raízes com ótimas características, fertilizante no plantio, recolha de água e controlo do escoamento
Precipitação excessiva	Míldio e outras pragas, lixiviação de nutrientes	Variedades resistentes, pesticidas, fertilizante N nos rebentos
Temperatura elevada	Fraco enraizamento das culturas (dessecação das plântulas), aumento da transpiração, crescimento mais rápido	Características de tolerância ao calor, gestão dos resíduos das culturas, fertilizante P no plantio (para aumentar o vigor da planta), grande número de plântulas por faixa
Imprevisibilidade do stress da seca	Ver acima	Variabilidade fenotípica, cultivares geneticamente diversos
Aumento dos níveis de CO <sub>2</sub>	Crescimento mais rápido das plantas através do aumento da fotossíntese, maior transpiração	Promover o efeito positivo de níveis mais elevados através de uma melhor gestão da fertilidade do solo
Aumento da ocorrência de tempestades de poeira no início das chuvas	Plântulas soterradas e danificadas por partículas de areia	Aumentar o número de plântulas por faixa, a cobertura do solo e a lavoura de amontoamento (lavoura primária)
Aumento da poeira na atmosfera	Baixa radiação, fotossíntese reduzida	Aumentar a introdução de nutrientes (ou seja, K)

Fonte: Hellmuth et al., 2007

### 8.5.3 MODELOS DE SIMULAÇÃO DE CULTURAS

Os parâmetros meteorológicos mínimos normalmente utilizados como contributo para a execução dos modelos de simulação de culturas são a precipitação, a temperatura máxima e mínima e a radiação solar. Normalmente estes modelos são executados diariamente em etapas e os processos simulados mais importantes dizem respeito ao crescimento das plantas, infiltração de água no solo, transpiração, evaporação do solo, escoamento superficial e percolação profunda. Os modelos de culturas são ferramentas científicas normalmente utilizadas ao nível das instituições técnicas para analisar o impacto das práticas de gestão alternativas na produtividade das culturas e na economia. Os modelos de culturas não são projetados especificamente para os agricultores mas são ferramentas que devem ser utilizadas pelas instituições técnicas e agências de extensão agrária para preparar alternativas de gestão específicas das culturas. Estes modelos são ferramentas criadas para responder às perguntas “e se” que rapidamente permitem ao decisor analisar os resultados quantitativos. Estes modelos poderiam melhorar os componentes da gestão localizada dos riscos climáticos de três maneiras diferentes:

- » Maior precisão e fiabilidade: as tabelas de decisão podem ser melhoradas através da utilização de modelos de simulação para compreender melhor o impacto das condições meteorológicas locais nas culturas;
- » Simulação de opções de gestão técnica e económica para decidir sobre a estratégia mais adequada;
- » Atualização em tempo real: os modelos podem ser executados com os dados atualmente registados, incluindo dados sobre precipitação e humidade do solo em tempo real, bem como outras informações recolhidas pelas estações meteorológicas automáticas.

### 8.5.4 QUESTIONÁRIO PARA AVALIAR OS INDICADORES TRADICIONAIS DE PREVISÃO METEOROLÓGICA

O conhecimento indígena pode ajudar na compreensão dos padrões meteorológicos e climáticos para a tomada de decisões sobre culturas e práticas agrícolas. No entanto, o aumento da variabilidade da precipitação nos últimos anos, associada às alterações climáticas, reduziu a confiança dos agricultores no conhecimento indígena. Consequentemente, a capacidade de adaptação dos agricultores diminuiu e a sua vulnerabilidade às alterações climáticas aumentou. A integração do conhecimento indígena nas previsões climáticas científicas a nível local é um passo importante para aumentar a resiliência das comunidades vulneráveis às alterações climáticas. O primeiro passo é realizar um questionário para avaliar a utilização de previsões climáticas e meteorológicas tradicionais e com base em dados científicos (**Tabela 16**). O questionário pode ser baseado numa Avaliação Rural Rápida (RRA) que serve como um guia para abordar os problemas da comunidade através da recolha de informações (ZumaNetshiukhwi, 2013). A RRA refere-se a um conjunto de técnicas de campo que são usadas principalmente para obter conhecimentos da população local de uma forma mais rápida, mais rentável e muitas vezes mais informativa do que os inquéritos por questionário (Chambers, 1994). A RRA pode ser realizada através de uma série de reuniões com os agricultores da região. Esta metodologia é fundamental para determinar o conhecimento

tradicional geral que existe dentro da comunidade e como esse conhecimento poderá ser integrado nas previsões meteorológicas. A RRA desempenha um papel importante na recolha de informações de um conjunto transversal de aldeias num curto espaço de tempo. A RRA pode ser aplicada com os seguintes objetivos:

- » Analisar o conhecimento indígena dos sistemas agrícolas, particularmente ao nível da previsão da precipitação;
- » Compreender os conselhos e serviços agrometeorológicos atuais (se existirem) e as fontes de informação meteorológica e climática;
- » Identificar e selecionar os canais adequados para comunicação e divulgação das informações;
- » Desenvolver alguns conselhos de forma personalizada, juntamente com os agricultores, para melhorar a tomada de decisões na exploração agrícola em aspetos como tipo de cultura, escolha de cultivares e seleção da data de plantio;
- » Acompanhar e avaliar a utilização e adoção desses conselhos;
- » Discutir estes assuntos com os agricultores em reuniões mensais;
- » Estabelecer regras para os procedimentos sem o envolvimento de cientistas em cada momento, a fim de criar potencial, formação e prática em matéria de extensão agrária.

**Questionário sobre utilização de previsões e conselhos meteorológicos e climáticos baseados em dados científicos e sobre utilização de previsões meteorológicas e climáticas tradicionais**

**TABELA 16**

Província	
Distrito	
Município	
Estação meteorológica mais próxima	
Nome do agricultor	
Gênero	
Estado civil	
Idade	
Nível de educação	
Agricultor a tempo inteiro	
Dimensão da exploração agrícola (ha)	
Terra alocada ao sistema agrícola (ha)	(1) Culturas: (2) Criação de gado: (3) Explorações agrícolas mistas: (4) Agroflorestação: (5) Árvores de fruto: (6) Outros:
Tipo de culturas:	(1) Milho (2) Sorgo (3) Milhete (4) Soja (5) Produtos hortícolas
1. Recebe alguma previsão climática sazonal e, em caso afirmativo, com que frequência antes, durante e depois da estação de crescimento?	



2. Através de que meios de comunicação recebe essas previsões climáticas sazonais?	
3. Como utiliza essas previsões climáticas sazonais?	
4. É capaz de entender e interpretar essas previsões?	
5. Que valor atribui a essas previsões climáticas sazonais?	
6. Que outras informações e conselhos meteorológicos/climáticos baseados na ciência utiliza (por exemplo, previsões meteorológicas, alertas precoces de seca, geada, granizo e/ou vento forte, etc.)?	
7. Que valor atribui a essas outras informações e conselhos meteorológicos/climáticos baseados na ciência?	
8. Que previsões climáticas tradicionais utiliza? Utiliza combinações de indicadores meteorológicos, astronômicos e com base em plantas, animais e insetos?	
9. Quando utiliza as previsões climáticas tradicionais? Antes, durante ou no final da estação?	
10. Que valor atribui a estas previsões climáticas tradicionais?	
11. Que outras previsões meteorológicas/climáticas tradicionais utiliza?	
12. Quando utiliza as previsões meteorológicas/climáticas tradicionais? Antes, durante ou no final da estação?	
13. Que valor atribui a essas outras previsões meteorológicas/climáticas tradicionais?	
14. Qual é a fiabilidade das previsões climáticas sazonais para si?	
15. Qual é a fiabilidade das previsões climáticas tradicionais para si?	
16. Qual é a fiabilidade das outras previsões meteorológicas/climáticas baseadas na ciência para si?	
17. Qual é a fiabilidade das outras previsões meteorológicas/climáticas tradicionais?	
18. Qual é o significado de normal, abaixo do normal e acima do normal?	
19. O que entende sobre 30%, 60% e 80% de probabilidade de chuva?	
20. É capaz de utilizar as previsões climáticas sazonais no planeamento das suas atividades agrícolas ou de alguma outra forma?	
21. É capaz de utilizar outras previsões e conselhos meteorológicos/climáticos baseados na ciência de alguma forma?	

22. É capaz de utilizar as previsões climáticas tradicionais e/ou outras informações e conselhos meteorológicos/climáticos tradicionais de alguma forma?	
23. Se for prevista uma precipitação acima do normal, que tipo de alterações realiza nas práticas agrícolas?	
24. Se for prevista uma seca, realiza algumas alterações nas suas atividades?	
25. Realiza esforços deliberados para obter informações de previsão climática?	
26. Realiza esforços deliberados para obter outras previsões e conselhos meteorológicos/climáticos baseados na ciência?	
27. Realiza esforços deliberados para obter previsões climáticas tradicionais e/ou outras informações e conselhos meteorológicos ou climáticos?	
28. Consideraria pagar por previsões climáticas sazonais?	
29. Consideraria pagar por quaisquer outras previsões e conselhos meteorológicos/climáticos baseados na ciência?	
30. Consideraria pagar por quaisquer previsões climáticas tradicionais e/ou outras informações e conselhos meteorológicos/climáticos tradicionais?	
31. De que instituições ou organizações recebe outras informações e conselhos meteorológicos/climáticos com base científica para lá das previsões climáticas sazonais?	
32. De quem recebe previsões climáticas tradicionais e outras informações meteorológicas/climáticas tradicionais?	
33. Que método(s)/canal(is) de transmissão de informações preferiria para disponibilização das previsões climáticas?	
34. Que método(s)/canal(is) de transmissão de informações preferiria para disponibilização de outras previsões meteorológicas/climáticas com base científica?	
35. Com que frequência tem reuniões com os funcionários locais de extensão agrária?	
36. Recebe quaisquer previsões climáticas e/ou informações e conselhos meteorológicos/climáticos com base científica dos funcionários de extensão agrária?	
37. Recebe quaisquer previsões climáticas e/ou informações e conselhos meteorológicos/climáticos tradicionais dos funcionários de extensão agrária?	

Fonte: Modificado a partir de Zuma-Netshiukhwi, 2013

## 8.5.5 INTEGRAÇÃO DE PREVISÕES METEOROLÓGICAS BASEADAS NA CIÊNCIA E DE PREVISÕES METEOROLÓGICAS TRADICIONAIS

Os agricultores utilizam indicadores meteorológicos e climáticos nas suas previsões tradicionais, principalmente para chuvas e secas imediatas ou sazonais. As decisões agrícolas são tomadas de acordo com o conhecimento tradicional e a compreensão das condições ambientais na sua área local, obtidas a partir de anos de experiência. A compreensão da percepção dos agricultores sobre o tempo e o clima é um passo fundamental para promover a comunicação eficaz sobre o conhecimento agrometeorológico de base científica. As previsões meteorológicas baseadas na ciência, a previsão climática e a agricultura de baixo rendimento continuam a ser desenvolvidas com sucesso, exceto no caso dos desastres naturais (Zuma-Netshiukhwi *et al.*, 2013).

Os agricultores perceberam que as previsões e conselhos meteorológicos e climáticos baseados na ciência os protegem melhor do que o conhecimento tradicional, assim que tenha sido colocada em prática a tomada de decisões com base no conhecimento científico. Os agricultores estão de facto conscientes das desvantagens do conhecimento tradicional e do conhecimento baseado na ciência (**Tabela 17**). No entanto, essa consciência também pode contribuir para a melhoria da tomada de decisões com base no conhecimento científico (Zuma-Netshiukhwi *et al.*, 2013).

**TABELA 17** Desvantagens do uso de previsões meteorológicas/climáticas tradicionais e desvantagens do uso de previsões meteorológicas/climáticas baseadas na ciência

DESvantagens DO USO DE PREVISÕES METEOROLÓGICAS/CLIMÁTICAS TRADICIONAIS	DESvantagens DO USO DE PREVISÕES METEOROLÓGICAS/CLIMÁTICAS BASEADAS NA CIÊNCIA
<ul style="list-style-type: none"><li>» São apenas momentâneas, mas podem funcionar bem quando combinadas com previsões científicas.</li><li>» São baseadas na cultura e interpretadas de forma diferente em diferentes áreas.</li><li>» Não fornecem previsões a longo prazo, à parte de algumas indicações sazonais.</li><li>» Não podem prever os períodos de seca a meio da estação nem a sua probabilidade.</li><li>» Não indicam a distribuição da precipitação e fornecem apenas uma indicação de preparação para o início das chuvas. Por vezes fornecem informações sobre a qualidade da estação que se aproxima.</li><li>» Alguns peritos em previsões científicas não confiam nestas avaliações, uma vez que, injustamente, consideram que as suas previsões se baseiam em superstições.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>» Não estão facilmente disponíveis e acessíveis para utilização na agricultura.</li><li>» As suas vantagens não estão documentadas de uma forma a que os agricultores as possam compreender.</li><li>» São difíceis de interpretar e não é fácil tomar decisões com base nas informações probabilísticas fornecidas.</li><li>» Não são específicas de cada local e há necessidade de uma redução fiável da escala das previsões meteorológicas e climáticas.</li></ul>

Fonte: Zuma-Netshiukhwi *et al.*, 2013

O intercâmbio de conhecimentos pode ocorrer logo que os agricultores tenham decidido partilhar os seus conhecimentos sobre as previsões e tomada de decisões tradicionais. O resultado do inquérito, tal como descrito no parágrafo anterior, constitui a base para a recolha de informações locais sobre a utilização das previsões meteorológicas tradicionais. Com base nesta informação as decisões podem ser tomadas através de uma abordagem participativa sobre a forma de integrar novas informações de base científica nos métodos tradicionais de previsão, com vista a elaboração de recomendações práticas. Por regra, os agricultores demonstram uma grande vontade de aprender sobre os conselhos agrometeorológicos baseados na ciência. Além disso, a interação com os agricultores durante os *workshops* permite uma participação bidirecional e oferece uma oportunidade para entender a sua percepção dos conselhos. Durante esses *workshops* é estabelecida uma plataforma permanente para o intercâmbio de conhecimentos e para a construção de diálogos permanentes com os agricultores, resultando num processo de aprendizagem dual. A integração de produtos agrometeorológicos com o conhecimento local sobre previsão meteorológica e climática pode melhorar as estratégias de adaptação e garantir que novos conhecimentos, produtos e serviços sejam implementados ao nível da exploração agrícola. Através deste processo de interação os agricultores podem aprender e aplicar gradualmente na tomada de decisões agrícolas os produtos climáticos e meteorológicos, bem como outros conhecimentos agrometeorológicos de base científica. Este tipo de extensão “agricultor a agricultor” é fundamental para chegar à maioria dos agricultores e para obter uma boa compreensão da utilização dos conselhos agrometeorológicos. A formação em matéria de aplicação dos conselhos agrometeorológicos de base científica é um objetivo importante, nomeadamente no que respeita a: adequação da cultura, seleção de cultivares, data de plantio, densidade vegetal, monda, gestão da água, fertilização, pragas e doenças. Se forem dados os passos necessários para orientar os agricultores sobre a melhor forma de se adaptarem à variabilidade climática, este objetivo é alcançável.

### 8.5.6 UTILIZAÇÃO DE APLICAÇÕES PARA SMARTPHONES

O número de aplicações de *smartphone* para agricultores está a aumentar rapidamente. Entre essas aplicações um grande número pode fornecer aos pequenos agricultores informações agrícolas e outras relacionadas. Por exemplo, a base de dados “*Apps4Ag Database*<sup>50</sup>” incrementa a divulgação de informações, a troca de conhecimentos, a prestação de serviços de extensão agrária e de aconselhamento, o envolvimento dos agricultores e o acesso a indicadores tanto para os insumos como para os produtos agrícolas. A “*Apps4Ag*” é uma base de dados abrangente e atualizada com as melhores aplicações para a agricultura. Para os pequenos agricultores um dos principais desafios é o fornecimento de previsões meteorológicas e informações climáticas sobre locais específicos, assim como de informações oportunas e relevantes, de forma economicamente sustentável através

<sup>50</sup> Apps4Ag: <https://www.apps4ag.org/database.html>

de uma aplicação para *smartphone*. Essa aplicação permitiria o desenvolvimento de abordagens participativas de tomada de decisões que permitissem aos agricultores interpretar a informação a nível local e decidir sobre as opções de gestão. Além disso, essa aplicação permitiria a interação entre os agricultores e os prestadores de serviços.

Devido aos desafios enfrentados por muitas formas de produção agrícola em virtude do aumento da variabilidade climática, dos eventos extremos associados e das alterações climáticas, a informação agrometeorológica tornou-se ainda mais essencial. Observações minuciosas e divulgação da informação meteorológica em tempo real são importantes para as decisões estratégicas agrometeorológicas durante o planeamento a curto prazo das operações agrícolas em diferentes fases de crescimento das culturas. Para que os agricultores possam assegurar a utilização atempada e eficiente das informações meteorológicas e climáticas é importante compreender plenamente os efeitos das condições meteorológicas e climáticas nos solos, plantas, animais, árvores e produção dos sistemas agrícolas, independentemente do tipo de decisão.

A aplicação "*Smart Campo*", por exemplo, é uma forma inovadora de ajudar os agricultores a tomar decisões com base nas informações meteorológicas e climáticas. O objetivo da aplicação "*Smart Campo*" é oferecer soluções práticas aos agricultores com base na monitorização e previsão do tempo e do clima. Esta aplicação ajuda os especialistas a acompanhar o estado do tempo e os dados de previsão para os seus campos e culturas. Além disso, os utilizadores podem registar campos para obter informações relativas à chuva acumulada, os graus-dias de crescimento, a temperatura média máxima e mínima e muito mais. Os utilizadores também podem selecionar dias da semana para serem notificados sobre os dados específicos relativos ao tempo e às culturas para os seus campos. Os agricultores podem verificar as condições meteorológicas atuais a partir das estações disponíveis para obterem atualizações sobre: precipitação, temperatura do ar e graus-dias de crescimento, temperatura cumulativa, horas de frio acumuladas e eventos meteorológicos extremos.

## 8.5.7 RESUMO

A fim de fazer face à variabilidade climática sazonal estão a ser desenvolvidas novas abordagens para permitir a otimização da produção dos sistemas de produção da agricultura de sequeiro em conformidade com os objetivos e oportunidades dos agricultores. A Gestão Agrícola Adaptada ao Clima (GAAC) é uma das técnicas utilizadas e baseia-se em quatro etapas:

- i.** Análise da precipitação para quantificar as relações entre o início e os parâmetros sazonais;
- ii.** Formação dos funcionários da extensão agrária para determinar a data de início no começo de cada estação e para entender como as quantidades de precipitação prevista, duração e índices de intensidade se relacionam com as datas de início;
- iii.** Para cada estação das chuvas, à medida que o início é identificado os funcionários da extensão agrária informam os agricultores sobre a localização das características previstas da estação das chuvas;
- iv.** Os agricultores recebem orientações gerais para guiar as suas práticas em conformidade com as previsões de precipitação e para permitir a formulação de uma estratégia adequada para lidar com a variabilidade da precipitação sazonal.

Os conselhos agrometeorológicos sobre gestão agrícola devem dar resposta às seguintes questões:

- » Quais são as metas dos agricultores relativamente ao seu acesso a recursos específicos?
- » Quais são os principais parâmetros que os agricultores e suas comunidades estão a utilizar durante o processo de tomada de decisões?
- » Que tipo de risco os agricultores consideram prioritário?
- » Que nível/níveis de risco os agricultores estão prontos a assumir?
- » Durante as experiências passadas, o que reduziu/aumentou o medo dos agricultores relativamente a mudanças tecnológicas (conteúdo ou abordagem) em termos de fatores técnicos ou outros?

Independentemente disso, as restrições que envolvem a utilização de informações podem ser de ordem técnica, financeira, legal, cognitiva e institucional. O problema da quebra/falha de comunicação também foi identificado como uma questão fundamental nas previsões climáticas sazonais.

Os agrometeorologistas precisam de identificar as características do público-alvo para codificar de uma forma que facilite a tarefa de descodificação pelos agricultores ou outros utilizadores. Portanto, o SNA deve colocar perguntas tais como:

- » Quais são as características do público-alvo?
- » Que tipo de sistemas agrícolas os agricultores praticam?
- » Qual é o seu nível de educação e alfabetização?
- » Qual é a sua língua materna?
- » Qual é o seu estatuto socioeconómico? Quantos agricultores são mulheres? Existem diferenças de género na tomada de decisões?
- » Que canal ou meio de comunicação poderia ser utilizado para melhor transmitir as informações?

Resumidamente, a GAAC é baseada em ferramentas de apoio à decisão que decorrem da análise de impactos climáticos e ambientais passados. Existem várias possibilidades para modernizar e adaptar a GAAC às necessidades dos agricultores:

- » Utilização de fontes de dados modernas através de imagens de satélite e/ou da recolha automática de dados do campo;
- » Modelização do desenvolvimento das culturas em tempo real;
- » Integração de previsões meteorológicas de base científica e das previsões meteorológicas tradicionais;
- » Abordagem participativa na tomada de decisões;
- » Utilização de aplicações para *smartphone* para fornecer previsões meteorológicas e conselhos agrometeorológicos aos agricultores e para obter reações dos agricultores em tempo real.

## BIBLIOGRAFIA

- Ahrens, C.D.** 2003. *Meteorology today: An introduction to weather, climate, and the environment*. Pacific Grove, California, USA, Brooks/Cole.
- Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D. & Smith, M.** 1998. *Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements*. FAO Irrigation and drainage papers No. 56. Rome, FAO. 300 pp. (Também disponível em <http://www.fao.org/docrep/X0490E/X0490E00.htm>).
- Atzberger C.** 2013. Advances in remote sensing of agriculture: Context description, existing operational monitoring systems and major information needs. *Remote Sensing*, 5(2): 949–981.
- Balaghi, R., Badjeck, M.-C., Bakaric, D., De Pauw, E., De Wit, A., Defourny, P., Donato, S. et. al.** 2010. Managing climatic risks for enhanced food security: Key information capabilities. *Procedia Environmental Sciences*, 1: 313–323.
- Basso, B., Cammarano, D. & Carfagna, E.** 2013. *Review of crop yield forecasting methods and early warning systems*. Paper presented at the first Scientific Advisory Committee Meeting, 18–19 July 2013. Rome, FAO. (unpublished).
- Benoit, P.** 1977. The start of the growing season in northern Nigeria. *Agricultural Meteorology*, 18(2): 91–99.
- Bernardi, M., Gommès, R. & Grieser, J.** 2006. Downscaling climate information for local disease mapping. *Parassitologia*, 48(1–2): 69–72.
- Bernardi, M.** 2008. Global climate change: A feasibility perspective of its effect on human health at a local scale. *Geospatial Health*, 2(2): 137–150.
- Bernardi, M.** 2011. Understanding user needs for climate services in agriculture. *World Meteorological Organization Bulletin*, 60(2): 67–72. Geneva, Switzerland, World Meteorological Organization.
- Bernardi, M.** 2012. *Support to the agrometeorological crop yield forecast*. Mission Report. Project GCP/SOM/041/MUL: Support to the Food Security & Nutrition Analysis Unit for Somalia (Phase VI) (unpublished).
- Bernardi, M.** 2013. *Agrometeorology and its potential role in reducing vulnerability to climate change in the agricultural sector in the Comoros Islands*. Preliminary Report. Project: Enhancing Adaptive Capacity and Resilience to Climate Change in the Agricultural Sector in the Comoros (unpublished).
- Bernardi, M.** 2014. *Support to the agrometeorological component*. Mission report. Project GCP/MOZ/118/LDF (unpublished).
- Bishnoi, O. P.** 1989. *Agroclimatic zoning*. Commission for Agricultural Meteorology (CAgM) Report No. 30. Geneva, Switzerland, World Meteorological Organization.
- Caine, A., Dorward, P., Clarkson, G., Evans, N., Canales, C. & Stern, D.** 2015. *Mobile applications for weather and climate information: Their use and potential for smallholder farmers*. CCAFS Working Paper No. 150. Copenhagen, CGIAR Research Program on Climate Change, Agriculture and Food Security (CCAFS).
- Cantelaube, P. & Terre, J.M.** 2005. Seasonal weather forecasts for crop yield modelling in Europe. *Tellus A*, 57(3): 476–487.
- Challinor, A.J., Ewert, F., Arnold, S., Simelton, E. & Fraser, E.** 2009. Crops and climate change: Progress, trends, and challenges in simulating impacts and informing adaptation. *Journal of Experimental Botany*, 60(10): 2775–2789.
- Chambers, R.** 1994. *Rural development: Putting the last first*. Oxfordshire, UK, Routledge.

- Chang'a, L.B., Yanda, P.Z. & Ngana, J.** 2010. Indigenous knowledge in seasonal rainfall prediction in Tanzania: A case of the South-western Highland of Tanzania. *Journal of Geography and Regional Planning*, 3(4): 66–72.
- Chatty, D., Baas, S. & Fleig, A.** 2003. *Participatory processes towards co-management of natural resources in pastoral areas of the Middle East – A training of trainers source book based on the principles of participatory methods and approaches*. Prepared and tested in collaboration with the Project GCP/SYR/009/ITA: Range rehabilitation and establishment of a wildlife reserve in the Syrian steppe. (Também disponível em [https://ia600507.us.archive.org/6/items/nasa\\_techdoc\\_19740004206/19740004206.pdf](https://ia600507.us.archive.org/6/items/nasa_techdoc_19740004206/19740004206.pdf)).
- Chengula, F. & Nyambo, B.** 2016. The significance of indigenous weather forecast knowledge and practices under weather variability and climate change: A case study of smallholder farmers on the slopes of Mount Kilimanjaro. *International Journal of Agricultural Education and Extension*, 2(2): 031–043.
- Cooper, P.J.M., Dimes, J., Rao, K.P.C., Shapiro, B., Shiferaw, B. & Twomlow, S.** 2006. *Coping better with current climatic variability in the rain-fed farming systems of sub-Saharan Africa: A dress rehearsal for adapting to future climate change?* Global Theme on Agroecosystems, Report No. 27. Nairobi, Kenya, International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics. 24 pp. (Também disponível em <http://ejournal.icrisat.org/mpii/v3i1/pdfs/91-2006.pdf>).
- Demuyck, K. & DETMAC Associates.** 1994. *The participatory rapid appraisal on perceptions and practices of fisherfolk on fishery resource management in an artisanal fishing community in Cameroon*. Technical Report No. 60. Rome, FAO. 32 pp.
- Doorenbos, J. & Kassam, A.H.** 1979. *Yield response to water*. Irrigation and Drainage Paper No. 33. Rome, FAO. 193 pp. (Também disponível em <http://www.posmet.ufv.br/wp-content/uploads/2016/09/MET-477-Doorenbos-e-Kassam-Yield-response.pdf>).
- Doorenbos, J. & Pruitt, W.O.** 1977. *Crop water requirements*. Irrigation and Drainage Paper No. 24 (rev). Rome, FAO. 144 pp. (Também disponível em <http://www.fao.org/docrep/018/s8376e/s8376e.pdf>).
- Doorenbos J. & Pruitt, W.O.** 1975. *Guidelines for predicting crop water requirements*. Irrigation and Drainage Paper No 24. Rome, FAO. 179 pp. (Também disponível em <http://www.fao.org/3/a-f2430e.pdf>).
- Dixon, J.M., Hall, M., Hardaker, J.B. & Vyas, V.S.** 1994. *Farm and community information use for agricultural programmes and policies*. Rome, FAO.
- Dixon, J., Gulliver, A., Gibbon, D. & Hall, M.** 2001. *Farming Systems and Poverty – Improving farmers' livelihoods in a changing world*. Rome, FAO. (Também disponível em <http://www.fao.org/3/a-ac349e.pdf>).
- El Jarroudi M., Kouadio L., Martin B., Giraud F., Delfosse P., Hoffmann L., Curnel Y. & Tychon B.** 2010. Modelling plant diseases impact with the Belgian Crop Growth Monitoring System. Paper presented at the European Society for Agronomy (ESA) Congress, 10 September 2010, Montpellier, France. (Também disponível em <http://orbi.ulg.ac.be/bitstream/2268/81367/2/Montpellier-01-09-2010.pdf>).
- Rijks, D., Terres, J.M. & Vossen, P.** 1998. An agricultural information system for the European Union: Agrometeorological applications for regional crop monitoring and production assessment. Ispra, Italy, Joint Research Centre, European Commission. (Também disponível em <http://bookshop.europa.eu/en/agrometeorological-applications-for-regional-crop-monitoring-and-production-assessment-pbCLNA17735>).
- EUROSTAT.** 1997. Crop yield forecasting methods. Proceedings of the Seminar Villefranche-sur-Mer, 24–27 October 1994, Brussels, Luxembourg, European Commission. (Também disponível em <http://bookshop.europa.eu/it/crop-yield-forecasting-methods-pbCA9996665>).
- Evans, L. T. & Fischer, R. A.** 1999. Yield potential: Its definition, measurement, and significance. *Crop Science*, 39: 1544–1551.
- FAO.** 1979. *Agrometeorological crop monitoring and forecasting*. Plant Production and Protection Paper No. 17. Rome, FAO. (Também disponível em [http://eprints.icrisat.ac.in/13138/1/RP\\_percent203101.pdf](http://eprints.icrisat.ac.in/13138/1/RP_percent203101.pdf)).
- FAO.** 1990. *Guidelines for the conduct of a training course in farming systems development*. Farm Systems Management Series. No 1. FAO, Rome, Italy.



- FAO.** 1995. *Coordination and harmonization of databases and software for agro-climatic applications*. Proceedings of an Expert Consultation. Agrometeorology Series Working Paper, No. 13.
- FAO.** 1995. *FAOCLIM 1.2 – A CD-ROM with worldwide agro-climatic data*. FAO Agrometeorology Working Paper Series No. 11. Rome, FAO. 448 pp.
- FAO.** 2000. *Report of the eighteenth session of the Asia and Pacific Commission on Agricultural Statistics*, Bali, Indonesia, 6–10 November 2000. Regional Office for Asia and the Pacific (RAP), Bangkok, FAO. (Também disponível em <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/004/ab989e/ab989e00.pdf>).
- FAO.** 2009a. *How to feed the world in 2050*. Rome, FAO. (Também disponível em [http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/expert\\_paper/How\\_to\\_Feed\\_the\\_World\\_in\\_2050.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/expert_paper/How_to_Feed_the_World_in_2050.pdf)).
- FAO.** 2009b. *Profile for climate change*. Rome, FAO. (Também disponível em <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/012/i1323e/i1323e00.pdf>).
- FAO.** 2014. *The state of food and agriculture. Innovation in family farming*. Rome, FAO. (Também disponível em <http://www.fao.org/3/a-i4040e.pdf>).
- FAO & WFP.** 2009. *Joint guidelines for crop and food security assessment missions (CFSAMs)*. Rome, FAO. (Também disponível em [http://home.wfp.org/stellent/groups/public/documents/manual\\_guide\\_proced/wfp197289.pdf](http://home.wfp.org/stellent/groups/public/documents/manual_guide_proced/wfp197289.pdf)).
- Fantaye, K.T.** 2004. *Field comparisons of resource utilization and productivity of three grain legume species under water stress*. University of the Free State, Bloemfontein. South Africa. (PhD dissertation). (Também disponível em <https://scholar.ufs.ac.za/handle/11660/8186>).
- Fermont, A. & Benson, T.** 2011. *Estimating yield of food crops grown by smallholder farmers. A review in the Uganda context*. IFPRI Discussion Paper 01097. Washington DC, International Food Policy Research Institute. (Também disponível em <http://www.ifpri.org/sites/default/files/publications/ifpridp01097.pdf>).
- Fraisse, C.W., Breuer, N.E., Zierden, D., Bellow, J.G., Paz, J., Cabrera, V.E., Garcia, A. et al.** 2006. AgClimate: A climate forecast information system for agricultural risk management in the southeastern USA. *Computers and Electronics in Agriculture*, 53: 13–27. (Também disponível em <http://web.nmsu.edu/~vcabrera/files/CEA06.pdf>).
- Frost C., Thiebaut, N. & Newby, T.** 2013. Evaluating Terra MODIS satellite sensor data products for maize yield estimation in South Africa. *South African Journal of Geomatics*, 2(2): 106–119. (Também disponível em <http://www.sajg.org.za/index.php/sajg/issue/view/9>).
- GCOS.** 2006. *Climate information for development needs an action plan for Africa*. Report and implementation strategy. TD No. 1358. Geneva, Switzerland, WMO.
- Genovese, G. P., Fritz, S. & Bettio, M.** 2006. A comparison and evaluation of performances among crop yield forecasting models based on remote sensing: Results from the Geoland Observatory of Food Monitoring. Proceedings of the ISPRS WG VIII/10 Workshop 2006 – Remote Sensing Support to Crop Yield Forecast and Area Estimates. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 36(8/W48): 71–77. [http://www.isprs.org/proceedings/XXXVI/8-W48/71\\_XXXVI-8-W48.pdf](http://www.isprs.org/proceedings/XXXVI/8-W48/71_XXXVI-8-W48.pdf)
- Gommes, R. & See, L.** 1993. *FAOMET agrometeorological crop forecasting tools*. Agrometeorology Series Working Paper, No. 8. Rome, FAO. 59 pp. (Também disponível em <http://www.hoefslot.com/agrometshell.htm>).
- Gommes, R. & Petrassi, F.** 1994. *1960 Rainfall variability and drought in Sub-Saharan Africa*. Agrometeorological Series Working Paper, No 9. Rome, FAO. 100 pp. (Também disponível em [http://www.fao.org/nr/climpag/pub/eian0004\\_en.asp](http://www.fao.org/nr/climpag/pub/eian0004_en.asp)).
- Gommes, R.** 1998. *Agro-meteorological crop yield forecasting methods*. Proceedings of the International Conference on Agricultural Statistics, 18–20 March 1998, Washington, DC. (T. Holland and M.P.R. Van den Broecke, eds). Voorburg, International Statistical Institute. (Também disponível em <http://www.fao.org/fileadmin/templates/ess/documents/iica1/page-133.pdf>).

- Gommes, R., Snijders, F.L., & Rijks, J.Q.** 1998. The FAO crop forecasting philosophy in national food security warning systems. In D. Rijks, J.M. Terres & P. Vossen, eds. *Agrometeorological applications for regional crop monitoring and production assessment*. Luxembourg, Office for Official Publications of the European Communities. (Também disponível em <http://bookshop.europa.eu/en/agrometeorological-applications-for-regional-crop-monitoring-and-production-assessment-pbCLNA17735>).
- Gommes, R.** 2001. *An introduction to the art of agrometeorological crop yield forecasting using multiple regression*. Crop monitoring and forecasting Group. Crop Yield Forecasting and Agrometeorology Sub-project. UTF/BGD/029. ASIRP/DAE. Dhaka, Bangladesh. (Também disponível em [http://www.fao.org/NR/climpag/pub/Crop percent20Yield percent20Forecasting percent202001 percent20Gommes.pdf](http://www.fao.org/NR/climpag/pub/Crop%20Yield%20Forecasting%202001%20Gommes.pdf)).
- Gommes, R.** 2003. *The FAO crop monitoring and forecasting approach*. Proceedings of the International Workshop on Crop and Rangeland Monitoring in Eastern Africa for Early Warning and Food Security, 28–30 January 2003, Nairobi, Kenya.
- Gommes, R., El Hairech, T., Rosillon, D., Balaghi, R., & Kanamaru, H.** 2009. *Impact of climate change on agricultural yields in Morocco*. World Bank - Morocco study on the impact of climate change on the agricultural sector. Rome, FAO. (Também disponível em [ftp://extftp.fao.org/SD/Reserved/Agromet/WB\\_FAO\\_morocco\\_CC\\_yield\\_impact/report WB\\_Morocco\\_20091013.pdf](ftp://extftp.fao.org/SD/Reserved/Agromet/WB_FAO_morocco_CC_yield_impact/report%20WB_Morocco_20091013.pdf)).
- Gommes, R., Das, H., Mariani, L., Challinor, A., Tychon, B., Balaghi, R. & Dawod, M.A.A.** 2010. *Agrometeorological forecasting*. Chapter 6 of WMO Guide to Agrometeorological Practices (GAMP) No. 134. Geneva, Switzerland, WMO. (Também disponível em [http://www.wmo.int/pages/prog/wcp/agm/gamp/gamp\\_en.php](http://www.wmo.int/pages/prog/wcp/agm/gamp/gamp_en.php)).
- Gommes, R., Acunzo, M., Baas, S., Bernardi, M., Jost, S., Mukhala, E. & Ramasamy, S.** 2010. Communication approaches in applied agrometeorology. In K. Stigters ed. *Applied agrometeorology*. New York, USA, Springer
- Glanville, S.F., Freebairn, D.M. & Howoften.** 1997. *A software tool to examine the probabilities of rainfall events*. (Também disponível em [https://climateapp.net.au/About/About\\_A01\\_HowOften](https://climateapp.net.au/About/About_A01_HowOften)).
- Greatrex, H.** 2012. *The application of seasonal rainfall forecasts and satellite rainfall estimates to seasonal crop yields forecasting for Africa*. Department of Meteorology, University of Reading. (PhD dissertation). (Também disponível em <http://www.helengreatrex.com/phd>).
- Guthiga, P. & Newsham, A.** 2011. Meteorologists meeting rainmakers: Indigenous knowledge and climate policy processes in Kenya. *IDS Bulletin*, 42(3): 104–109. (Também disponível em [https://opendocs.ids.ac.uk/opendocs/bitstream/handle/123456789/7595/IDSB\\_42\\_3\\_10.1111-j.1759-5436.2011.00228.x.pdf?sequence=1](https://opendocs.ids.ac.uk/opendocs/bitstream/handle/123456789/7595/IDSB_42_3_10.1111-j.1759-5436.2011.00228.x.pdf?sequence=1)).
- Hammer, G.L. & McCown, R. L.** 1995. *Assessing the economic value to dry land crop production of seasonal rainfall forecasts. Final report for the Rural Industries Research and Development Corporation*. Project No. CSC 50A. (350).
- Hammer, G.L., Hansen, J.W., Phillips, J.G., Mjelde, J.W., Hill, H., Love, A. & Potgieter, A.** 2001. Advances in application of climate prediction in agriculture. *Agricultural Systems* 70: 515–553. (Também disponível em [https://iri.columbia.edu/~jhansen/\\_YieldForecasting/QldWheat/Hammer%20et%20al%202001%20Ag%20Sys%2070.pdf](https://iri.columbia.edu/~jhansen/_YieldForecasting/QldWheat/Hammer%20et%20al%202001%20Ag%20Sys%2070.pdf)).
- Hansen, J.W.** 2005. Integrating seasonal climate prediction and agricultural models for insights into agricultural practice. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 360: 2037–2047. doi: 10.1098/rstb.2005.1747. (Também disponível em <https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rstb.2005.1747>).
- Hansen, J.W., Challinor, A., Ines, A., Wheeler, T. & Moron V.** 2006. Translating climate forecasts into agricultural terms: Advances and challenges. *Climate Research*, 33:27–41.
- Hansen, J.W., Mason, S.J., Sun, L. & Tall, A.** 2011. Review of seasonal climate forecasting for agriculture in Sub-Saharan Africa. *Experimental Agriculture*, 47(2): 205–240.
- Mohamad Nooh Hassan, M.N. & Stern, R.D.** 1988. A simple method for analysing daily rainfall data. A case study for Kota Bharu. *Pertanika*, 11(1): 101–106.

- Hellmuth, M.E., Moorhead, A., Thomson, M.C. & Williams, J. (eds).** 2007. *Climate risk management in Africa: Learning from practice*. New York, USA, International Research Institute for Climate and Society (IRI), Columbia University. (Também disponível em [https://iri.columbia.edu/wp-content/uploads/2013/07/Climate-and-Society-No1\\_en.pdf](https://iri.columbia.edu/wp-content/uploads/2013/07/Climate-and-Society-No1_en.pdf)).
- Hensley, M., Botha, J.J., Anderson, J.J., van Staden, P.P. & du Toit, A.** 2000. *Optimizing rainfall use efficiency for developing farmers with limited access to irrigation water*. Water Research Commission Report 878/01/00. Pretoria, South Africa, Agricultural Research Council – Soil, Climate and Water.
- Hijmans, R.J., Cameron, S., Parra, J.L., Jones, P.G. & Jarvis, A.** 2005. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*, 25(15): 1965–1978. (Também disponível em <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/joc.1276/pdf>).
- ICARDA.** 2012. *A review of available knowledge on land degradation in Morocco*. OASIS-Country Report 2. Combating Dryland Degradation.
- Iizumi, T., Sakuma, H., Yokozawa, M., Luo, J.J., Challinor, A.J., Brown, M.E., Sakurai, G. & Yamagata, T.** 2013. Prediction of seasonal climate-induced variations in global food production. *Nature Climate Change*, 3: 904–908. (Também disponível em <http://eprints.whiterose.ac.uk/77975/13/challinor13.pdf>).
- IPCC.** 2013. Summary for policymakers. In T.F. Stocker, D. Qin, G.K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex & P.M. Midgley, eds. *Climate change 2013: The physical science basis*. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, UK, Cambridge University Press.
- Jiri, O., Mafongoya, P.L., Mubaya, C. & Mafongoya, O.** 2016. Seasonal climate prediction and adaptation using indigenous knowledge systems in agriculture systems in Southern Africa: A review. *Journal of Agricultural Science*, 8(5): 156–172. DOI:10.5539/jas.v8n5p156
- Kabat, P., Schulze, R.E., Hellmuth, M.E. & Veraart, J.A.** 2002. *Coping with impacts of climate variability and climate change in water management: A scoping paper*. DWC-Report No DWCSSO-01(2002). Wageningen, Netherlands, International Secretariat of the Dialogue on Water and Climate.
- Kijazi, A.L., Chang'a, L.B., Liwenga, E.T., Kanemba A. & Nindi, S.J.** 2013. The use of indigenous knowledge in weather and climate prediction in Mahenge and Ismani wards, Tanzania. *Journal of Geography and Regional Planning*, 6(7): 274–280. DOI:10.5897/JGRP2013.0386
- Kirtman, B., Power, S.B., Adedoyin, J.A., Boer, G.J., Bojariu, R., Camilloni, I., DoblasReyes, F.J. et al.** 2013. Near-term climate change: Projections and predictability. In: Stocker, T.F., Qin, D., Plattner, G.-K., Tignor, M., Allen, S.K., Boschung, J., Nauels, A., Xia, Y., Bex, V. and Midgley, P.M. (eds.). *Climate change 2013: The physical science basis*. Contribution of Working Group to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, Cambridge University Press. (Também disponível em [https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/wg1ar5\\_chapter11\\_final.pdf](https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/wg1ar5_chapter11_final.pdf)).
- Kogan, F.N.** 1995. Application of vegetation index and brightness temperature for drought detection. *Advances in Space Research*, 15(11): 91–100.
- Kowal, J.M. & Knabe, D.T.** 1972. *An agro climatological atlas of the northern states of Nigeria*. Zaria, Nigeria, Ahmadu Bello University Press.
- Le Houerou, H.N., Popov, G.F. & See, L.** 1993. *Agro-bioclimatic classification of Africa*. Agrometeorological Series Working Paper, No 6. Rome, FAO.
- Lowry, W.P.** 1972. *Compendium of lecture notes in climatology for training class IV meteorological personnel*. Geneva, Switzerland, Secretariat of the World Meteorological Organization.
- Mafongoya, P.L. & Ajayi, O.C.** 2017. *Indigenous knowledge systems and climate change management in Africa*. Wageningen, The Netherlands, CTA. (Também disponível em [https://publications.cta.int/media/publications/downloads/2009\\_PDF.pdf](https://publications.cta.int/media/publications/downloads/2009_PDF.pdf)).

- Mahoo, H., Mbungu, W., Yonah, I., Recha, J., Radeny, M., Kimeli, P., Kinyangi, J. et al.** 2015. *Integrating indigenous knowledge with scientific seasonal forecasts for climate risk management in Lushoto district in Tanzania*. CCAFS Working Paper No. 103. Copenhagen, Denmark, CGIAR.
- Makowski, D., Asseng, S., Ewert, F., Bassu, S., Durand, J.L., Li, T. & Martre, P. et al.** 2015. A statistical analysis of three ensembles of crop model responses to temperature and CO<sub>2</sub> concentration. *Agricultural and Forest Meteorology*, 214–215: 483–493. [online]. [Cited 10 October 2019]. doi:10.1016/j.agrformet.2015.09.013
- McCown, R.L., Wafula, B.M., Mohammed, L., Ryan, J.G. & Hargreaves, J.N.G.** 1991. Assessing the value of a seasonal rainfall predictor to agronomic decisions: The case of response farming in Kenya. *Climatic Risk in Crop Production*, 205. (Também disponível em [http://www.bob-mccown.com/wp-content/uploads/2011/10/64\\_McCownEtAl1991AssessValueSeasonalRainPredictor\\_Kenya1.pdf](http://www.bob-mccown.com/wp-content/uploads/2011/10/64_McCownEtAl1991AssessValueSeasonalRainPredictor_Kenya1.pdf)).
- Meinke, H. & Stone, R.C.** 2005. Seasonal and inter-annual climate forecasting: The new tool for increasing preparedness to climate variability and change in agricultural planning and operations. *Climatic Change*, 70: 221–253.
- Mubanga, K.H. & Umar, B.B.** 2014. Smallholder farmers' responses to rainfall variability and soil fertility problems by the use of indigenous knowledge in Chipepo, Southern Zambia. *Journal of Agricultural Science*, 6(6). [online]. [Cited 10 October 2019]. <http://www.ccsenet.org/journal/index.php/jas/article/view/34037/20684>.
- Mugi, E.W.** 2014. *Integrating indigenous and conventional knowledge-based climate forecast for farmers' enhanced adaptation to climate variability in Tharaka-Nithi and Kitui counties*. School of Environmental Studies, Kenyatta University. (Masters Thesis).
- Nakashima, D.J., Galloway McLean, K., Thulstrup, H.D., Ramos Castillo, A. & Rubis, J.T.** 2012. *Weathering uncertainty: Traditional knowledge for climate change assessment and adaptation* [online]. Paris, United Nations Educational Scientific, and Cultural Organization (UNESCO), & Japan, United Nations University. [online]. [Cited 10 October 2019]. <http://unesdoc.unesco.org/images/0021/002166/216613E.pdf>
- Nanja, D. & Walker, S.** 2009. *Handbook for community agro-meteorological participatory extension service (CAPES)*. [online]. [Cited 10 October 2019]. IRDC-CCAA. <http://www.agrometeorology.org/files-folder/repository/HandbookCAPES.pdf>
- Nanja, D.** 2010. *Dissemination of climate information to small-holder farmers: A case study for Mujika area, Zambia*. University of Free State, Bloemfontein, South Africa. (Masters thesis). (Também disponível em <http://scholar.ufs.ac.za:8080/xmlui/handle/11660/1151>).
- Neild, R.E. & Newman, J.E.** 1990. *Growing season characteristics and requirements in the Maize Belt*. National Maize Handbook. West Lafayette, Indiana, USA, Purdue University. (Também disponível em <http://www.agcom.purdue.edu/AgCom/Pubs/NCH/NCH-40.html>).
- Neild, R.E. & Richmond, N.H.** 1981. Agroclimatic normals for maize. *Agricultural Meteorology*, 24: 83–95. [https://doi.org/10.1016/0002-1571\(81\)90035-2](https://doi.org/10.1016/0002-1571(81)90035-2)
- Ng'Ang'a, T.W.** 2010. *Integrating farming and scientific knowledge in adaptation technologies to climate change: A technographic analysis of the Tradeoff Analysis Model for semi-subsistence agriculture in Kenya*. Wageningen University. Management of Agro-ecological Knowledge and Social Change (MAKS). (MSc thesis) (Também disponível em <https://edepot.wur.nl/166720>).
- Nyong, A., Adesina, F. & Osman-Elasha, B.** 2007. The value of indigenous knowledge in climate change mitigation and adaptation strategies in the African Sahel. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 12 :787–797. DOI 10.1007/s11027-007-9099-0. (Também disponível em [https://www.researchgate.net/profile/Anthony\\_Nyong/publication/46537001\\_The\\_Value\\_of\\_Indigenous\\_Knowledge\\_in\\_Climate\\_Change\\_Mitigation\\_and\\_Adaptation\\_Strategies\\_in\\_the\\_African\\_Sahel/links/55476f460cf26a7bf4d906e6.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Anthony_Nyong/publication/46537001_The_Value_of_Indigenous_Knowledge_in_Climate_Change_Mitigation_and_Adaptation_Strategies_in_the_African_Sahel/links/55476f460cf26a7bf4d906e6.pdf)).
- Oerke, E.C.** 2006. Crop losses to pests: Centenary Review. *Journal of Agricultural Science*, 144: 31–43. doi:10.1017/S0021859605005708. (Também disponível em <http://agri.ckcest.cn/ass/NK003-20151102002.pdf>).

- Oltheten, T.M.P.** 1999. *Participatory approaches to planning for community forestry. Results and lesson from case studies conducted in Asia, Africa and Latin America.* Forests, Trees and People Programme – Forestry Department Working Paper No 2. Rome, FAO. (Também disponível em <http://www.fao.org/3/x2103e/X2103E00.HTM#TopOfPage>).
- Ombati, M.** 2017. Rainmaking rituals: Song and dance for climate change in the making of livelihoods in Africa. *International Journal of Modern Anthropology*, 10: 74–96. (Também disponível em <https://www.ajol.info/index.php/ijma/article/viewFile/162394/151903>).
- Orlove, B., Roncoli, C., Kabugo, M. & Majugu, A.** 2010. Indigenous climate knowledge in southern Uganda: the multiple components of a dynamic regional system. *Climatic Change*, 100: 243–265. DOI 10.1007/s10584-009-9586-2. (Também disponível em <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s10584-009-9586-2.pdf>).
- Pfeiffer, H.** 2002. *Response farming.* Agro-meteorology Series Working Paper. Rome, FAO. (unpublished).
- Pontius, J., Russell, D. & Bartlett, A.** 2002. *Ten years of IPM training in Asia – From Farmer Field School to community IPM.* Bangkok, Thailand, FAO Regional Office for Asia and The Pacific. (unpublished).
- Raman, C.V.R.** 1974. *Analyses of commencement of monsoon rains over Maharashtra State for agricultural planning.* Scientific Report 216. Poona, India, India Meteorological Department.
- Raes D., Willems, P. & Gbaguidi, F.** 2006. *RAINBOW – A software package for analyzing data and testing the homogeneity of historical data sets.* Proceedings of the 4th International Workshop on Sustainable Management of Marginal Drylands, 27–31 January 2006. Islamabad, Pakistan. (Também disponível em [http://iupware.be.halotest.cc.kuleuven.be/wp-content/uploads/2016/03/rainbow\\_manual.pdf](http://iupware.be.halotest.cc.kuleuven.be/wp-content/uploads/2016/03/rainbow_manual.pdf)).
- Reynolds, C.A., Yitayew, M., Slack, D.C., Hutchinson, C.F., Huete, A. & Petersen, M.S.** 2000. Estimating crop yields and production by integrating the FAO Crop Specific Water Balance Model with real-time satellite data and ground-based ancillary data. *International Journal of Remote Sensing* 21(18): 3487–3508. <https://doi.org/10.1080/014311600750037516>.
- Roncoli, C., Jost, C., Kirshen, P., Sanon, M., Ingram, K.T., Woodin, M. & Somé, L. et al.** 2009. From accessing to assessing forecasts: An end-to-end study of participatory climate forecast dissemination in Burkina Faso (West Africa). *Climatic Change*, 92: (433). <https://doi.org/10.1007/s10584-008-9445-6>.
- Scopel, E., Triomphe, B., Goudet, M., Valadares, X.J.H., Sabourin, E., Corbeel, M. & Macena Da Silva, F.A.** 2005. *Potential role of CA in strengthening small-scale farming systems in the Brazilian Cerrados, and how to do it.* Proceedings of the Third World Congress on Conservation Agriculture, 3–7 October 2005, Nairobi, Kenya. (Também disponível em <https://agritrop.cirad.fr/530208>).
- Schulze, R.E.** 2002. *Modeling as a tool for Integrated Water Resources Management: Conceptual issues and case study applications.* RSA Report # 749/01/01. Pretoria, South Africa, Water Research Commission. (unpublished).
- Simpson, B.M. & Owens, M.** 2002. Farmer field schools and the future of agricultural extension in Africa. *Journal of International Agricultural and Extension Education*, 9(2): 29–36. (Também disponível em <https://www.semanticscholar.org/paper/Farmer-Field-Schools-and-the-Future-of-Agricultural-Simpson-Owens/d7c8864e260a9df04ecc4e2e14e5d21c46acee6a>).
- Singh, C., Daron, J., Bazaz, A., Ziervogel, G., Spear, D., Krishnaswamy, J., Zaroug, M. & Kituyi, E.** 2017. The utility of weather and climate information for adaptation decision-making: Current uses and future prospects in Africa and India. *Climate and Development*, 10(5): 389–405. <https://doi.org/10.1080/17565529.2017.1318744>.
- Sivakumar, M.V.K.** 1988. Predicting rainy season potential from the onset of rains in southern Sahelian and Sudanian climatic zones of West Africa. *Agricultural and Forest Meteorology*, 42(1988): 295–305. (Também disponível em <http://oar.icrisat.org/id/eprint/1436>).
- Steduto, P., Hsiao, T.C., Fereres, E. & Raes, D.** 2012. *Crop yield response to water.* Irrigation and Drainage Paper No. 66. Rome, FAO. (Também disponível em <http://www.fao.org/3/a-i2800e.pdf>).

- Stern, R.D., Dennett, M.D. & Garbutt, D.J.** 1981. The start of the rains in West Africa. *Journal of Climatology*, 1(1): 59–68. (Também disponível em <https://rmets.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/joc.3370010107>).
- Stern, R.D., Dennett, M.D. & Dale, I.C.** 1982. Analysing daily rainfall measurements to give agronomically useful results. I. Direct Methods. *Experimental Agriculture*, 18(3): 223–236. <https://doi.org/10.1017/S001447970001379X>.
- Stern, R.D. & Cooper, P.J.M.** 2011. Assessing climate risk and climate change using rainfall data – A case study from Zambia. *Assessing and Addressing Climate-induced Risk in Sub-Saharan Rainfed Agriculture* 47(2): 241–266. (Também disponível em <https://www.cambridge.org/core/journals/experimental-agriculture/article/assessing-climate-risk-and-climate-change-using-rainfall-data-a-case-study-from-zambia/3A1490E8A82D4AAE900DFA68C088451F>).
- Stewart, J.I.** 1988. *Response farming in rainfed agriculture*. Davis, California, WHARF Foundation. 103pp. (Também disponível em [http://pdf.usaid.gov/pdf\\_docs/PNAAZ896.pdf](http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PNAAZ896.pdf)).
- Stewart, J.I.** 1995. WHARF computer programs to determine rainfall probabilities for crop seasons and growth stages, define and quantify risk factors in rainfall behaviour, and design cropping systems and response farming decision packages for risk management. In *Co-ordination and Harmonization of Databases and Software for Agrometeorological Applications*. Agrometeorological Series Working Paper. No 13. Rome, FAO.
- Stigter, C.J.** 2007. From basic agrometeorological science to agrometeorological services and information for agricultural decision makers: A simple conceptual and diagnostic framework. *Agricultural and Forest Meteorology*, 142(2–4): 91–95.
- Stigter, C.J., Tan, Y., Das, H.P., Zheng, D., RiveroVega, V.R., Van Viet, N., Bakheit, N.I. & Abdullahi, Y.M.** 2007. Complying with farmers' conditions and needs using new weather and climate information approaches and technologies. In M.V.K. Sivakumar & R.P. Motha, eds. *Managing Weather and Climate Risks in Agriculture*, pp 171–190. Berlin, Springer.
- Stigter, C.J., Winarto, Y.T., Ofori, E., Zuma-Netshikhwi, G., Nanja, D. & Walker, S.** 2013. Extension agrometeorology as the answer to stakeholder realities: Response farming and the consequences of climate change. *Atmosphere* 4(3): 237–253. doi:10.3390/atmos4030237. (Também disponível em <http://www.mdpi.com/2073-4433/4/3/237/htm>).
- Stone, R.C., Hammer, G.L. & Marcussen, T.** 1996. Prediction of global rainfall probabilities using phases of the Southern Oscillation Index. *Nature*, 384(6606): 252–255.
- Stone, R.C. & Auliciems, A.** 1992. SOI phase relationships with rainfall in eastern Australia. *International Journal of Climatology*, 12(6): 625–636.
- Taffesse A.S., Dorosh P., & Asrat Gemessa, S.** 2011. *Crop production in Ethiopia: Regional patterns and trends*. Ethiopia Strategy Support Program II (ESSP II). ESSP II Working Paper No. 0016. Washington D.C., IFPRI. (Também disponível em <http://www.ifpri.org/sites/default/files/publications/esspwp16.pdf>).
- Thornton, P.K., Kruska, R.L., Henninger, N., Kristjanson, P.M., Reid, R.S., Atieno, F., Odero, A.N. & Ndegwa, T.** 2002. *Mapping poverty and livestock in the developing world*. A report commissioned by the UK Department for International Development (DFID) of the Government of the United Kingdom, on behalf of the Inter-Agency Group of Donors Supporting Research on Livestock Production and Health in the Developing World. Nairobi, Kenya, International Livestock Research Institute.
- Todorov, A.V.** 1981. *Agro-climatic zoning of agricultural crops*. 15<sup>th</sup> Conference Report of the Agrometeorological Division of the American Meteorological Society. Los Angeles. (unpublished).
- Tychon, B., Dehem, D., Eerens, H., Verheijen, Y., Veroustraete, F., Wouters, K., Oger, R. & Buffet, D.** 2000. *Prévision des productions végétales à l'échelle nationale basée sur un système intégré "Modèle agrométéorologique-télé-détection": Analyse de sensibilité et domaine de validité en tant qu'outil d'aide à la décision en politique agricole*. B-CGMS Project, Rapport final FUL-TAP-CRA. Arlon, Belgique. (unpublished).
- Tyson, P.D. & Preston-Whyte, R.A.** 2000. *The weather and climate of southern Africa*. 2nd Edition. Cape Town, South Africa, Oxford.

- Usman, M.T. & Reason, C.J.C.** 2004. Dry spell frequencies and their variability over southern Africa. *Climate Research* 26(3): 199–211.
- Virmani, S.M.** 1975. *The agricultural climate of the Hyderabad region in relation to crop planning (A sample analysis)*. Patancheru, India, International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics (ICRISAT). (available at <http://oar.icrisat.org/7788/1/RP%2002656.pdf>).
- van Ittersum, M.K., Cassman, K.G., Grassini, P., Wolf, J., Tittonell, P. & Hochman, Z.** 2013. *Yield gap analysis with local to global relevance – A review*. *Field Crops Research*, 143: 4–17.
- van Vuuren, D.P., Edmonds, J., Kainuma, M., Riahi, K., Thomson, K., Hibbard, K., Hurtt, G.C. et al.** 2011. The representative concentration pathways: An overview. *Climatic Change*, 109: 5. (Também disponível em <http://opensky.ucar.edu/islandora/object/articles:12076>).
- Viner, D.** 2012. *Spatial downscaling*. Climatic Research Unit, University of East Anglia, UK.
- Walker, S.** 2005. Role of education and training in agricultural meteorology to reduce vulnerability to climate variability. *Climatic Change*, 70: 311–318.
- Washington, R., Harrison, M. & Conway, D.** 2004. *African climate report. A report commissioned by the UK Government to review African climate science, policy and options for action*. London, DFID and University of Oxford. (Também disponível em <http://www.g7.utoronto.ca/environment/africa-climate.pdf>).
- Weiss, A., Van Crowder, L. & Bernardi, M.** 2000. Communicating agrometeorological information to farming communities. *Agricultural and Forest Meteorology*, 103(1-2): 185–196. (Também disponível em <http://www.fao.org/3/a-au036e.pdf>).
- Winarto, Y.T., Stigter, K., Anantasari, E. & Hidayah, S.N.** 2008. Climate field schools in Indonesia: Improving “Response Farming” to climate change. *Low External Input Sustainable Agriculture (LEISA) Magazine*, 24(4): 16–18. (Também disponível em <https://www.preventionweb.net/publications/view/7895>).
- WMO.** 2010. *Guide to Agricultural Meteorological Practices (GAMP)*. WMO No.134. Geneva, World Meteorological Organization. (Também disponível em [https://library.wmo.int/index.php?lvl=notice\\_display&id=12113#.X18skdZS\\_0Q](https://library.wmo.int/index.php?lvl=notice_display&id=12113#.X18skdZS_0Q)).
- WMO.** 2017. *Guide to meteorological instruments and methods of observation*. 2014 Edition, updated in 2017. WMO No. 8. Geneva, World Meteorological Organization. (Também disponível em [https://library.wmo.int/index.php?lvl=notice\\_display&id=12407#.X18uRtZS\\_0Q](https://library.wmo.int/index.php?lvl=notice_display&id=12407#.X18uRtZS_0Q)).
- WMO.** 2017a. *Guide to the global observing system*. WMO No. 488. Geneva, World Meteorological Organization. (Também disponível em [https://library.wmo.int/doc\\_num.php?explnum\\_id=4236](https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=4236)).
- Ziervogel, G., Cartwright, A., Tas, A., Adejuwon, J., Zermoglio, F., Shale, M. & Smith, B.** 2008. *Climate change and adaptation in African agriculture*. Stockholm, Sweden, Stockholm Environment Institute. (Também disponível em [http://www.environmentportal.in/files/5\\_22.pdf](http://www.environmentportal.in/files/5_22.pdf)).
- Zuma-Netshiukhwi, G.N.C.** 2013. *The use of operational weather and climate information in farmer decision making exemplified for the South Western Free State, South Africa*. University of the Free State, Bloemfontein, South Africa. (PhD dissertation). (Também disponível em <http://scholar.ufs.ac.za:8080/xmlui/handle/11660/6133>).
- Zuma-Netshiukhwi, G.N., Stigter, K. & Walker, S.** 2013. Use of traditional weather/climate knowledge by farmers in the South-Western Free State of South Africa: Agrometeorological learning by scientists. *Atmosphere* 4(4): 383–410. (Também disponível em <http://www.mdpi.com/2073-4433/4/4/383/htm>).



## ANEXOS

ESTA SECÇÃO FORNECE DADOS, MÉTODOS E FERRAMENTAS BÁSICAS NECESSÁRIAS PARA RECOLHER, PROCESSAR E ANALISAR DADOS AGROMETEOROLÓGICOS E CLIMÁTICOS.

- DADOS METEOROLÓGICOS E CLIMÁTICOS
- MÉTODOS
- FERRAMENTAS
- EQUIPAMENTOS



# DADOS METEOROLÓGICOS E CLIMÁTICOS

---

## DADOS

---

- » **NOAA - CPC Africa weather and climate**  
<http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/international/africa/africa.shtml>
- » **NOAA - NCDC Climate data**  
<https://www.ncdc.noaa.gov/cdo-web>
- » **FAO - Crop information:**  
<http://www.fao.org/land-water/databases-and-software/crop-information/en>
- » **FAO - Crop calendar:**  
<http://www.fao.org/agriculture/seed/cropcalendar/welcome.do>
- » **GCIAR - Historical raster data**  
<http://www.cgiar-csi.org/data/uea-cru-ts-v3-10-01-historic-climate-database>
- » **WorldClim – Raster climate data**  
<http://www.worldclim.org>
- » **USGS - FEWS-Net:**  
<https://earlywarning.usgs.gov/fews/search/Africa>
- » **USDA - Crop explorer:**  
<https://www.pecad.fas.usda.gov/cropexplorer>
- » **IFPRI – Harvest choice**  
<https://harvestchoice.org/products/data>
- » **IRI– ENACTS:**  
<http://iri.columbia.edu/resources/enacts>
- » **CCAFS:**  
<http://www.ccafs-climate.org/data>
- » **Agro-climate of Mozambique**  
<http://mz.agroclimate.org>

## DADOS HORÁRIOS

---

- » **Weather underground**  
<https://www.wunderground.com/history>
- » **SASSCAL WeatherNet**  
<http://www.sasscalweather.net>

## DADOS DIÁRIOS

---

- » **Tutiempo**  
<https://en.tutiempo.net/climate/africa.html>

## DADOS MENSAIS

---

- » **IRI - Maproom**  
<https://iridl.ldeo.columbia.edu/maproom/index.html>
- » **All Met Sat**  
<http://fr.allmetsat.com/climat/afrique.php>
- » **Weatherbase**  
<http://www.weatherbase.com/weather/country.php3?r=AFR&refer=&regionname=Africa>
- » **UN Data**  
<http://data.un.org/Explorer.aspx?d=CLINO>
- » **NOAA – Dados anteriores a 1960**  
[https://www.lib.noaa.gov/collections/imgdocmaps/data\\_rescue\\_home.html](https://www.lib.noaa.gov/collections/imgdocmaps/data_rescue_home.html)

## MÉTODOS

---

- » **FAO - Crop Monitoring Box User Guide**  
[http://www.hoefsloot.com/wiki/index.php?title=Main\\_Page](http://www.hoefsloot.com/wiki/index.php?title=Main_Page)
- » **FAO - AgroMetShell Manual**  
<http://www.fao.org/3/a-au031e.pdf>
- » **FAO - AgroMetShell Tutorial**  
<http://www.hoefsloot.com/Downloads/Tutorial%20on%20crop%20forecasting%20in%20Afghanistan.pdf>
- » **WMO - GAMP – Guide to Agricultural Meteorological Practices**  
[http://www.wmo.int/pages/prog/wcp/agm/gamp/documents/WMO\\_No134\\_en.pdf](http://www.wmo.int/pages/prog/wcp/agm/gamp/documents/WMO_No134_en.pdf)

# FERRAMENTAS

---

## FAO - AGROMETSHELL

---

### CAIXA DE FERRAMENTAS AGROMETEOROLÓGICAS

A “*AgroMetShell*” (AMS) é uma caixa de ferramentas integrada de *software* gratuito desenvolvida pela Divisão de Clima e Meio Ambiente (CBC<sup>51</sup>) da FAO para monitorização e previsão agrometeorológica de culturas para avaliar o impacto das condições meteorológicas nas culturas utilizando abordagens estatísticas e de modelagem de culturas. Trata-se de um conjunto de ferramentas para a análise integrada de dados terrestres e informações de satélite de baixa resolução que foram reunidas numa interface comum. A AMS é construída em torno de uma base de dados de culturas, bem como de dados meteorológicos e climáticos que são utilizados para calcular um balanço hídrico específico do solo e para obter algumas variáveis (indicadores) de valor agronómico/agrometeorológico acrescentado utilizadas para avaliar as condições das culturas. O *software* integra a análise de dados e as funções de imagem IDA<sup>52</sup>. O menu visual atual oferece fácil acesso a algumas das funções mais frequentemente utilizadas: todos os botões do menu visual têm equivalentes nos principais menus pendentes. O programa inclui uma base de dados que contém todos os dados relativos às culturas e às condições meteorológicas e climáticas necessários para analisar o impacto do tempo nas culturas. Os dados podem ser introduzidos na base de dados utilizando uma variedade de opções, tais como digitação com o teclado, leitura de imagens em formato WINDISP<sup>53</sup> ou importação de ficheiros ASCII.

As principais funções da AMS incluem:

- » Funções de base de dados (configuração, introdução, emissão e gestão de dados);
- » Introdução diária de balanço decendial hídrico do solo específico para culturas para monitorizar as culturas e realizar análises de risco;
- » Vários métodos de interpolação espacial de variáveis agroclimáticas e de outros indicadores, e seus resultados em formato de grelha;
- » Vários cálculos, tais como cálculo do consumo de água da cultura (evapotranspiração potencial), probabilidades de precipitação, características da estação de crescimento e análises estatísticas.

O núcleo do programa é o Balanço Hídrico do Solo Específico para Culturas da FAO (CSSWB). O CSSWB pode ser operado em modo de monitorização ou em modo de análise de risco. O modo de monitorização constitui uma análise para uma estação de crescimento que abrange muitas estações numa área específica, normalmente um país ou uma província num país. O modo de análise de risco realiza o mesmo tipo de análise para uma estação apenas, mas durante muitos anos.

---

<sup>51</sup> Divisão de Clima e Meio Ambiente da FAO: <http://www.fao.org/climate-change/en>

<sup>52</sup> IDA (“Image Display and Analysis”) é o formato das imagens georreferenciadas processadas pelo WINDISP (ver em baixo).

<sup>53</sup> WINDISP é um *software* de visualização de mapas e imagens desenvolvido pela FAO para processar imagens em *raster* e constitui um componente do “*AgroMetShell*”.

O CSSWB produz diversos resultados: variáveis de balanço hídrico tais como humidade do solo, evapotranspiração real na fase vegetativa, stress hídrico na floração, etc., que podem ser mapeados separadamente para monitorização da cultura. Para a previsão de culturas, as variáveis do balanço hídrico são normalmente calculadas para áreas administrativas e depois comparadas com os rendimentos das culturas através de regressões múltiplas a fim de criar uma Função de Rendimento, que por sua vez pode ser utilizada para estimar os rendimentos. Além do CSSWB, a "AgroMetShell" propõe muitas outras ferramentas úteis, por exemplo, o cálculo das probabilidades de precipitação, ferramentas de interpolação espacial e a determinação das características da estação de crescimento com base em parâmetros climatológicos.

**FIGURA 50** Principais Módulos do software "AgroMetShell" da FAO

<b>BASE DE DADOS</b> <ul style="list-style-type: none"><li>&gt; Por País, por Estação, por Lista</li><li>&gt; Meteorológico</li><li>&gt; Climatização</li><li>&gt; Agronómico</li><li>&gt; Solo</li><li>&gt; Importar</li><li>&gt; Exportar</li></ul>	<b>MODELO DE BALANÇO HÍDRICO ESPECÍFICO PARA CULTURAS</b> <ul style="list-style-type: none"><li>&gt; Milho</li><li>&gt; Milhete (<i>Pennisetum glaucum</i>)</li><li>&gt; Tef</li><li>&gt; Trigo</li><li>&gt; Sorgo</li><li>&gt; Capim Pé-de-Galinha (<i>Eleusine coracana</i>)</li><li>&gt; Arroz inundado</li><li>&gt; Arroz de terras altas</li><li>&gt; ETP</li><li>&gt; Qualquer cultura</li></ul>	<b>INTERPOLAÇÃO ESPACIAL</b> <ul style="list-style-type: none"><li>&gt; Distância inversa</li><li>&gt; SEDI (distância inversa)</li><li>&gt; SEDI (regressão)</li><li>&gt; Cokriging</li></ul>
<b>FERRAMENTAS AGROMET</b> <ul style="list-style-type: none"><li>&gt; Estimativa da radiação solar</li><li>&gt; Períodos decendiais num mês</li><li>&gt; Temperaturas diurnas e noturnas</li><li>&gt; ETO</li><li>&gt; LGP</li><li>&gt; Rendimento potencial</li><li>&gt; Análise de risco</li></ul>	<b>FERRAMENTAS ESTATÍSTICAS</b> <ul style="list-style-type: none"><li>&gt; Correlação</li><li>&gt; Regressão múltipla</li><li>&gt; PCA</li><li>&gt; Tendências</li><li>&gt; Distribuição gama</li></ul>	<b>ANÁLISE DE IMAGEM</b> <ul style="list-style-type: none"><li>&gt; Mostrar</li><li>&gt; Editar tabela de cores</li><li>&gt; Cálculo de imagem com fórmula</li><li>&gt; Eliminar valores de imagem</li><li>&gt; Redimensionar imagem</li><li>&gt; Variograma simples</li><li>&gt; Criar imagem a partir de outros dados</li></ul>

Disponível em:  
<http://www.hoefslout.com/agrometshell.htm>

## FAO – NEW\_LOCCLIM

### ESTIMADOR DO CLIMA LOCAL

“New\_LocClim” (“Local Climate Estimator”) é uma ferramenta de *software* grátis desenvolvida pela Divisão de Clima e Meio Ambiente (CBC<sup>54</sup>) da FAO em colaboração com o Serviço Nacional de Meteorologia da Alemanha para estimar as condições climáticas locais em qualquer localização no planeta para a qual não existam observações disponíveis. O utilizador pode escolher entre várias técnicas de interpolação populares (método do Vizinho Mais Próximo, IDWA, IDWA Modificado, método de “Cressmanns”, Funções de Distância, Polinômios, método de “Shepard”, “Kriging”, “Thin Plate Splines”). Além disso, podem ser tidos em conta a regressão de altitude e os gradientes horizontais locais ou regionais. A ferramenta “New\_LocClim” utiliza a base de dados climáticos da FAO com observações de quase 30 000 estações em todo o mundo, mas os utilizadores também têm a opção de processar os seus próprios dados.

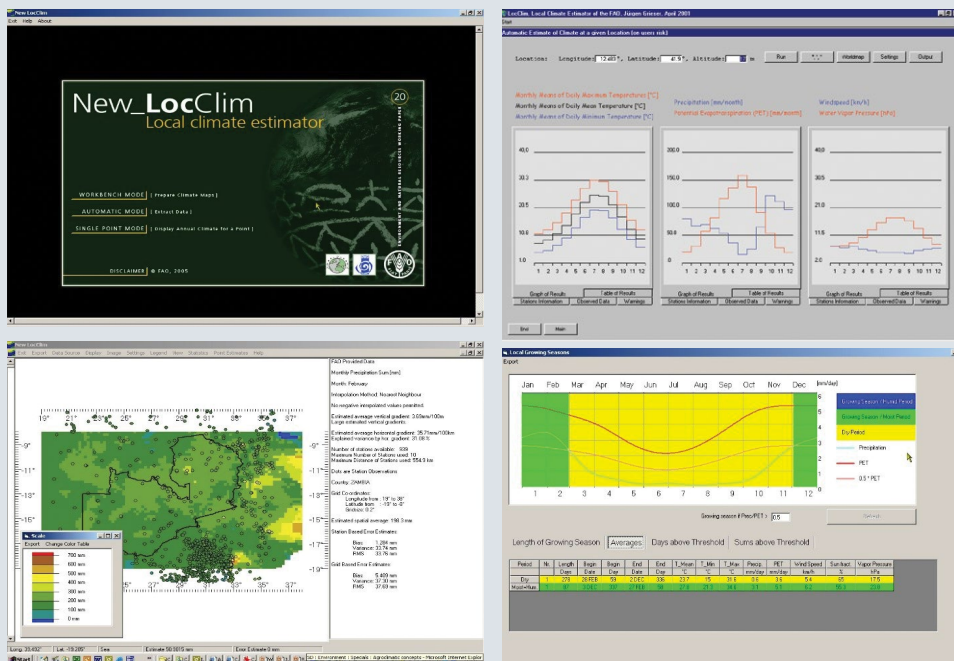
O programa pode ser executado em 3 modos:

1. No *Modo de Ponto Único*, o utilizador seleciona uma localização no planeta e o programa exhibe o ciclo anual médio de 8 variáveis climatológicas (médias mensais de temperatura diária mínima, máxima e média; precipitação; evapotranspiração potencial; velocidade do vento; pressão do vapor de água; e fração de luz solar ou horas de luz solar). Uma vez que o ciclo anual da média a longo prazo pode ser considerado suave, é utilizada uma interpolação de Fourier dos valores mensais para obter também as expectativas nas escalas de tempo diária e decenal. Além disso, podem ser calculadas várias características da estação de crescimento através do método de “Franquin”, ou seja, datas de início e fim, dias acima do limiar e graus-dias de aquecimento. O erro de interpolação é então estimado. Um mapa regional apresenta as características das estações que circundam o local selecionado e um Gráfico de Observação-Altitude que permite investigar a dependência das variáveis climáticas em relação à altitude. O utilizador recebe avisos em caso de extrapolação (horizontal ou em relação à altitude), de dados estranhos ou de falta de estações vizinhas em função das opções selecionadas. Todas as informações podem ser exportadas para mapas ou tabelas.
2. O *Modo “Workbench”* produz e exporta mapas regionais das variáveis mencionadas no ponto 1. Além disso, podem ser calculadas estatísticas espaciais e de altitude. Este modo permite a seleção de uma região por país ou por retângulo a partir de um mapa mundial. Além de utilizar os dados da base de dados integrada da FAO, o utilizador pode importar os seus próprios dados para serem interpolados e analisados espacialmente.
3. O *Modo Automático* produz tabelas das variáveis climatológicas desejadas e/ou das características da estação de crescimento numa variedade de formatos para grelhas autodefinidas arbitrárias e modelos de elevação digital autodefinidos.

<sup>54</sup> Divisão de Clima e Meio Ambiente da FAO: <http://www.fao.org/climate-change/en>

A ferramenta “New\_LocClim” também pode calcular a duração do “período de crescimento” ou “estação de crescimento” tal como definido pelo projeto Zonas Agroecológicas<sup>55</sup>(ver secção 3.5), que corresponde ao período (em dias) durante um ano em que a precipitação excede metade da evapotranspiração potencial. A duração do período de crescimento é útil para calcular o potencial agrícola e pode ser utilizada como critério de classificação de áreas para determinar aproximadamente a duração dos ciclos de cultivo e os calendários agrícolas.

FIGURA 51 Screenshots do software “New\_LocClim”



Disponível em:  
<http://www.juergen-grieser.de/downloads/ClimateInterpolation/ClimateInterpolation.htm>

<sup>55</sup> GAEZ (Global Agro-Ecological Zones): <http://www.fao.org/nr/gaez/en>

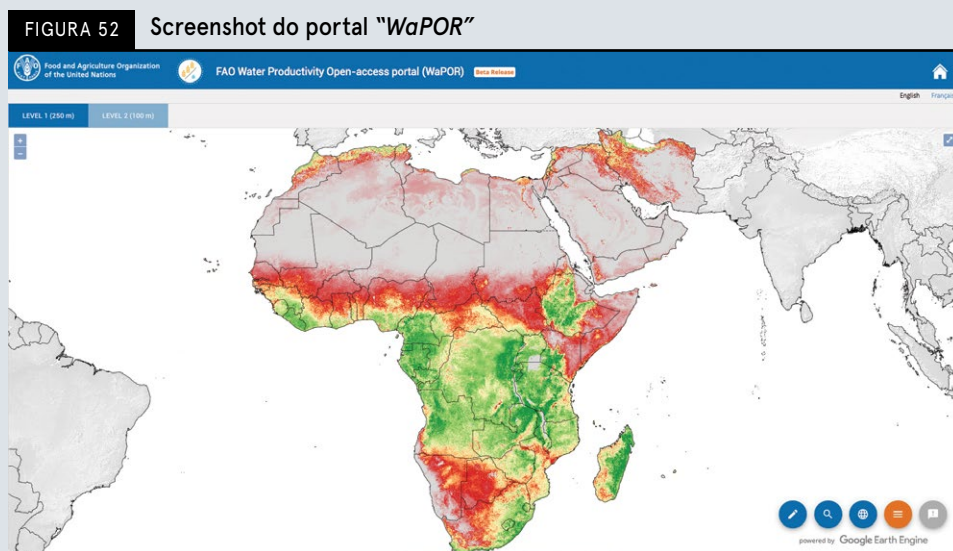
## FAO - WAPOR

### PORTAL DE ACESSO LIVRE SOBRE A PRODUTIVIDADE DA ÁGUA

A Divisão de Terra e Água (CBL<sup>56</sup>) da FAO desenvolveu um portal de monitorização da produtividade da água através do acesso livre a dados obtidos por detecção remota (WaPOR – “Water Productivity Open-Access Portal”) para monitorizar e documentar a produtividade da água na agricultura em África e no Próximo Oriente. Este portal fornece acesso livre à base de dados da produtividade da água e aos milhares de camadas de mapas subjacentes, permite consultas diretas de dados, análises de séries temporais e estatísticas de áreas, bem como o *download* de dados de variáveis fundamentais associadas às avaliações da produtividade da água e da terra.

A produtividade da água e da terra é avaliada com diferenciação em 3 níveis espaciais:

- » No nível I, a produtividade da água é monitorizada considerando a biomassa produzida por metro cúbico de água consumida e, em seguida, é feita uma distinção entre agricultura irrigada e agricultura de sequeiro. A produtividade da terra é monitorizada em termos de produção de biomassa por hectare. A produtividade da terra e da água é calculada com base em píxeis, que podem ser agregados a nível do país ou da bacia hidrográfica.



Acessível em:  
<https://wapor.apps.fao.org/home/1>

<sup>56</sup> Divisão de Terra e Água da FAO: <http://www.fao.org/land-water/en>

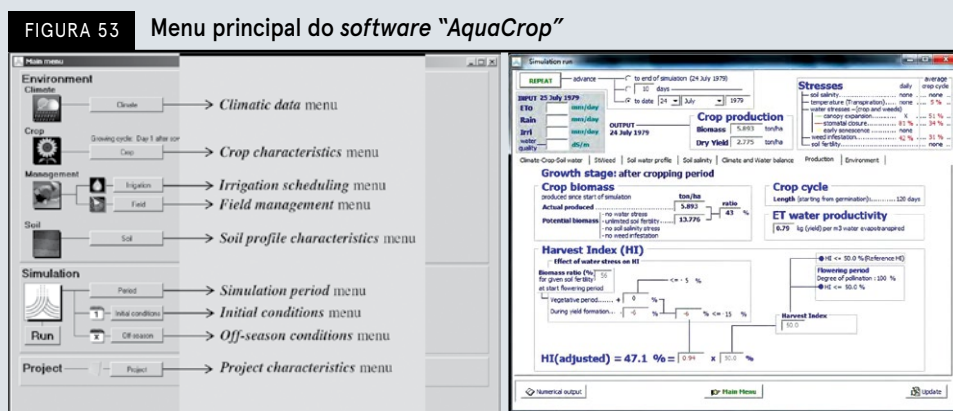


- » No nível II, a produtividade da terra e da água é monitorizada para um conjunto selecionado de países/bacias hidrográficas, distinguindo várias culturas principais na agricultura irrigada ou de sequeiro. A produtividade da terra é expressa em termos de rendimento (kg/ha) e a produtividade da água é calculada em função da produção por volume de água (kg/m<sup>3</sup>). A água utilizada para a produção agrícola é expressa em evapotranspiração real, onde é feita uma distinção entre a evapotranspiração proveniente da precipitação (água “verde”) e a evaporação incremental da irrigação (água “azul”).
- » No nível III, a produtividade da terra e da água é monitorizada para um conjunto selecionado de sistemas de irrigação para avaliar o funcionamento desses sistemas e propor melhorias. Neste nível a produtividade da terra e da água é calculada de forma semelhante ao nível II mas, além disso, é avaliada a produtividade económica da água para utilizações múltiplas da água em termos de rendimento económico por quantidade de água de irrigação utilizada. A produtividade da água desempenha um papel central na avaliação do desempenho da irrigação. A avaliação do desempenho dos sistemas de irrigação selecionados para este programa constituirá a base para a modernização da irrigação. Após a modernização de um sistema de irrigação os serviços de água prestados a todos os utilizadores de água deverão ser mais fiáveis, mais rentáveis, mais adaptados ao aumento da variabilidade do clima devido às alterações climáticas e mais respeitadores do ambiente.

## FAO - AQUACROP

### MODELO DE PRODUTIVIDADE ÁGUA-CULTURAS

“AquaCrop” é um modelo de crescimento de culturas desenvolvido pela Divisão de Terra e Água (CBL<sup>57</sup>) da FAO para abordar a segurança alimentar e para avaliar o efeito do ambiente e da gestão na produção agrícola. O modelo “AquaCrop” simula a resposta de rendimento de culturas herbáceas à água e é particularmente adequado para lidar com condições nas quais a água é um fator limitativo fundamental na produção agrícola. Na concepção do modelo procurou-se um equilíbrio ideal entre simplicidade, precisão e robustez. Para ser amplamente aplicável o modelo “AquaCrop” apenas utiliza um número relativamente pequeno de parâmetros explícitos e introdução de variáveis intuitivas, com métodos simples para a sua determinação. Por outro lado, os procedimentos de cálculo são baseados em processos biofísicos básicos e por vezes complexos, a fim de garantir uma simulação precisa da resposta da cultura no sistema planta-solo.



Disponível em:  
<http://www.fao.org/aquacrop/en>

<sup>57</sup> Divisão de Terra e Água da FAO: <http://www.fao.org/land-water/en>

## FAO - ETO CALCULATOR

### CÁLCULO DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA

“*Eto Calculator*” é um *software* desenvolvido pela Divisão de Terra e Água (CBL<sup>58</sup>) da FAO, cuja principal função é calcular a evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>) de acordo com os padrões da FAO. A ET<sub>o</sub> representa a taxa de evapotranspiração a partir de uma superfície de referência que não tenha falta de água. Um campo relvado amplo e uniforme é considerado como a superfície de referência numa escala mundial. A cultura de referência cobre completamente o solo, é mantida curta e bem regada, e cresce ativamente sob condições agronômicas ideais. O “*Eto Calculator*” avalia a ET<sub>o</sub> a partir de dados meteorológicos através da equação “*Penman-Monteith*” da FAO. Este método foi selecionado pela FAO como referência porque se aproxima da ET<sub>o</sub> da relva no local avaliado, é baseado fisicamente e incorpora explicitamente parâmetros fisiológicos e aerodinâmicos.

FIGURA 54 Menu principal do *software* “*Eto Calculator*”

The screenshot shows the main menu of the Eto Calculator software. The title bar reads "Data and Eto menu". Below the title bar, there are three input fields: "Station" with the value "Alger", "Country" with "Algeria", and "File" with "Alger.DTA". There are four tabs: "Input data description" (selected), "Meteorological data and Eto", "Plot data", and "Export results".

The "Input data description" tab contains several sections:

- Air temperature:** Includes radio buttons for "Celsius" (selected) and "Fahrenheit". There are checkboxes for "Mean temperature" and "Minimum and Maximum temperature", both with "[°C]" units.
- Air humidity:** Includes checkboxes for "Mean Relative Humidity" (with "%"), "Minimum and Maximum Relative Humidity" (with "%"), and "Mean dew point temperature" (with "°C"). There is a checked checkbox for "Mean actual vapour pressure" (with "mbar"). Below this is a "Psychrometric data" section with a checked checkbox for "Mean dry and wet bulb temperature" (with "°C") and radio buttons for "Ventilated", "Natural ventilated" (selected), and "Indoors". A "Coefficient psychrometer" field has the value "0.000800".
- IF missing air humidity:** A dropdown menu with "T<sub>dew</sub> = T<sub>min</sub> + subtract 2.0 [°C] (sem)arid" selected.
- Wind speed:** A checked checkbox for "Mean wind speed" (with "m/sec") and a "height of measurement" field with "2.0 [meter]". Below is a dropdown for "IF missing wind speed" with "U2 = 2.0 m/sec... light to moderate wind" selected.
- Sunshine and Radiation:** Includes checkboxes for "Hours of bright sunshine (n)" (with "hours"), "Relative sunshine hours (n/N)" (with "-"), "Solar radiation (Rs)" (with "MJ/m2.day"), and "Net radiation (Rn)" (with "MJ/m2.day"). Below is a field for "Coefficients Angstrom equation".
- IF missing radiation:** A dropdown menu with "Rs = 0.19 x SQRT(T<sub>max</sub> - T<sub>min</sub>) x Ra" selected.

At the bottom of the window, there are two buttons: "Cancel" and "Main menu".

Disponível em:  
<http://www.fao.org/land-water/databases-and-software/eto-calculator/en>

<sup>58</sup> Divisão de Terra e Água da FAO: <http://www.fao.org/land-water/en>

## FAO - GIEWS

### PORTAL DE OBSERVAÇÃO DA TERRA

O Sistema Mundial de Informação e Alerta sobre a Alimentação e a Agricultura (GIEWS<sup>59</sup>) da FAO monitoriza o estado das principais culturas alimentares em todo o mundo para avaliar as perspectivas de produção. Para apoiar a análise e complementar as informações de base terrestre, o GIEWS processa dados de detecção remota para obter indicadores sazonais que possam fornecer uma visão valiosa sobre a disponibilidade de água e a saúde da vegetação durante as estações de cultivo. São concebidos indicadores sazonais para permitir uma fácil identificação de áreas agrícolas com alta probabilidade de stress hídrico (seca). Esses índices são baseados em dados de detecção remota de temperatura da vegetação e da superfície terrestre, combinados com informações sobre ciclos agrícolas provenientes de dados históricos e uma caracterização global da cultura. Os mapas finais destacam anomalias de crescimento da vegetação e potenciais secas nas áreas agrícolas durante a estação de crescimento.

Além das estimativas de precipitação e do Índice Normalizado de Diferencial da Vegetação (NDVI), o sistema GIEWS e a Divisão de Clima e Meio Ambiente (CBC<sup>60</sup>) da FAO desenvolveram o Indicador de Stress Agrícola (ASI), que é um indicador rápido para a identificação precoce de áreas agrícolas provavelmente afetadas por períodos secos ou secas em casos extremos. Os dados de satélite utilizados no cálculo do Indicador de Saúde Vegetal (VHI) e do ASI são os dados decenais de vegetação do sensor METOP-AVHRR com resolução de 1 km (a partir de 2007). Os dados com resolução de 1 km para o período 1984-2006 foram obtidos do conjunto de dados NOAA-AVHRR com resolução de 16 km. A caracterização da cultura é uma versão modificada de um conjunto de dados EC-JRC<sup>61</sup> que compila várias fontes diferentes de dados de cobertura da terra, incluindo “GlobCover V2.2”, “Corine-2000”, “AfriCover”, “SADC Data Set” e “USGS Cropland Use Intensity Data Set”.

O Indicador de Stress Agrícola (ASI) é um índice baseado na integração do Indicador de Saúde Vegetal (VHI) em duas dimensões que são fundamentais para a avaliação de um evento de seca na agricultura: tempo e espaço. O primeiro passo no cálculo do ASI é o estabelecimento de uma média temporal do VHI que avalia a intensidade e a duração dos períodos secos que ocorrem durante o ciclo da cultura a nível do píxel. O segundo passo determina a extensão espacial dos eventos de seca através do cálculo da percentagem de píxeis em áreas aráveis com um valor de VHI inferior a 35 por cento (este valor foi identificado por Kogan em 1995 numa pesquisa anterior como um limiar crítico na avaliação da extensão da seca). Por fim, os analistas classificam cada área administrativa de acordo com a percentagem das áreas afetadas para facilitar uma rápida interpretação dos resultados.

O Indicador de Saúde Vegetal (VHI) é um índice composto e constitui o indicador elementar utilizado para calcular o ASI, combinando o Índice de Condição da Vegetação (VCI) e o Índice de Condição de Temperatura (TCI). O TCI é calculado usando uma equação semelhante à do VCI mas

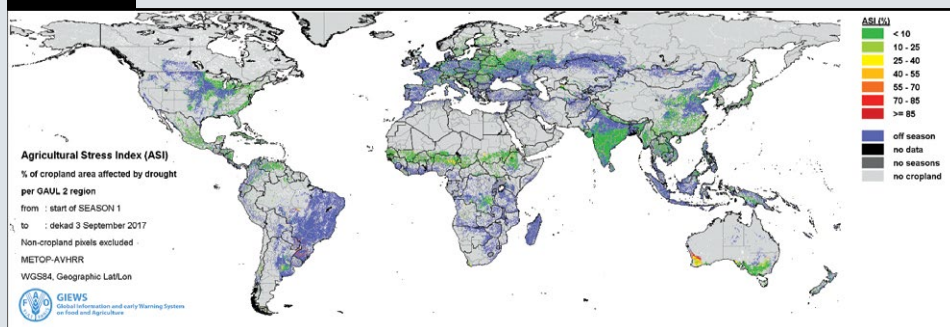
<sup>59</sup> FAO GIEWS: <http://www.fao.org/giews/en>

<sup>60</sup> Divisão de Clima e Meio Ambiente da FAO: <http://www.fao.org/climate-change/en>

<sup>61</sup> Centro Comum de Investigação da Comissão Europeia (JCR): <https://ec.europa.eu/jrc/en/mars>

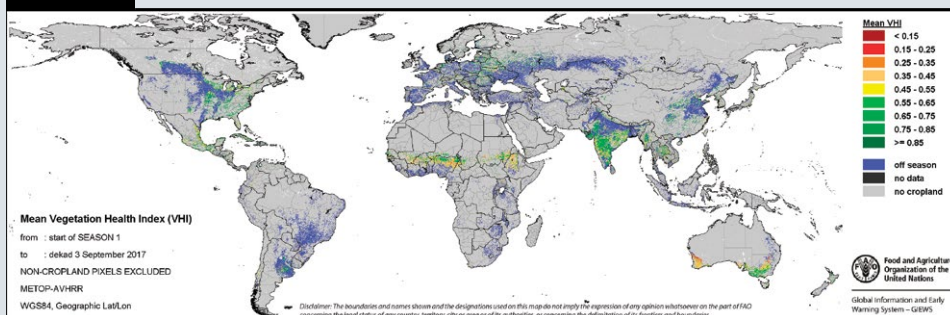
relaciona a temperatura atual com o máximo de longo prazo, pois supõe-se que temperaturas mais altas tendem a causar deterioração das condições da vegetação. Uma diminuição no VHI após, por exemplo, um declínio no VCI (vegetação verde relativamente pobre) e um aumento no TCI (temperaturas mais quentes) significaria um stress das condições de vegetação, que durante um período mais longo seria indicativo de seca. Os componentes do VHI (VCI e TCI) têm o mesmo peso no cálculo do índice. São disponibilizadas imagens de VHI para as duas estações principais e em três modalidades: decenal, mensal e anual.

**FIGURA 55** ASI, percentagem da área agrícola afetada pela seca (Setembro de 2017)



Fonte: [http://www.fao.org/giews/earthobservation/asis/index\\_1.jsp?lang=en](http://www.fao.org/giews/earthobservation/asis/index_1.jsp?lang=en)

**FIGURA 56** Indicador de Saúde Vegetal (Setembro de 2017)



Fonte: [http://www.fao.org/giews/earthobservation/asis/index\\_2.jsp?lang=en](http://www.fao.org/giews/earthobservation/asis/index_2.jsp?lang=en)

Acessível em:

<http://www.fao.org/giews/earthobservation/index.jsp?lang=en>

## FAO - GAEZ PORTAL

### ZONAS AGROECOLÓGICAS GLOBAIS

A metodologia das Zonas Agroecológicas (ZAE) tem sido continuamente desenvolvida ao longo dos últimos 30 anos para avaliar os recursos e potencial agrícola. É o resultado de uma intensa colaboração entre a Divisão de Terra e Água (CBL<sup>62</sup>) da FAO e o Instituto Internacional de Análise de Sistemas Aplicados (IIASA<sup>63</sup>).

Os rápidos avanços nas tecnologias da informação têm produzido bases de dados globais cada vez mais detalhadas e variadas que tornaram possível a primeira avaliação mundial das ZAE em 2000. Desde então têm sido realizadas periodicamente avaliações mundiais das ZAE e com cada atualização do sistema multiplicaram-se os temas abordados, o tamanho da base de dados e o número de resultados. Esta é a avaliação mais ambiciosa até agora e o objetivo é tornar acessível ao público toda a base de dados e todos os resultados desta avaliação. Isto equivale a muitos *terabytes* de dados que abrangem cinco áreas temáticas:

- » Recursos de terra e água, incluindo solo, terreno, cobertura vegetal, áreas protegidas e dados socioeconómicos e demográficos selecionados;
- » Recursos agroclimáticos, incluindo uma variedade de indicadores climáticos;
- » Adequação agrícola e rendimentos potenciais de até 280 tipos de culturas/tipos de uso da terra com níveis alternativos de insumos e de gestão para condições climáticas históricas, atuais e futuras;

**FIGURA 57 Portal GAEZ**

The screenshot shows the GAEZ portal interface. At the top, there is a header with the FAO logo and the text 'Food and Agriculture Organization of the United Nations - for a world without hunger'. Below this is the GAEZ logo and the text 'Global Agro-Ecological Zones'. A search bar is located in the top right corner. On the left side, there is a 'Theme' menu with options: Land Resources, Agro-climatic Resources, Suitability and Potential Yield, Actual Yield and Production, and Yield and Production Data. The main content area features a large GAEZ logo and a list of key features:

- Land and water resources, including soil resources, forest resources, land cover, protected areas and selected socio-economic and demographic data.
- Agro-climatic resources, including a variety of climate indicators.
- Suitability and potential yields for up to 280 crop/land utilization types under alternative input and management levels for historical, current and future climate conditions.
- Downloadable actual yields and production of the main crop commodities.
- Yield and production gaps, in terms of ratios and differences between actual yield and production and potentials for main crops.

The footer of the page includes links for 'User Agreement', 'Disclaimers', 'National Resource Department', 'Land Water Division', and 'Contact Us'. The version number 'ver. 3.0.4.3 Beta' is also visible.

Acessível em:  
<http://gaez.fao.org/Main.html#>

<sup>62</sup> Divisão de Terra e Água da FAO: <http://www.fao.org/land-water/en>

<sup>63</sup> IIASA: <http://www.iiasa.ac.at>

- » Rendimento e produção reais a escala reduzida dos principais produtos agrícolas;
- » Diferenças de rendimento e produção, em termos de relações e diferenças entre o rendimento e a produção reais e potenciais das principais culturas.

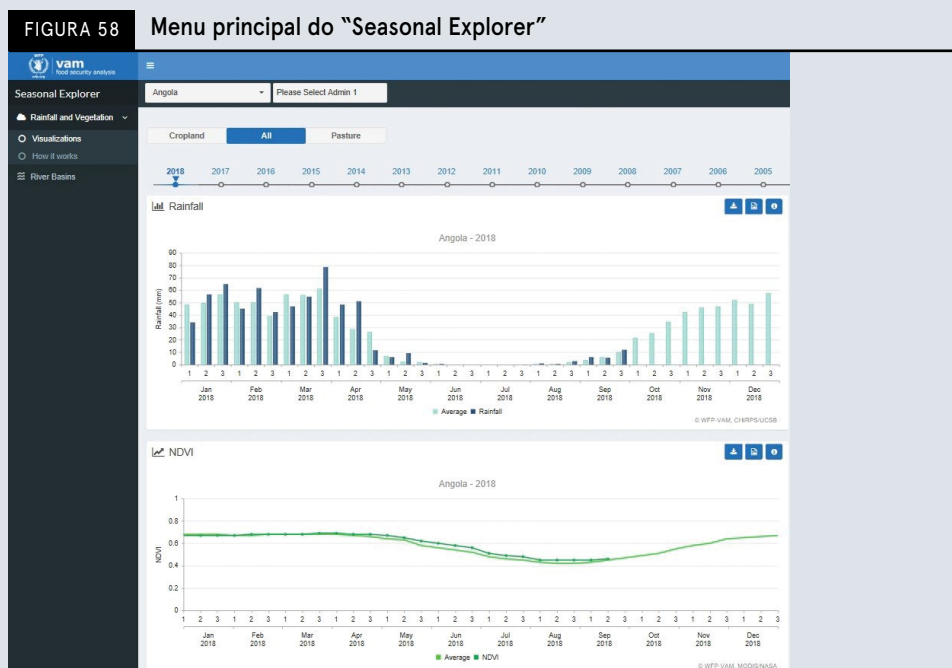
A base de dados GAEZ fornece a espinha dorsal agronómica para várias aplicações, incluindo a quantificação da produtividade da terra. Os resultados são normalmente agregados para os principais padrões atuais de uso da terra/cobertura vegetal e por unidades administrativas, estado de proteção da terra ou classes amplas que refletem a disponibilidade de infraestruturas e as condições de acesso ao mercado. Com esta grande quantidade de dados um novo sistema teve de ser criado para tornar os dados acessíveis a uma grande variedade de utilizadores. O resultado “*GAEZ Data Portal*”, que constitui uma ferramenta interativa de acesso a dados que não só fornece acesso gratuito a dados e informações e permite a sua visualização, mas também fornece ao utilizador os resultados de várias análises e opções de descarga.

## WFP-VAM – SEASONAL EXPLORER

O sistema “*Seasonal Explorer*” da Divisão de Análise e Mapeamento da Vulnerabilidade do Programa Alimentar Mundial (WFP-VAM<sup>64</sup>) é utilizado para monitorizar o desempenho das estações agrícolas. Este sistema permite aos utilizadores avaliar o desempenho das estações de precipitação atuais e passadas, o momento e a intensidade das condições mais secas ou húmidas do que a média e o seu impacto no estado da vegetação a nível subnacional na maioria dos países.

Os utilizadores podem descarregar conjuntos de dados de séries temporais para um conjunto quase global de divisões administrativas que remontam a 1981 para a precipitação e a 2002 para a vegetação. As principais fontes de dados são o conjunto de dados em grelha sobre precipitação CHIRPS<sup>65</sup> produzido pelo “*Climate Hazards Group*” da Universidade da Califórnia (Santa Bárbara) e os dados MODIS NDVI CMG disponibilizados pela NOAA-NASA.

A cobertura dos dados é limitada aos países entre 50N e 50S. Os países que se estendem para além desses limites geográficos são parcialmente incluídos até esses limites. Assim, um gráfico pluviométrico para a Federação Russa refere-se apenas à parte do país a sul de 50N. A nível subnacional, apenas são apresentados dados das divisões administrativas que estão totalmente contidas dentro desses limites.



Disponível em: [http://dataviz.vam.wfp.org/seasonal\\_explorer/rainfall\\_vegetation/visualizations](http://dataviz.vam.wfp.org/seasonal_explorer/rainfall_vegetation/visualizations)

<sup>64</sup> WFP-VAM: <http://vam.wfp.org>

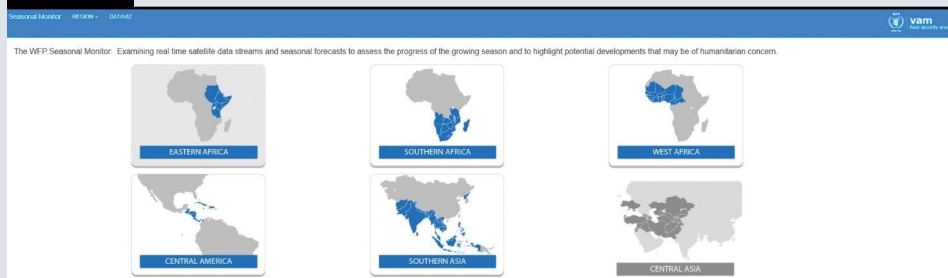
<sup>65</sup> CHIRPS – Climate Hazard Group: <http://chg.geog.ucsb.edu/data/chirps>



## WFP VAM - SEASONAL MONITOR

A ferramenta “*Seasonal Monitor*” da Divisão de Análise e Mapeamento da Vulnerabilidade do Programa Alimentar Mundial (WFP-VAM<sup>66</sup>) ajuda a examinar os fluxos de dados dos satélites em tempo real e as previsões sazonais para avaliar o progresso da estação de crescimento e destacar potenciais desenvolvimentos que possam ser de interesse humanitário.

FIGURA 59 Menu principal do “Seasonal Monitor”



Disponível em:  
[http://vam.wfp.org/sites/seasonal\\_monitor/index.html](http://vam.wfp.org/sites/seasonal_monitor/index.html)

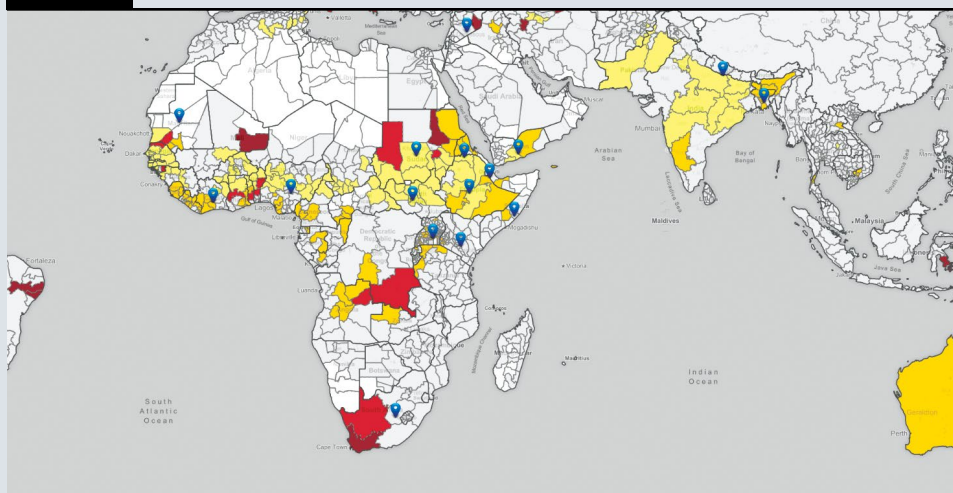
<sup>66</sup> WFP-VAM: <http://vam.wfp.org>

## JRC - ASAP PORTAL

### FOCOS DE ANOMALIAS DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA

O Portal ASAP é um sistema *online* de apoio às decisões para o alerta precoce sobre os focos de anomalia da produção agrícola (culturas e pastagens), desenvolvido pelo Centro Comum de Investigação da Comissão Europeia (JRC<sup>67</sup>) para a prevenção de crises de segurança alimentar e antecipação do planeamento da resposta. O sistema ASAP fornece informações de dois níveis: (i) identificação mensal dos países com registo de focos de anomalias da produção agrícola (“hotspots”) e descrições sumárias por peritos do CCI para analistas agrícolas e de segurança alimentar; e (ii) alertas automáticos de dez dias a nível provincial e indicadores de observação do tempo e da vegetação da Terra para o CCI e peritos técnicos externos. A identificação de “hotspots” centra-se em 80 países. Os alertas automáticos a nível provincial são publicados no Explorador de Alertas do ASAP de dez em dez dias, dois ou três dias após o final de cada período de dez dias (por exemplo, dia 2-3, 12-13, 22-23 de cada mês). A avaliação dos “hotspots” é publicada durante a última semana de cada mês com informações relativas aos 30 dias anteriores.

FIGURA 60 Mapa de anomalias ASAP



Acessível em:  
<https://mars.jrc.ec.europa.eu/asap>

<sup>67</sup> Centro Comum de Investigação da Comissão Europeia (JRC): (<https://ec.europa.eu/jrc/en/mars>)

## JRC - MARS EXPLORER

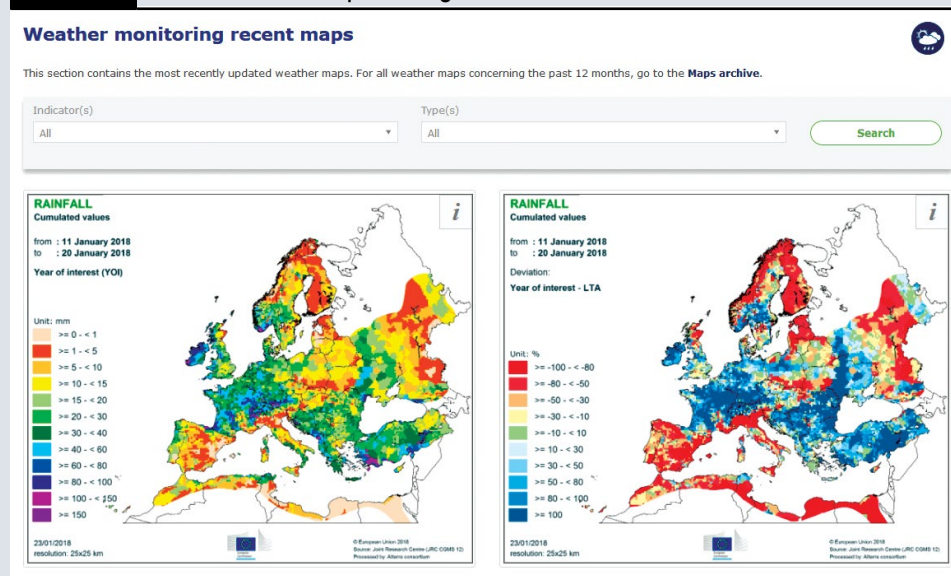
### MONITORIZAÇÃO DAS CULTURAS E DO TEMPO NA EUROPA

O "MARS Explorer" é um serviço *online* prestado pelo Centro Comum de Investigação da Comissão Europeia (JRC<sup>68</sup>) com vista a apresentação de informações recentes sobre as condições meteorológicas e a evolução do crescimento das culturas em toda a União Europeia. Os dados apresentados baseiam-se em dados de estações meteorológicas e em simulações de culturas, provenientes do Sistema de Previsão de Rendimento de Culturas "MARS". As imagens são previamente preparadas e podem ser facilmente descarregadas e reutilizadas, desde que o formato original seja mantido e a fonte reconhecida. Os gráficos e os mapas são atualizados três vezes por mês.

Análises completas das condições meteorológicas e da monitorização das culturas, bem como previsões de rendimento das culturas na União Europeia e nos países vizinhos, estão disponíveis nos Boletins "MARS do CCI sobre monitorização das culturas na Europa.

FIGURA 61

Mapas de precipitação da Europa apresentados no "MARS Explorer", medidos em mm e percentagem



Acessível em:  
<http://agri4cast.jrc.ec.europa.eu/mars-explorer>

<sup>68</sup> Centro Comum de Investigação da Comissão Europeia (JCR): (<https://ec.europa.eu/jrc/en/mars>)

# USDA - FOREIGN AGRICULTURAL SERVICE

## CALENDÁRIO AGRÍCOLA

O calendário agrícola (“*Crop Calendar*”) desenvolvido pelo Departamento de Agricultura dos EUA (USDA<sup>69</sup>) é uma ferramenta que fornece informações oportunas sobre as principais culturas cultivadas em todos os países do mundo. Contém informações sobre plantio, meia-estação e colheita das culturas locais.

FIGURA 62 Screenshots do “*Crop Calendar*”



<sup>69</sup> USDA: <https://www.usda.gov>

## USDA - FOREIGN AGRICULTURAL SERVICE

### EXPLORADOR DE CULTURAS

O *website* explorador de culturas (*"Crop Explorer"*) desenvolvido pelo Departamento de Agricultura dos EUA (USDA<sup>70</sup>) apresenta informações quase em tempo real sobre as condições globais das culturas com base em imagens de satélite e dados meteorológicos. Mapas temáticos das principais regiões agrícolas descrevem o vigor vegetativo, a precipitação, a temperatura e a humidade do solo. Gráficos de séries temporais fornecem dados sobre estações de crescimento para zonas agrometeorológicas específicas. Também estão disponíveis calendários agrícolas regionais e mapas de áreas agrícolas para regiões selecionadas.

Os mapas temáticos são visualizados a nível regional e podem ser selecionados para qualquer período decenal durante a estação de crescimento atual. As estações de crescimento anteriores podem ser selecionadas a partir da lista descendente para os dois últimos anos completos e estão disponíveis dados históricos mediante solicitação. Os mapas temáticos estão agrupados em três categorias: Tempo; Humidade do Solo; e Índice de Vegetação. Os gráficos de séries temporais fornecem o mesmo conjunto de tipos de dados mas para sub-regiões que constituem zonas agrometeorológicas específicas. As sub-regiões são organizadas por país e, em algumas regiões, classificadas por produção de bens.

FIGURA 63 Menu principal do "Crop Explorer" dividido por regiões

Acessível em:

<https://ipad.fas.usda.gov/cropeexplorer/Default.aspx>

<sup>70</sup> USDA: <https://www.usda.gov>

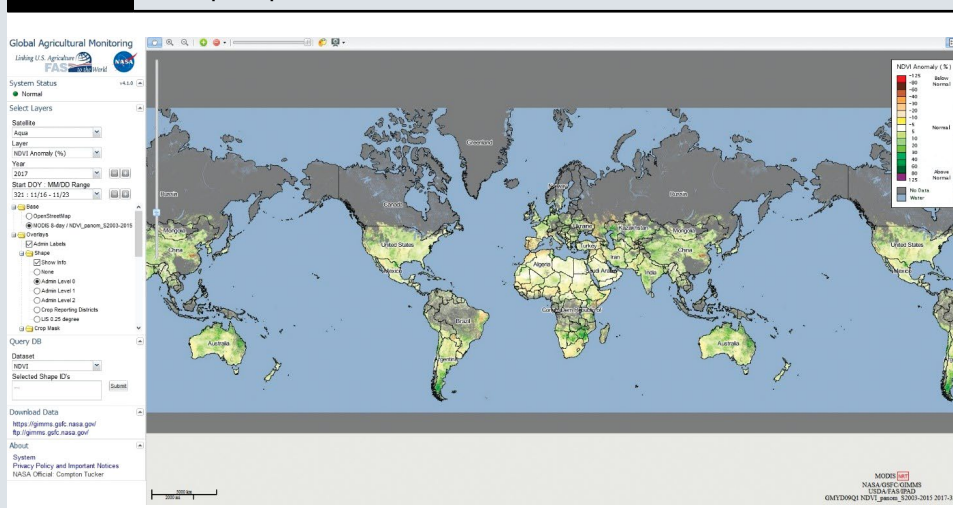
## USDA - FOREIGN AGRICULTURAL SERVICE

### MONITORIZAÇÃO AGRÍCOLA GLOBAL

O sistema de Monitorização Agrícola Global (“*Global Agricultural Monitoring*”) GIMMS MODIS GLAM foi desenvolvido em conjunto pelo USDA<sup>71</sup> e a NASA<sup>72</sup> para visualizar imagens MODIS NDVI e recuperar dados de séries temporais MODIS NDVI. O sistema fornece conjuntos de dados “*Terra*” e “*Aqua*” MODIS NDVI globais, de 8 dias, com qualidade científica e quase em tempo real.

O sistema GIMMS MODIS GLAM é desenvolvido e fornecido pelo grupo NASA/GSFC/GIMMS para o projeto “*USDA/FAS/IPAD Global Agricultural Monitoring*”. A missão do USDA/FAS/IPAD é fornecer uma avaliação objetiva, atempada e regular das perspectivas e condições da produção agrícola mundial que afectam a segurança alimentar mundial.

FIGURA 64 Menu principal do "GLAM"



Acessível em:  
<https://glam1.gsfc.nasa.gov>

<sup>71</sup> USDA: <https://www.usda.gov>

<sup>72</sup> NASA: <https://science.gsfc.nasa.gov/earth>

## HARVESTCHOICE

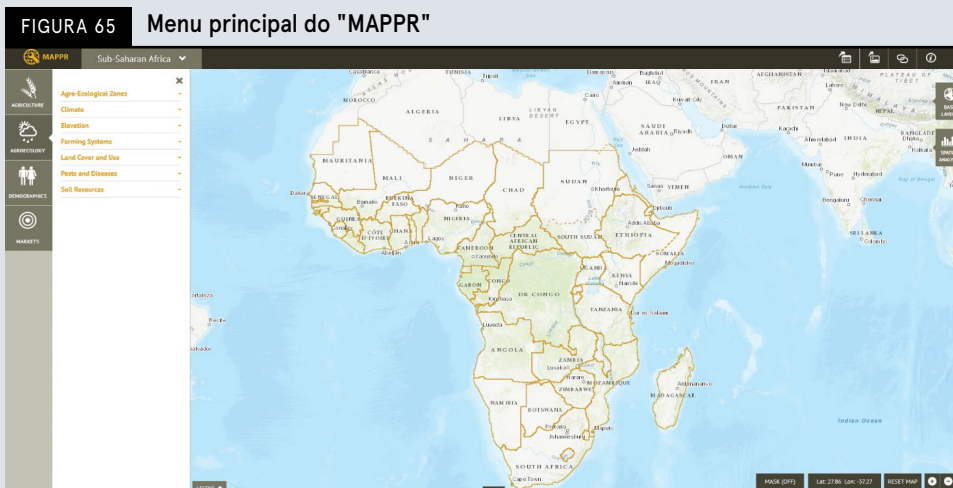
### MAPPR

"MAPPR" é uma ferramenta de visualização e análise espacial desenvolvida conjuntamente pelo IFPRI<sup>73</sup> e pela Universidade de Minnesota<sup>74</sup>, oferecendo fácil acesso a mais de quatrocentas camadas de indicadores relacionados com agricultura espacialmente explícitos para a África Subsaariana. Os menus do lado direito podem ser utilizados para explorar as coleções da "Harvest Choice" sobre dados biofísicos, de produção agrícola e pecuária, socioeconômicos, de mercados e de investimento em investigação e desenvolvimento agrícola. Cada camada consiste em cerca de 300 000 células de 10 km x 10 km que cobrem a totalidade da região da África Subsaariana.

As camadas de dados podem ser sobrepostas e exportadas em formato PNG para reutilização em relatórios e apresentações. Todas as camadas também estão disponíveis para descarga em formato *raster* ASCII bruto para utilização em SIG de desktop. Os mapas podem ser incorporados em *websites* externos usando um simples *snippet* HTML. Os mapas de base são intercambiáveis usando a caixa de ferramentas do lado direito.

A aplicação incorpora diversas ferramentas de consulta e análise espacial:

- » As estatísticas de pontos e polígonos produzem uma tabela de valores para os indicadores selecionados nos locais selecionados (ou agregados sobre uma área específica desenhada);
- » As estatísticas de domínios produzem uma tabela de síntese e gráficos de indicadores agregados nos domínios geográficos selecionados (por exemplo, zonas agroecológicas, sistemas agrícolas, etc.);
- » Uma análise de mercado produz estatísticas relativas às diversas camadas agregadas a zonas de mercado temporais de 2 horas, 4 horas, 6 horas e 8 horas para qualquer ponto selecionado no mapa.



Acessível em: <http://apps.harvestchoice.org/mappr>.  
Modificado para refletir as fronteiras adotadas pelas Nações Unidas.

<sup>73</sup> IFPRI: <http://www.ifpri.org>

<sup>74</sup> Universidade de Minnesota: <https://twin-cities.umn.edu>

## KU LEUVEN - RAINBOW

### ANÁLISE DE FREQUÊNCIA HIDROMETEOROLÓGICA

"RAINBOW" é um pacote de *software* para análise de frequência hidrometeorológica e teste da homogeneidade de conjuntos de dados históricos. Um problema comum em muitas áreas da engenharia de recursos hídricos prende-se com a análise de eventos hidrológicos e meteorológicos para planeamento e conceção de projetos. Para este propósito são necessárias informações sobre eventos pluviométricos, profundidades de fluxo, descargas, níveis de evapotranspiração, etc., que podem ser esperados para um período de probabilidade ou retorno selecionado. Com a ajuda do pacote de *software* "RAINBOW" as magnitudes de tais eventos podem ser estimadas através de uma análise de frequência de dados históricos.

*Análise de frequência:* Ao optar por uma análise de frequência abre-se um menu que contém várias pastas onde é possível selecionar uma distribuição de probabilidade, transformar os dados e visualizar ou salvar os resultados em disco. Além dos métodos gráficos (gráfico de probabilidade e histograma dos dados sobrepostos pela função de probabilidade selecionada) para avaliar a

FIGURA 66 Estrutura do programa "RAINBOW"



Disponível em:  
[http://iupware.be/?page\\_id=874](http://iupware.be/?page_id=874)



adequação do ajuste, o sistema "RAINBOW" também oferece testes estatísticos para investigar se os dados observam uma determinada distribuição (testes Qui-quadrado e "Kolmogorov-Smirnov"). Quando a adequação do ajuste não é aceitável, pode-se selecionar outra distribuição ou tentar normalizar os dados selecionando um operador matemático para transformar os dados. O sistema "RAINBOW" também permite analisar uma série temporal com eventos zero ou quase zero (os chamados valores nulos), separando temporariamente os valores nulos dos não-nulos. Ao calcular a probabilidade global, as precipitações nula e não-nula são combinadas novamente. Quando a distribuição de probabilidade é aceitável, o utilizador pode visualizar os eventos calculados que são esperados para as probabilidades ou períodos de retorno selecionados.

*Teste de homogeneidade:* A análise de frequência dos dados requer que os dados sejam homogêneos e independentes. A restrição de homogeneidade garante que as observações dizem respeito à mesma população. O sistema "RAINBOW" oferece um teste de homogeneidade que é baseado nos desvios cumulativos da média.

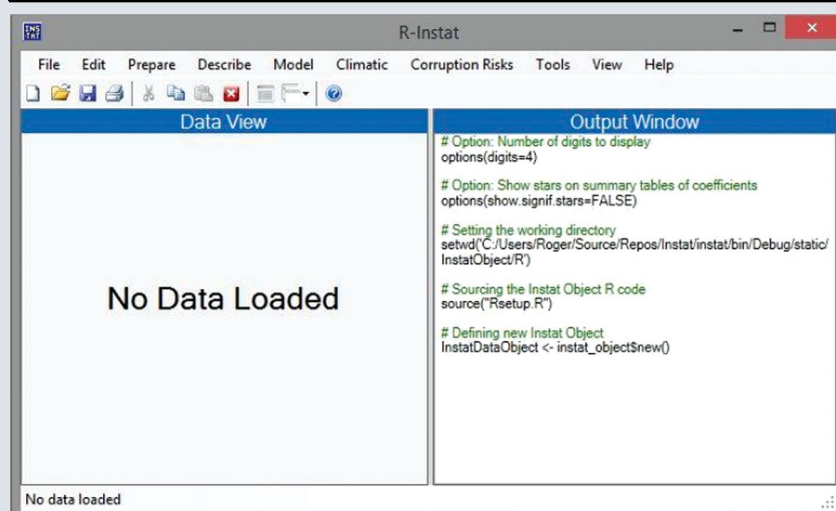
## R-INSTAT

### SOFTWARE ESTATÍSTICO

O “*R-Instat*” é um *software* estatístico gratuito e de livre acesso, fácil de utilizar mesmo por pessoas com conhecimentos de informática limitados. Encoraja a aprendizagem e as boas práticas estatísticas, abrindo as portas à formação para que esta privilegie os conceitos em detrimento da teoria. Este *software* foi concebido para apoiar a melhoria da literacia estatística em África, e não só, através do trabalho realizado principalmente em África. Idealmente, em ambientes ricos em recursos, os estudantes devem familiarizar-se com mais de um pacote de *software*, podendo por vezes o “*R-Instat*” ser um complemento útil. Em ambientes com poucos recursos, a combinação do “*R-Instat*” com o “*R-Studio*” foi concebida para satisfazer as necessidades dos estudantes.

O “*R-Instat*” fornece uma *interface* com a linguagem “R”, concebida para alargar o número de utilizadores do *software*, particularmente em África. O “R Project<sup>75</sup>” criou uma linguagem de programação de fonte aberta e um ambiente de *software* para computação estatística e gráficos com o apoio da “R Foundation for Statistical Computing”. A linguagem “R” é amplamente utilizada entre estatísticos e pesquisadores de dados para desenvolver *software* estatístico e análise de dados. A reputação da “R” tem crescido incrivelmente nos últimos anos. O *Instat* original era um pacote de estatísticas de fácil utilização produzido na Universidade de Reading (Reino Unido) e concebido para apoiar boas práticas estatísticas. Também tem um menu especial para a análise de dados climáticos históricos. As ideias subjacentes ao “*Instat*” motivaram a estrutura dos menus e diálogos do “*R-Instat*”, embora não permaneça nenhuma linha do código original.

FIGURA 67 Interface principal do “*R-Instat*”



Disponível em:  
<http://r-instat.org/index.html>

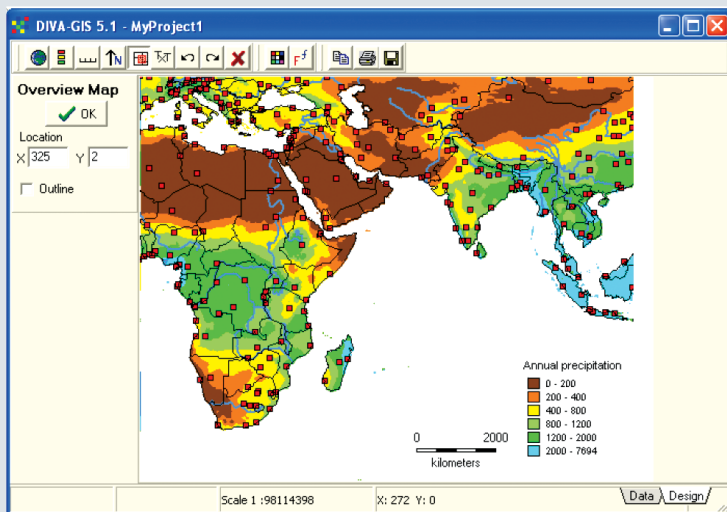
<sup>75</sup> R Project: <https://www.r-project.org/>

## DIVA-GIS

### PROGRAMA DE COMPUTADOR DE SIG

O "DIVA-GIS" é um programa de computador gratuito para mapeamento e análise de dados geográficos no contexto de um sistema de informação geográfica (SIG). O "DIVA-GIS" pode fazer mapas do mundo ou de uma área muito pequena usando, por exemplo, limites de Estados, rios, uma imagem de satélite e as localizações onde uma espécie animal foi observada. Estão disponíveis dados espaciais gratuitos<sup>76</sup> de todo o mundo para serem utilizados pelo "DIVA-GIS" ou por outros programas. O "DIVA-GIS" é particularmente útil para mapear e analisar dados de biodiversidade, como a distribuição de espécies ou outras "distribuições pontuais". O programa lê e escreve formatos de dados padrão, como o formato de arquivo ESRI, de modo que a interoperabilidade não é um problema. O "DIVA-GIS" funciona apenas no *Windows*. O programa pode ser utilizado para mapear e consultar dados climáticos e para analisar dados, por exemplo, criando mapas em grelha (*raster*) da distribuição da diversidade biológica, encontrando assim áreas com níveis elevados, baixos ou complementares de diversidade. As previsões de distribuição das espécies podem ser feitas com a utilização de modelos BIOCLIM ou DOMAIN.

FIGURA 68 Menu principal do programa "DIVA-GIS"



Disponível em:  
<http://www.diva-gis.org>

<sup>76</sup> Conjuntos de dados gratuitos: <http://www.diva-gis.org/Data>

## WORLDCLIM

### DADOS CLIMÁTICOS GLOBAIS

O "DIVA-GIS" está associado à versão 2 do "WorldClim", que é um *software* de livre acesso de dados climáticos para modelagem ecológica e SIG. O "WorldClim" fornece dados climáticos mensais médios de temperatura mínima, média e máxima e de precipitação para o período 1970-2000. Podem ser descarregadas várias variáveis para diferentes resoluções espaciais, de 30 segundos (~1 km<sup>2</sup>) a 10 minutos (~340 km<sup>2</sup>). Parâmetros disponíveis: temperatura máxima (°C), temperatura mínima (°C), temperatura média (°C), precipitação (mm), radiação solar (kJ m<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup>), velocidade do vento (m s<sup>-1</sup>) e pressão do vapor de água (kPa). Cada *download* é composto por um ficheiro "zip" contendo 12 ficheiros GeoTiff (.tif), um para cada mês do ano (ficheiro 1 para Janeiro; ficheiro 12 para Dezembro).

Além disso, também estão disponíveis 19 parâmetros bioclimáticos padrão para a versão 2 do "WorldClim", que são a média dos anos 1970-2000. Cada *download* é composto por um ficheiro "zip" contendo 19 ficheiros GeoTiff (.tif), um para cada mês das variáveis. As variáveis bioclimáticas são calculadas a partir dos valores mensais de temperatura e precipitação para gerar variáveis biologicamente mais significativas. Estas são frequentemente utilizadas em técnicas de modelagem de distribuição de espécies e outras técnicas de modelagem ecológica relacionadas. As variáveis bioclimáticas representam tendências anuais (por exemplo, temperatura média anual, precipitação anual), sazonalidade (por exemplo, variação anual de temperatura e precipitação) e fatores ambientais extremos ou limitativos (por exemplo, temperatura do mês mais frio e do mês quente, e precipitação dos trimestres húmido e seco). Um trimestre é um período de três meses (1/4 do ano). As variáveis são codificadas do seguinte modo:

- » BIO1 = Temperatura Média Anual
- » BIO2 = Intervalo Diurno Médio (Média mensal (temp. máx. - temp. mín.))
- » BIO3 = Isotermia (BIO2/BIO7) (\*100)
- » BIO4 = Sazonalidade da Temperatura (desvio padrão \*100)
- » BIO5 = Temperatura Máxima do Mês Mais Quente
- » BIO6 = Temperatura Mínima do Mês Mais Frio
- » BIO7 = Intervalo Anual de Temperatura (BIO5-BIO6)
- » BIO8 = Temperatura Média do Trimestre Mais Húmido
- » BIO9 = Temperatura Média do Trimestre Mais Seco
- » BIO10 = Temperatura Média do Trimestre Mais Quente
- » BIO11 = Temperatura Média do Trimestre Mais Frio
- » BIO12 = Precipitação Anual
- » BIO13 = Precipitação do Mês Mais Húmido
- » BIO14 = Precipitação do Mês Mais Seco
- » BIO15 = Sazonalidade da Precipitação (Coeficiente de Variação)
- » BIO16 = Precipitação do Trimestre Mais Húmido
- » BIO17 = Precipitação do Trimestre Mais Seco
- » BIO18 = Precipitação do Trimestre Mais Quente
- » BIO19 = Precipitação do Trimestre Mais Frio

## EQUIPAMENTOS

### ENSOAG LLC – APLICAÇÃO MÓVEL “SMART CAMPO”

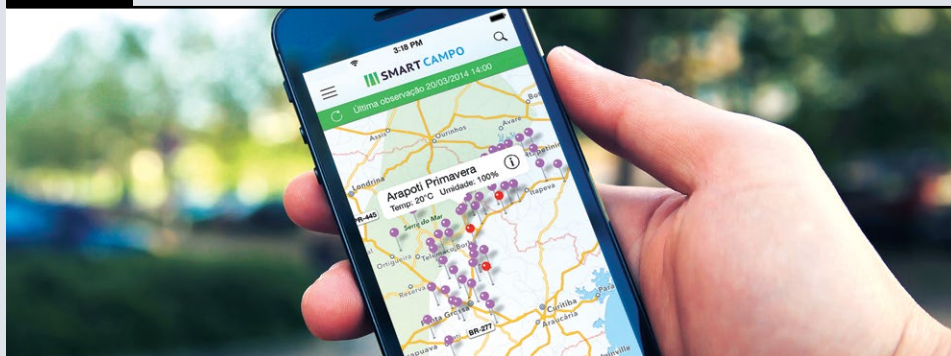
A aplicação móvel “*Smart Campo*”® é uma forma inovadora de ajudar os agricultores a tomar decisões com base nas informações meteorológicas e climáticas. Os agricultores podem verificar as condições meteorológicas atuais no Paraguai e no Paraná (Brasil) a partir das estações disponíveis para obterem atualizações sobre:

- » Precipitação;
- » Temperatura do ar e graus-dias de crescimento;
- » Temperatura cumulativa;
- » Horas de frio acumuladas;
- » Eventos meteorológicos extremos.

Eles também podem gerar relatórios personalizados de explorações e campos agrícolas com base na data de plantio, textura do solo e práticas de irrigação, incluindo informações sobre:

- » Precipitação média diária e total desde o plantio;
- » Valor médio do índice de referência para a seca na agricultura (ARID);
- » Evapotranspiração de referência total (ET<sub>o</sub>);
- » Temperaturas médias máximas e mínimas do ar;
- » Graus-dias acumulados (T<sub>base</sub>=10°C);
- » Eventos extremos: dias com temperatura máxima superior a 35°C, mínima inferior a 0°C e número de dias com precipitação extrema.

FIGURA 69 Menu principal do “*Smart Campo*”



Disponível em:  
<http://ensoag.com/smart-campo>

Os agricultores também podem optar por receber notificações diárias ou semanais com as condições meteorológicas observadas nos seus campos. O “Smart Campo”<sup>®</sup> está disponível para telefones iOS (iPhone) e Android e pode ser transferido da App Store e do Google Play.

**FIGURA 70** Previsões meteorológicas para estações selecionadas com o “Smart Campo”



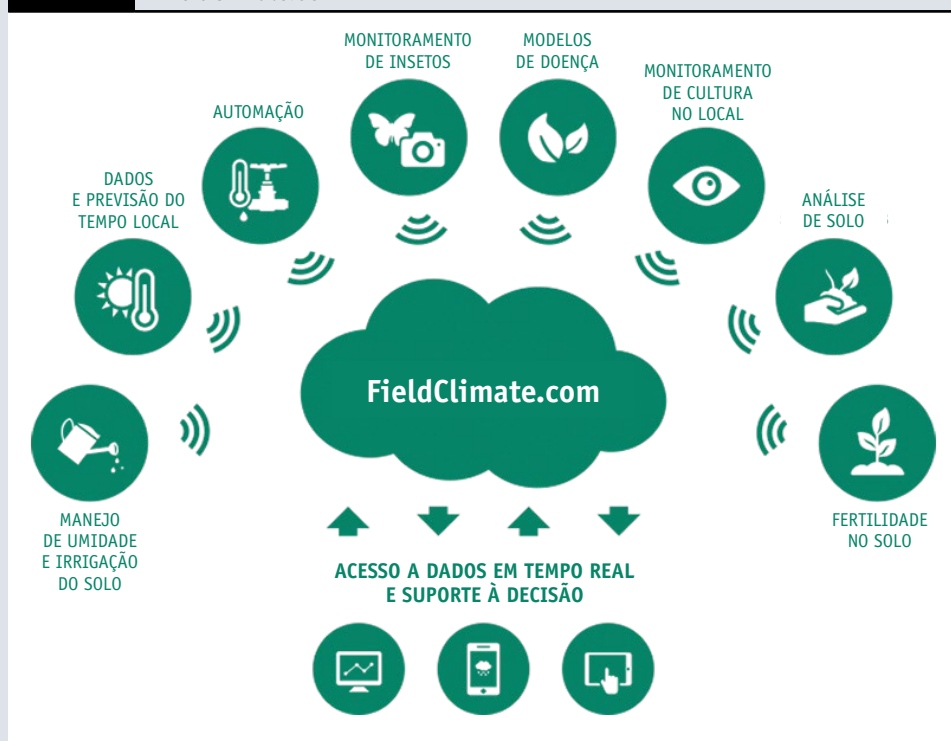
## PESSL INSTRUMENTS

### ESTAÇÕES METEOROLÓGICAS AUTOMÁTICAS

“Pessl Instruments<sup>77</sup>” produz e exporta mundialmente os sistemas de monitoramento agrometeorológico “iMetos”®, disponíveis em qualquer lugar com a plataforma web “FieldClimate.com” que inclui uma aplicação gratuita para *smartphone*. “FieldClimate.com” é a primeira plataforma web para recolher e apresentar dados agrometeorológicos de dezenas de milhares de estações meteorológicas instaladas em todo o mundo. Também se disponibiliza uma solução holística de apoio à gestão agrícola tal como estações meteorológicas com um modelo de doença para muitas culturas, dados medidos em combinação com serviços localizados de previsão meteorológica de alta precisão, dispositivos com sensores de humidade do solo e sistemas de apoio à decisão para gestão da irrigação, um controlador para automação da internet, soluções de análise de nutrientes do solo no local e armadilhas eletrónicas para monitorização de insetos.

FIGURA 71

Solução holística para as decisões agrícolas com apoio da plataforma “FieldClimate.com”



<sup>77</sup> PESSL: <http://metos.at/home/it>

**FIGURA 72** Estação Meteorológica Automática iMETOS 3.3





A fim de melhorar a adaptação às alterações climáticas e a resiliência dos agricultores, as práticas agrícolas sustentáveis devem respeitar os princípios da Agroecologia. A Agroecologia é uma abordagem holística para a agricultura, através da qual o conhecimento tradicional acumulado pelos camponeses ao longo dos últimos séculos é combinado com o conhecimento científico recente.

Entre os agricultores rurais, a informação climática é divulgada principalmente através dos funcionários da extensão agrária que prestam aconselhamento técnico. A fim de responder à necessidade de desenvolver programas educativos para os agricultores, a FAO desenvolveu inicialmente um programa designado Escola de Campo de Agricultores (ECA) na Indonésia, em 1989, com objetivo de fornecer apoio aos agricultores sobre a melhor forma de gerir os seus sistemas de produção de forma sustentável. A publicação deste manual foi apoiada técnica e financeiramente por dois projetos da FAO com o objetivo de melhorar o programa da ECA em Angola e Moçambique.

O Projeto GCP/ANG/050/LDF - IRCEA, "Integração da resiliência climática nos sistemas de produção agrícola e agro-pastoris através da gestão da fertilidade do solo em áreas-chave produtivas e vulneráveis utilizando a abordagem da Escola de Campo de Agricultores", visa reforçar a resiliência climática dos sistemas de produção agro-pastoris em áreas-chave vulneráveis através da integração da Adaptação às Alterações Climáticas (AAC) nas políticas, programas e práticas do sector agrícola e ambiental, e da capacitação e promoção da AAC através da fertilidade do solo e de práticas de gestão sustentável da terra utilizando a abordagem da ECA.

O Projeto GCP/MOZ/112/LDF, "Reforço da capacidade dos produtores agrícolas para lidar com as mudanças climáticas de modo a aumentar a segurança alimentar através da metodologia da Escola na Machamba do Camponês", visa aumentar a capacidade dos sectores agrícola e pastoril de Moçambique para lidar com as alterações climáticas, através do aumento da adoção de tecnologias e práticas de AAC pelos agricultores mediante uma rede de ECA já estabelecida, e pela integração das preocupações e estratégias de AAC nas iniciativas, políticas e programas de desenvolvimento agrícola em curso.

[www.fao.org/agroecology](http://www.fao.org/agroecology) | [agroecology@fao.org](mailto:agroecology@fao.org)

ISBN 978-92-5-133663-2



9 789251 336632

CA4059PT/1/02.21