

# SÉRIE **Água** **Brasil**

MONITOR DE SECAS DO NORDESTE, EM BUSCA DE  
UM NOVO PARADIGMA PARA A GESTÃO DE SECAS

Eduardo Sávio P.R. Martins  
Erwin De Nys  
Carmen Molejón  
Bruno Biazeto  
Robson Franklin Vieira Silva  
Nathan Engle

**A Série Água Brasil do Banco Mundial apresenta, até o momento, as seguintes publicações:**

1. “Estratégias de Gerenciamento de Recursos Hídricos no Brasil: Áreas de Cooperação com o Banco Mundial”  
Autor: Francisco Lobato da Costa
2. “Sistemas de Suporte à Decisão para a Outorga de Direitos de Uso da Água no Brasil”  
Autores: Alexandre M. Baltar, Luiz Gabriel Todt de Azevedo, Manuel Rêgo e Rubem La Laina Porto
3. “Recursos Hídricos e Saneamento na Região Metropolitana de São Paulo: um Desafio do Tamanho da Cidade”  
Autora: Mônica Porto
4. “Água, Redução de Pobreza e Desenvolvimento Sustentável”  
Autores: Abel Mejia, Luiz Gabriel Todt de Azevedo, Martin P. Gambrill, Alexandre M. Baltar e Thelma Triche
5. “Impactos e Externalidades Sociais da Irrigação no Semi-Árido Brasileiro”  
Autores: Alberto Valdes, Elmar Wagner, Ivo Marzall, José Simas, Juan Morelli, Lilian Pena Pereira e Luiz Gabriel Todt de Azevedo
6. “Modelos de Gerenciamento de Recursos Hídricos: Análises e Proposta de Aperfeiçoamento do Sistema do Ceará”  
Autor: Francisco José Coelho Teixeira
7. “Transferência de Água entre Bacias Hidrográficas”  
Autores: Luiz Gabriel Todt de Azevedo, Rubem La Laina Porto, Arisvaldo Vieira Mélo Júnior, Juliana Garrido Pereira, Daniele La Porta Arrobas, Luiz Correa Noronha e Lilian Pena Pereira
8. “Impacto das Mudanças do Clima e Projeções de Demanda Sobre o Processo de Alocação de Água em Duas Bacias do Nordeste Semiárido”  
Autores: Eduardo Sávio P. R. Martins, Cybelle Frazão Costa Braga, Erwin De Nys, Francisco de Assis de Souza Filho e Marcos Airton de Souza Freitas
9. “Desafios da gestão social dos perímetros públicos de irrigação: uma avaliação de experiências no Nordeste do Brasil”  
Autores: Octavio Damiani e Erwin De Nys
10. “Monitor de Secas do Nordeste, em busca de um novo paradigma para a gestão de secas”  
Autores: Eduardo Sávio P.R. Martins, Erwin De Nys, Carmen Molejón, Bruno Biazeto, Robson Franklin Vieira Silva e Nathan Engle

Para acesso às publicações, visite o site: <http://www.worldbank.org/pt/country/brazil/brief/brazil-publications-agua-brasil-series-water>

# SÉRIE **Água Brasil 10**

MONITOR DE SECAS DO NORDESTE, EM BUSCA DE  
UM NOVO PARADIGMA PARA A GESTÃO DE SECAS

Eduardo Sávio P.R. Martins  
Erwin De Nys  
Carmen Molejón  
Bruno Biazeto  
Robson Franklin Vieira Silva  
Nathan Engle



# SÉRIE **Água** **Brasil 10**

MONITOR DE SECAS DO NORDESTE, EM BUSCA DE  
UM NOVO PARADIGMA PARA A GESTÃO DE SECAS

Eduardo Sávio P.R. Martins  
Erwin De Nys  
Carmen Molejón  
Bruno Biazeto  
Robson Franklin Vieira Silva  
Nathan Engle



Ministério do  
Meio Ambiente

Ministério de  
Integração Nacional



Brasília, DF  
Dezembro de 2015  
BIRD – Banco Mundial

© Banco Mundial - Brasília, 2015

As opiniões, interpretações e conclusões aqui apresentadas são dos autores e não devem ser atribuídas, de modo algum, ao Banco Mundial, às suas instituições afiliadas, ao seu Conselho Diretor ou aos países por eles representados. O Banco Mundial não garante a precisão da informação incluída nesta publicação e não aceita responsabilidade alguma por qualquer consequência de seu uso.

É permitida a reprodução total ou parcial do texto deste documento, desde que citada a fonte.

Banco Mundial

Monitor de Secas do Nordeste, em busca de um novo paradigma para a gestão de secas – 1ª Edição – Brasília – 2015

ISBN: 124p.

ISBN 978-85-88192-16-4

I - Autores: Eduardo Sávio P.R. Martins, Erwin De Nys, Carmen Molejón, Bruno Biazeto, Robson Franklin Vieira Silva e Nathan Engle

#### Coordenação da Série Água Brasil

Paula Silva Pedreira de Freitas

#### Impressão

Qualytá Gráfica Editor

#### Criação de Identidade Visual

Marcos Rebouças - TDA Desenho & Arte

#### Projeto Gráfico Série Água 10

Carlos Eduardo Peliceli da Silva - Vertice Sociedade Civil de Profissionais Associados

#### Fotos da Capa

Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos

#### Banco Mundial

SCN Quadra 2 Lote A

Ed. Corporate Financial Center, 7ª andar

70712-900 - Brasília - DF, Brasil

Fone: (61) 3329-1000

[www.bancomundial.org.br](http://www.bancomundial.org.br)

Comentários e sugestões, favor enviar para: [pfreitas@worldbank.org](mailto:pfreitas@worldbank.org)

# Agradecimentos

---

**E**sta publicação é o resultado de um processo de geração de conhecimento, debate e aprendizagem coletiva de diversas instituições estaduais e federais, assim como internacionais que participaram ativamente da Assistência Técnica “Preparação para as secas e resiliência às mudanças climáticas” e suas oficinas técnicas e treinamentos organizados entre o fim de 2013 e 2015. Envolveu no total mais de 180 profissionais de 13 instituições federais e 42 instituições estaduais com destaque para a riqueza de instituições participantes, favorecendo o processo de construção do Monitor de Secas do Nordeste.

Na esfera federal, agradecemos, em particular, as seguintes instituições: Ministério da Integração Nacional – MI, representado pelo próprio MI, pelo Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres (CENAD), Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (CODEVASF) e Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS); Ministério do Meio Ambiente – MMA, representado pela Agência Nacional de Águas (ANA); Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA, representado pela Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC), Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) e o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET); Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação – MCTI, representado pelo Centro Nacional de Monitoramentos e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN) e Centro de Gestão de Estudos Estratégicos (CGEE). Ressaltando o papel de liderança do Ministério de Integração Nacional e sua forte articulação perante a Agência Nacional de Águas e o Instituto Nacional de Meteorologia.

Na esfera estadual, agradecemos em particular as seguintes instituições dos 9 estados do Nordeste, que disponibilizam informações e participam no processo de traçado e validação do mapa mensal do Monitor de Secas: a Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMARH) do estado de Alagoas; a Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola (EBDA) e o Instituto de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (INEMA) do estado da Bahia; a Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH), a Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME) e a Secretaria de Desenvolvimento Agrário (SDA) do estado do Ceará; o Núcleo Geoambiental da Universidade Estadual de Maranhão (UEMA/ NUGEO) do estado do Maranhão; a Agência de Defesa e Fiscalização Agropecuária de Pernambuco (ADAGRO), a Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC), a Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA), e o Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA) do estado de Pernambuco; a Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMATER) e a Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMAR) do estado do Piauí; a Agência Executiva de Gestão das Águas (AESA) do estado da Paraíba; a Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMATER), e a Empresa de Pesquisa

Agropecuária (EMPARN) do estado do Rio Grande do Norte; a Companhia de Saneamento de Sergipe (DESO) e a Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMARH) do estado de Sergipe. Ressaltando a liderança de três instituições estaduais que exercem a função de autores dos mapas do Monitor de Secas atualmente, sendo elas: o INEMA do estado da Bahia; a FUNCEME, do estado do Ceará; e a APAC, do estado de Pernambuco.

Em especial, cabe agradecer a participação da equipe do Centro Nacional de Mitigação de Secas dos Estados Unidos da América (NDMC) e da Comissão Nacional de Água do México (CONAGUA), cujo suporte foi estratégico durante o processo de desenho e implementação do Monitor.

Os autores gostariam de agradecer especialmente às seguintes pessoas, sem as quais não teria sido possível construir o Monitor de Secas do Nordeste: Maria Assunção Faus da Silva Dias (professora, USP), Maria Emília Bretan (especialista em comunicação, consultora do Banco Mundial); Osvaldo Garcia, Irani Braga Ramos, Natália Resende Andrade, Maria Thereza Ferreira Teixeira, João Mendes da Rocha Neto e Amarildo Baesso do MI; Marcus Suassuna Santos (CENAD); José Machado, Eljalma Augusto Beserra e Marcelo Luiz Teixeira, da CODEVASF; Gisela Damm Forattini, Ney Maranhão, João Gilberto Lotufo Conejo, Joaquin Guedes Corrêa Gondim Filho, Sérgio Rodrigues Ayrimoraes Soares, Carlos Alberto Perdigão Pessoa, João Augusto de Pessoa, Flávio Hadler Tröger, Marcelo Jorge Medeiros, Saulo Aires de Souza, Márcio Tavares Nóbrega, Teresa Luísa Lima de Carvalho, Othon Fialho de Oliveira, Alexandre Abdalla Araújo, Alessandra Daibert Couri e Priscila Gonçalves da ANA; Antônio Divino Moura, Lauro Tadeu Guimarães Fortes e Andrea Ramos, do INMET; Antonio Rocha Magalhães, do CGEE; José Gino de Oliveira e Vinicius Nunes Pinho, ambos da SEMARH do estado de Alagoas; do estado da Bahia, Ernesto Marcos Lacerda Léo (EBDA), Eduardo Farias Topázio, Greice Ximena Santos Oliveira e Heráclio Alves de Araújo, do INEMA; do estado do Ceará, Francisco Rodrigues P. dos Santos Júnior, Raimundo Lauro Filho e Roberto Bruno Moreira Rebouças, da COGERH; Eduardo Sávio P.R. Martins, Adilson Wagner Gandu e Leandro Jacinto, da FUNCEME, e Francisco Ademazinho Ponte de Holanda, da SDA; do estado de Maranhão, Gunter de Azevedo Reschke e Carlos Marcio de Aquino Eloi, ambos da UEMA/ NUGEO; do estado de Pernambuco, José Lopes da Silva Júnior (ADAGRO), Marcelo Cauás Asfora, José Marcelo Possas, Maria Aparecida Fernandes Ferreira e Roberto Carlos Gomes Pereira, da APAC; Sergio Caseira G. Torres da COMPESA e Geraldo Majella Lopes, do IPA; do estado de Piauí, Wilton Fontinele (EMATER) e Sonia Maria Ribeiro Feitosa (SEMAR); do estado da Paraíba, Maria Marle Bandeira (AES); do estado do Rio Grande do Norte, Manoel Neto (EMATER), e Josemir Araújo Neves (EMPARN); do estado de Sergipe, Cláudio Júlio Mendonça (DESO) e Ailton Francisco da Rocha e Overland Amaral Costa, da SEMARH; Donald Wilhite, Michael Hayes, Mark Svoboda, Brian Fuchs, e Chris Poulsen do NDMC e Mario López, da CONAGUA.



Agradecemos ao Water Partnership Program (WPP) e seus três principais doadores – os governos dos Países Baixos, o Reino Unido e a Dinamarca, bem como ao Fundo Espanhol para a América Latina e o Caribe (SFLAC), cujo generoso apoio financeiro e experiência contribuíram muito para alcançar os resultados apresentados nesta publicação.

Gostaríamos de agradecer também a Deborah L. Wetzel, Diretora do Banco Mundial para o Brasil na época de implementação principal da Assistência Técnica, quem nos incentivou e apoiou para avançar na busca por uma gestão proativa de secas. Da mesma forma, gostaríamos de agradecer ao então Ministro da Integração Nacional, Francisco José Coelho Teixeira, pela sua liderança e visão de longo prazo no processo de mudança de paradigma da Política Nacional de Secas. Por fim, deixamos nossos agradecimentos a Carolina Abreu dos Santos, Bruno Biazeto e Robson Franklin Vieira Silva por toda a ajuda com a edição desta publicação da Série Água Brasil.

Martin Raiser  
**Diretor do Banco Mundial para o Brasil**

Gilberto Magalhães Occhi  
**Ministro da Integração Nacional**

Vicente Andreu  
**Diretor-Presidente da ANA**

Antonio Divino Moura  
**Diretor do INMET**



**GRUPO BANCO MUNDIAL**

**Vice-Presidente, Região da América Latina e Caribe**

Jorge Familiar Calderón

**Diretor para o Brasil**

Martin Raiser

**Diretor, Departamento de Água**

Junaid Kamal Ahmad

**Gerente do Departamento de Água para a Região da América Latina e Caribe**

Wambui Gichuri

**Coordenador Setorial de Operações para o Setor de Desenvolvimento Sustentável –  
infraestrutura**

Paul Procee

**Equipe de Água do Banco Mundial**

Juliana Garrido, Paula Freitas, Thadeu Abicalil, Thierry Davy, e Carmen Molejón

# Apresentação

**A** Série Água Brasil é fruto do trabalho conjunto realizado ao longo dos últimos anos pelo Banco Mundial e seus parceiros nacionais. Nela, são levantadas e discutidas questões centrais para a solução de alguns dos principais problemas da agenda de recursos hídricos no Brasil. Desde o lançamento de seu primeiro volume, em 2003, a Série Água Brasil vem abordando tópicos relevantes e atuais, promovendo reflexões e propondo alternativas na busca por soluções para os grandes desafios que se apresentam na importante agenda de desenvolvimento nacional.

Como parte dessa visão, não poderíamos, diante da longa seca recente que ainda se prolonga (2012-2015), deixar de abordar a temática de Gestão de Secas e, em particular, um dos seus mais preciosos instrumentos: o Monitoramento de Secas, aqui focado na Região Nordeste. No décimo volume da Série, apresentamos, após uma discussão sobre Gestão Proativa e Reativa de Secas, os pilares da Gestão Proativa e, nesse contexto, os resultados do desenho e da implementação de um modelo de monitoramento de secas já operacional em vários países do mundo. A iniciativa foi denominada Monitor de Secas do Nordeste e envolveu entes federais e estaduais, visando alcançar uma ação de monitoramento mais coordenada entre as diferentes esferas administrativas, proporcionando o engajamento cooperativo de instituições federais e estaduais, assim como o aumento da sensibilização acerca das condições de seca no Nordeste. Adicionalmente ao processo de monitoramento, foram realizados planos de preparação para as secas (ou planos de contingência) focados em setores específicos (sistemas de reservatórios, sistemas de abastecimento e agricultura de sequeiro).

O projeto rendeu produtos e ferramentas úteis, incluindo o processo de monitoramento de secas em si, visando facilitar discussões mais integradas dos diversos setores e seu planejamento. Um melhor e mais objetivo monitoramento da seca permitirá avançar na gestão racional de recursos hídricos para múltiplos usos, assim como na gestão da infraestrutura hídrica estratégica da região. Os próximos passos incluem: (i) consolidar o processo de monitoramento a partir da necessária ampliação de sua abrangência territorial, estendendo-o a outras partes do País, e da incorporação de mais instituições federais e estaduais no processo de elaboração do Mapa do Monitor de Secas (ii) a elaboração de planos de preparação e contingência em várias escalas; e (iii) a progressiva incorporação do Monitor no processo de tomada de decisões de Políticas Públicas vinculadas à seca (de preparação e resposta).

Esperamos que as lições deste projeto ajudem em um modelo de resposta mais adequado às secas frequentes da região e possibilitem migrarmos de uma Gestão de Crise para uma Gestão de Risco desse fenômeno.

Martin Raiser  
Diretor do Banco Mundial para o Brasil

Gilberto Magalhães Occhi  
Ministro da Integração Nacional

Vicente Andreu  
Diretor-Presidente da ANA

Antonio Divino Moura  
Diretor do INMET



# Sumário

---

Agradecimentos.....	v
Apresentação.....	ix
Lista de Tabelas.....	xiii
Lista de Figuras.....	xv
Lista de siglas e abreviações.....	xix
Prefácio.....	1
1. Introdução.....	5
2. O histórico de secas da Região Nordeste.....	7
3. Retratos da variabilidade climática recente na região.....	11
4. A necessidade de um novo conceito na gestão de secas.....	17
5. Um sistema pactuado de monitoramento.....	21
6. A construção da iniciativa.....	27
7. O processo do Monitor.....	33
7.1. Instituições envolvidas.....	34
7.2. Conceitos importantes utilizados.....	36
7.3. Etapas necessárias.....	37
8. Os indicadores de seca e produtos de apoio utilizados.....	53
8.1. Indicadores de seca.....	54
Indicador padronizado de precipitação (SPI).....	54
Indicador padronizado de precipitação- evapotranspiração (SPEI).....	58
Indicador padronizado de escoamento (SRI).....	59

8.2. Produtos de apoio.....	62
Precipitação acumulada, climatologia e anomalias para os últimos meses e ano.....	64
Precipitação acumulada e produtos derivados do INMET.....	64
Precipitação acumulada e produtos derivados do CPTEC.....	66
Mapa de umidade do solo.....	68
Índice de Saúde da Vegetação (VHI).....	69
Modelo Digital de Elevação (MDE).....	69
Indicador Combinado de Curto (ICC) e Longo Prazo (ICL).....	70
Camadas correspondentes ao Monitor do mês anterior.....	71
9. Produtos complementares ao Mapa do Monitor.....	73
9.1. Camada complementar: a condição dos reservatórios.....	73
9.2. Mapa de mudança de categoria.....	75
9.3. Evolução percentual das categorias de seca.....	77
10. Uma iniciativa em constante evolução.....	79
11. Resultados alcançados e desafios.....	93
12. Referências e bibliografia consultada.....	97
ANEXO I - Glossário Técnico.....	99

---

# Lista de Tabelas

---

Tabela 1. Estágios de seca, ou categorias, as quais definem a intensidade de seca no Mapa do Monitor. ....	24
Tabela 2. SPI relacionado com período de ocorrência em 100 anos. ....	57
Tabela 3. Estágios de seca, ou categorias, as quais definem a intensidade de seca no Mapa do Monitor. ....	57





# Lista de Figuras

Figura 1. Exemplo de mapa semanal do Monitor de Secas dos Estados Unidos mostrando a severidade da seca e indicando os tipos de impactos. ....	2
Figura 2. Desvios percentuais anuais em relação à média da precipitação anual do estado. Em destaque, encontram-se as secas com duração de 3 ou mais anos. A linha tracejada abaixo de zero limita as categorias em torno e abaixo da média. ....	12
Figura 3. Evolução da precipitação acumulada no estado do Ceará ao longo de 48 meses começando em cada julho e terminando no terceiro junho seguinte (período de 4 anos) em média (1981-2010, linha preta), no registro mais crítico (linha verde, julho 1940-junho 1944) e no período mais recente (linha vermelha, julho 2011-junho 2015). As cores de fundo vermelha, laranja, cinza, azul e azul-escuro correspondem aos percentis 10%, 25%, 50%, 75% e 90%, respectivamente. ....	12
Figura 4. Distribuição intra- e interanual das chuvas para (a) o estado do Ceará e (b) Região Nordeste para o período 2007-2015. Em vermelho, cinza e azul estão apresentados os anos enquadrados abaixo, em torno e acima da média, respectivamente. O ano médio (climatologia mensal) é apresentado, em preto, à direita de cada figura. ....	13
Figura 5. Retratos da Variabilidade Hidrológica na Região Nordeste. Evolução do aporte aos reservatórios do estado do Ceará entre 1986 e 2015 à esquerda, e a evolução do aporte ao longo de 2015, à direita (Não inclui os açudes das transferências para RMF: Curral Velho, Pacajus, Pacoti, Riachão e Gavião). ....	14
Figura 6. Evolução da % de volume armazenado no Reservatório Equivalente em setembro ao longo da seca de 2012 a 2015. ....	14
Figura 7. Retratos da Variabilidade Climática: Localidade Vista Alegre, no município de Quixeramobim, em (a) 2008 e (b) 2015. ....	15
Figura 8. O ciclo da gestão de riscos e desastres. A ênfase nas secas, tipicamente reativa e de gestão de crise, aparece em vermelho, na metade inferior da figura, enquanto que a mudança de paradigma,	

necessária para uma gestão mais proativa do risco e para a preparação para a seca aparece na metade superior da figura, em azul. ....	19
Figura 9. Os três pilares da preparação às secas que suportam uma mudança de paradigma longe da gestão reativa de crise e em direção a abordagens mais proativas para eventos de seca. ....	20
Figura 10. Mapa do Monitor de Secas para o mês de setembro de 2015. ....	25
Figura 11. Fases de construção do Monitor de Secas do Nordeste. ....	28
Figura 12. Participantes do primeiro treinamento realizado em Fortaleza em agosto de 2014. ....	31
Figura 13. Arranjo operacional para o Monitor de Secas do Nordeste. ....	38
Figura 14. Etapa 1 – Preparação de dados do Monitor de Secas do Nordeste. ....	39
Figura 15. Etapa 2 – Traçado do Mapa do Monitor de Secas do Nordeste. ....	40
Figura 16. Etapa 3 – Validação do Mapa do Monitor de Secas do Nordeste. ....	41
Figura 17. Exemplo de formulário de validação preenchido – Monitor de Secas do Nordeste do mês de novembro de 2015. ....	44
Figura 18. Exemplo de Rascunhos (a) 1 e (b) 2 do Mapa do Monitor a ser submetido aos validadores. ....	45
Figura 19. Mapa Final do Monitor de Secas de junho de 2015. ....	45
Figura 20. Narrativa do Monitor de Secas publicada em julho referente ao Monitor de junho de 2015. ....	50
Figura 21. Comparação entre o mapa de julho de 2015 e o de agosto de 2015. ....	51
Figura 22. SPI 03 meses (curto prazo) para abril de 2014 (inclusive). ....	55
Figura 23. Exemplo de SPI de 12 meses. ....	56
Figura 24. Exemplo de SPEI 04 meses. ....	59
Figura 25. Indicador de Escoamento Padronizado e alguns testes de sensibilidade para o estado do Ceará durante o período de fevereiro a abril de 1974 (anos chuvoso), e de 1993 e 1998 (anos secos). ....	61
Figura 26. Anomalia padronizada de vazões (bacia incremental Orós; vermelho) e anomalia padronizada do SRI (azul). ....	61
Figura 27. Exemplo do SRI para o trimestre janeiro-fevereiro-março de 2012. ....	63

Figura 28. Exemplo de Precipitação Acumulada para os últimos 30 dias contados a partir de 05/05/2015. ....	64
Figura 29. Precipitação acumulada para 1 mês (maio de 2015), gerado a partir do SISDAGRO. ....	64
Figura 30. Normal climatológica para o mês de maio, ao longo do período 1961-1990. ....	65
Figura 31. Exemplo de desvio da precipitação mensal para março de 2015 (mapa de cima) e trimestral para janeiro, fevereiro e março de 2015 (mapa de baixo), comparada com a normal climatológica do mesmo mês (ou trimestre), ao longo do período 1961-1990. ....	65
Figura 32. Precipitação observada classificada por quantis. Trimestre março, abril e maio de 2015. ....	66
Figura 33. Índice de Precipitação Padronizada – SPI para março de 2015, acumulado de 1 mês. ....	66
Figura 34. Exemplo de precipitação acumulada (esquerda) e anomalia (direita) de precipitação. ....	67
Figura 35. Exemplo de mapas calculados a partir dos dados do MERGE: climatologia (esquerda), acumulado mensal (centro), e anomalia normalizada pelo desvio padrão (direita). ....	68
Figura 36. Mapa de percentis da Umidade do Solo calculada para o mês de junho de 2014. ....	68
Figura 37. Exemplos de mapas de VHI. Situação da vegetação em uma semana específica (esquerda) e variação anual do VHI (direita). ....	69
Figura 38. Exemplo de MDE para o Brasil, em que a cor verde representa as áreas mais baixas e a cor vermelha revela as mais altas. ....	70
Figura 39. Exemplo de produto combinado com os indicadores de curto prazo. ....	71
Figura 40. Classificação da severidade da seca em relação aos usos dos reservatórios. Cinza representa falta de informação; branco, sem seca; cores das categorias do Monitor, os níveis de severidade para os diferentes usos; e preto, a restrição total ao uso (abastecimento à esquerda e irrigação à direita). ....	74
Figura 41. Exemplo de mapas de alterações de 1 mês (esquerda) e 3 meses (direita) em relação ao mês de fevereiro de 2015. ....	75
Figura 42. Mapas do Monitor de Secas dos meses de novembro de 2014, janeiro de 2015 e fevereiro de 2015. ....	76
Figura 43. Evolução do percentual de áreas em diferentes faixas de severidade de seca desde julho de 2014 até novembro de 2015. ....	77

Figura 44. Mapas do Monitor de Secas do Nordeste do período de julho 2014 a novembro de 2015. ....	83
Figura 45. Dados empregados para os indicadores SPI e SPEI. Número de instituições federais (barras claras) e estaduais (barras escuras) e de estações por indicador (linhas - SPI azul e SPEI vermelha) no período de agosto 2014 a dezembro 2015 (Monitores de julho de 2014 a novembro de 2015). ....	84
Figura 46. Número de instituições por estado e federais participando como validadoras em dezembro de 2015. ....	85
Figura 47. Número de profissionais e de instituições validadores no período de agosto 2014 a dezembro de 2015 (Monitores de julho de 2014 a novembro de 2015). ....	86
Figura 48. Número de instituições por tipologia participando como validadoras em dezembro de 2015. ....	87
Figura 49. Número de estados do Nordeste participantes da produção do Monitor no período de agosto 2014 a dezembro de 2015 (Monitores de julho de 2014 a novembro de 2015). ....	88
Figura 50. Participação das instituições na produção dos Mapas Experimentais, considerando autores e validadores, no período de agosto de 2014 a dezembro de 2015 (Monitores de julho de 2014 a novembro de 2015). ....	89
Figura 51. Número de instituições participantes da produção do Monitor, considerando autoras e validadoras, no período de agosto 2014 a dezembro de 2015 (Monitores de julho de 2014 a novembro de 2015). ....	90
Figura 52. Número de comentários recebidos durante o processo de validação, no período de agosto de 2014 a dezembro de 2015 (Monitores de julho de 2014 a novembro de 2015). ....	91

# Lista de siglas e abreviações

ADAGRO -	Agência de Defesa e Fiscalização Agropecuária de Pernambuco
AESA -	Agência Executiva de Gestão das Águas do estado da Paraíba
AL -	Alagoas
ANA -	Agência Nacional de Águas
APAC -	Agência Pernambucana de Águas e Clima
AT -	Assistência Técnica
BA -	Bahia
BM -	Banco Mundial
C -	Seca de Curto Prazo
CE -	Ceará
CEMADEN -	Centro Nacional de Monitoramentos e Alertas de Desastres Naturais
CENAD -	Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres
CGEE -	Centro de Gestão de Estudos Estratégicos
CHESF -	Companhia Hidrelétrica do São Francisco
CL -	Secas de Curto e Longo Prazos
CODEVASF -	Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba
COGERH -	Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos
COMPESA -	Companhia Pernambucana de Saneamento
CONAB -	Companhia Nacional de Abastecimento
CONAGUA -	<i>Comisión Nacional de Agua do México (Comisión Nacional Del Agua)</i>
CPC -	Climate Prediction Center
CPTEC -	Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos
CVSF -	Comissão do Vale do São Francisco
DESO -	Companhia de Saneamento de Sergipe
DNOCS -	Departamento Nacional de Obras Contra as Secas
EBDA -	Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola
EMATER -	Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural
EMBRAPA -	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EMPARN -	Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte

ETP -	Evapotranspiração Potencial
EUA -	Estados Unidos da América
FAO -	Organização das Nações Unidas para Alimentos e Agricultura
FUNCEME -	Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos
IBGE -	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IC -	Instituição Central
ICC -	Produto Combinado de Curto Prazo
ICL -	Produto Combinado de Longo Prazo
INEMA -	Instituto de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do estado da Bahia
INMET -	Instituto Nacional de Meteorologia
INPE -	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPA -	Instituto Agrônomo de Pernambuco
L -	Seca de Longo Prazo
MA -	Maranhão
MAPA -	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MCTI -	Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação
MDE -	Modelo Digital de Elevação
MI -	Ministério da Integração Nacional
MMA -	Ministério do Meio Ambiente
MERGE -	Produto combinado entre precipitação observada e estimativa de precipitação por satélite
NDMC -	Centro Nacional de Mitigação de Secas dos Estados Unidos da América ( <i>National Drought Mitigation Center</i> )
NE -	Nordeste
NEB -	Nordeste do Brasil
NESDIS -	<i>NOAA Satellite and Information Service</i>
NOAA -	<i>National Oceanic and Atmospheric Administration</i>
OCDE -	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
OMM -	Organização Meteorológica Mundial
PB -	Paraíba
PDF -	<i>Portable Document Format</i>
PE -	Pernambuco
PI -	Piauí
PNG -	<i>Portable Network Graphics</i>

PNS -	Política Nacional de Secas
PRO-GESTÃO -	Pacto Nacional pela Gestão das Águas
RMF -	Região Metropolitana de Fortaleza
RN -	Rio Grande do Norte
S0 -	Seca Fraca
S1 -	Seca Moderada
S2 -	Seca Grave
S3 -	Seca Extrema
S4 -	Seca Excepcional
SDA -	Secretaria de Desenvolvimento Agrário do estado do Ceará
SE -	Sergipe
SEMAR/PI -	Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do estado do Piauí
SEMARH/AL -	Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do estado de Alagoas
SEMARH/RN -	Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do estado do Rio Grande do Norte
SEMARH/SE -	Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do estado de Sergipe
SFLAC -	Fundo Espanhol para a América Latina e o Caribe
SIG -	Sistema de Informação Geográfica
SISDAGRO -	Sistema de Suporte à Decisão na Agropecuária
SPEI -	Indicador Padronizado de Precipitação-evapotranspiração
SPI -	Indicador Padronizado de Precipitação
SRI -	Indicador Padronizado de Escoamento
STAR -	<i>Center for Satellite Applications and Research</i>
SUDENE -	Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste
TI -	Tecnologia de Informação
TIF -	<i>Tagged Image File Format</i>
TRMM -	<i>Tropical Rainfall Measuring Mission</i>
UEMA/NUGEO -	Núcleo Geoambiental da Universidade Estadual do Maranhão
UFC -	Universidade Federal do Ceará
UNCCD -	Convenção das Nações Unidas de Luta contra a Desertificação
US -	Estados Unidos da América ( <i>United States</i> )
USP -	Universidade de São Paulo
VHI -	Indicador de Saúde da Vegetação ( <i>Vegetation Health Index</i> )
WPP -	<i>Water Partnership Program</i>





---

# Prefácio

---

O Brasil tem uma longa história de gestão de secas, principalmente no semiárido do Nordeste. O caso mais recente – uma seca extrema de mais de quatro anos, que vem assolando a região desde 2012 – tem sido a mais grave em décadas, ou até mesmo dos últimos 50, 100 anos. No passado, o diálogo sobre como melhorar a política e a gestão de seca acompanhava o ciclo da estiagem aumentando em períodos de maior ocorrência e diminuindo em épocas chuvosas – o progresso para promover uma gestão mais proativa foi apenas incremental. A recente seca estimulou novamente essa discussão no Brasil, e um grande esforço vem sendo realizado, principalmente sobre como melhor se preparar e responder às próximas.

Como já aconteceu diversas vezes no passado, a seca atual atraiu a atenção da sociedade brasileira de modo geral, bem como da mídia, dos servidores públicos e políticos, e até de especialistas internacionais. No caso do Brasil, o Ministério da Integração Nacional (MI), a Agência Nacional de Águas (ANA), o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), os comitês estaduais de seca e várias agências meteorológicas / hidrológicas estaduais – especificamente, a Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME), a Agência Pernambucana de Água e Clima (APAC) e o Instituto de Meio Ambiente e Recursos Hídricos da Bahia (INEMA), entre outros – têm desempenhado uma forte liderança e progredido em direção à melhoria da gestão e planejamento da seca. É importante destacar a ativa participação do governo brasileiro durante a reunião de alto nível mundial realizada em Genebra em março de 2013 para discussão de Políticas Nacionais de Secas.

A adaptação a mudanças climáticas por meio de uma gestão mais proativa das secas é um tema primordial para o Banco Mundial, com vistas ao alcance dos seus objetivos de redução da pobreza e promoção da prosperidade compartilhada. Em 2010, em parceria com a ANA, o Banco Mundial realizou uma Assistência Técnica (AT) sobre o impacto das mudanças climáticas em nível de bacia sobre a alocação de recursos hídricos, “O Planejamento dos Recursos Hídricos e a Adaptação à Variabilidade e Mudança Climáticas em Bacias Hidrográficas Seleccionadas no Nordeste do Brasil” (Martins et al., 2013), a qual foi executada no período de 2010-2012 com quatro estados do Nordeste (Ceará, Paraíba, Pernambuco e Rio Grande do Norte).

Em 2013, como continuação ao estudo mencionado, foi identificada uma nova AT, “Preparação para as secas e resiliência às mudanças climáticas”, por demanda do MI, no seu esforço frente à

mencionada seca iniciada em 2012 e aproveitando a oportunidade para avançar na construção de uma Política Nacional de Secas (PNS), e definindo instrumentos específicos de gestão de secas de forma que se adote um novo modelo de gestão, mais proativo e baseado em risco.

O programa da AT foi dividido em dois eixos: (i) apoio ao quadro de políticas e ao diálogo nacionais; e (ii) um programa-piloto regional no Nordeste, para demonstrar ferramentas e estratégias concretas de gestão proativa da seca, por meio do desenvolvimento de um Monitor de Secas do Nordeste e de planos de preparação para a seca em diversos estudos de caso e escalas selecionados.

Para o desenho e o desenvolvimento das ferramentas de gestão contou-se com o apoio de experiências internacionais de Estados Unidos, México e Espanha. Esses países possuem o monitoramento da seca e planos de preparação para a seca implementados, e sua experiência contribuiu para o desenvolvimento desse processo no Brasil, com adaptações para adequação à realidade do Nordeste do Brasil.

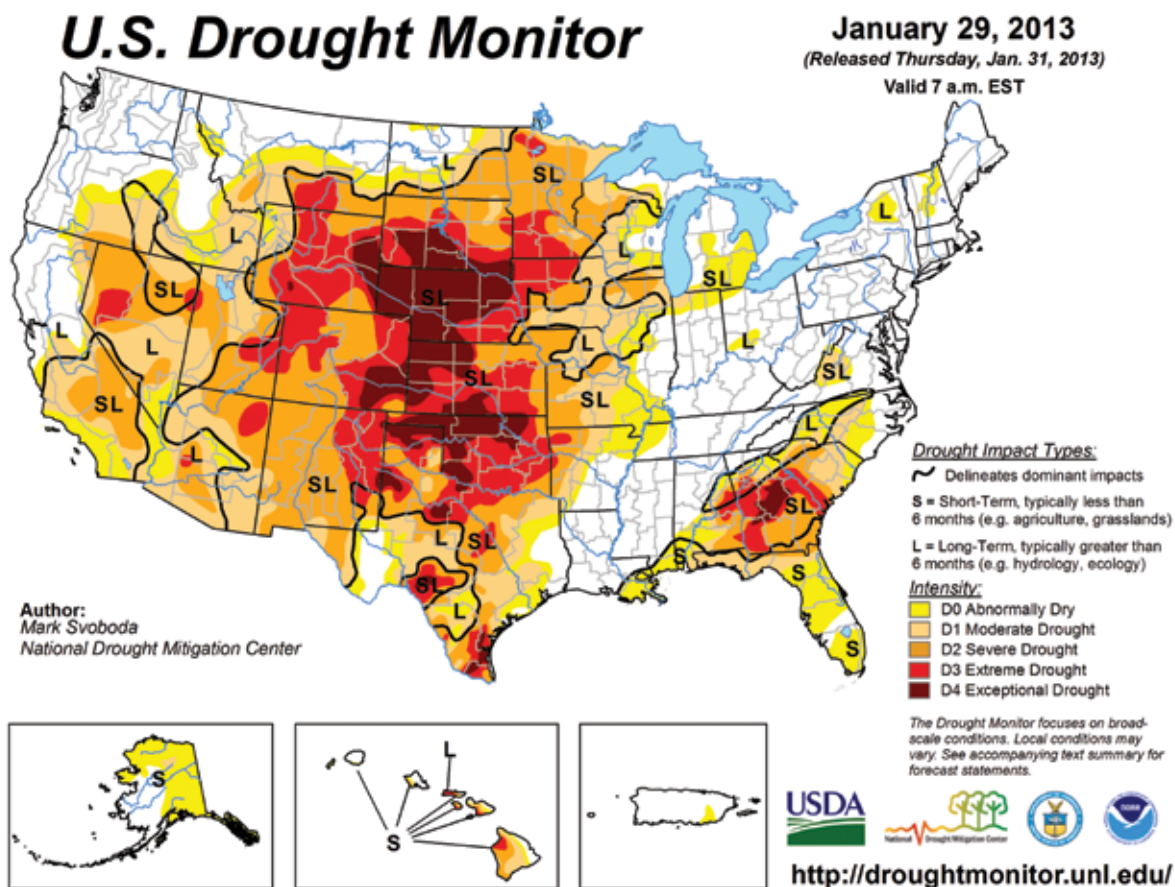


Figura 1. Exemplo de mapa semanal do Monitor de Secas de Estados Unidos que mostra a severidade da seca e indica os tipos de impactos.

(Fonte: U. S. Drought Monitor).

O Monitor permite representar de maneira convergente e consistida o estágio da seca, estabelecendo diferentes graus de severidades e permitindo acompanhar a evolução temporal e espacial desta; foi baseado no Monitor de Secas dos Estados Unidos de América (EUA), desenvolvido pelo Centro Nacional de Mitigação de Secas dos EUA (NDMC), o US Drought Monitor (ver Figura 1), e depois expandido para o subcontinente norte-americano numa cooperação entre instituições dos três países. Cabe ressaltar que, embora a plataforma do Monitor de Secas do Nordeste do Brasil tenha sido fundamentada no Monitor de Secas dos EUA, diversos ajustes foram necessários para que ele pudesse ser implementado no Brasil, incorporando, principalmente, a experiência dos profissionais federais e estaduais ligados com as questões da seca e respeitando a rede de informações disponível no país atualmente.

Os planos de preparação para a seca são instrumentos operacionais que definem diferentes ações em função da severidade de seca. Nessa AT, foram realizados cinco projetos-piloto para desenvolver planos de preparação a diferentes escalas: (i) bacia hidrográfica; (ii) sistemas urbanos de abastecimento (elaborando dois pilotos); (iii) gerenciamento de pequeno reservatório multiúso; e (iv) municipal com ênfase na agricultura de sequeiro familiar (milho e feijão).

A presente publicação foca no processo de construção do Monitor de Secas do Nordeste.



# 1

## Introdução

---

**E**sta publicação tem como objetivo disseminar os resultados alcançados no processo de construção do Monitor de Secas do Nordeste no âmbito da AT “**Preparação para as secas e resiliência às mudanças climáticas**”, com vistas ao entendimento do sistema de monitoramento construído com o esforço, o compromisso e a parceria de várias instituições federais e estaduais e à promoção da inclusão de novos parceiros estaduais e federais no Monitor de Secas do Nordeste.

Esta publicação está estruturada em 12 seções, sendo a **primeira** a presente seção introdutória da publicação. Na **segunda**, é feita uma breve descrição do histórico da seca na Região Nordeste; na **terceira**, é apresentado um levantamento sobre os retratos da variabilidade climática recente da Região Nordeste; na **quarta**, é reforçada a importância de um novo conceito para a gestão

de seca no Brasil; na **quinta**, é justificado o sistema de monitoramento proposto; na **sexta**, é apresentado como a iniciativa foi construída; o processo do Monitor e seu funcionamento são descritos na **sétima** seção, destacando informações sobre os atores envolvidos, as etapas para a produção do Monitor de Secas e conceitos importantes; na **oitava** seção, são comentados os indicadores de seca e produtos de apoio utilizados no traçado e na validação do Monitor; a nona seção, é destinada ao comentário sobre produtos auxiliares ao Monitor; a **décima** descreve como evoluiu o Monitor de Secas desde o início da fase experimental; na **décima primeira** seção, são identificados os resultados alcançados e desafios futuros; e na **décima segunda**, e última seção, são incluídas as referências bibliográficas citadas ao longo do texto. Por último, é incluído um anexo com o glossário técnico dos principais termos empregados ao longo da publicação.



## 2

# O histórico de secas da Região Nordeste

Os registros de secas na Região Nordeste datam do início do período de colonização, sendo os impactos do século XVI até a metade do século XVII relativos a culturas da mandioca, milho e cana-de-açúcar, assim como a pecuária bovina. Com o progresso da ocupação dos sertões, começam a surgir as secas com maiores impactos sociais e econômicos, estando essas associadas à redução de rebanhos. Uma das secas com maiores impactos aconteceu nesse período, de 1777-78, também chamada de “três setes”, que resultou na perda de 7/8 do rebanho cearense. Ainda no Império, acontece a seca de 1845, seguida de 32 anos de bons invernos, que resultaram em aumento dos rebanhos e das populações sem o fortalecimento da infraestrutura de açudagem e de estradas. Esses 32 anos resultaram na formação de uma sociedade altamente vulnerável, sem o conhecimento adequado da geografia física e da variabilidade do clima regional, culminando na tragédia de 1877-79. Sob os efeitos da grande seca iniciada em 1877, foram apresentadas sugestões sobre estudos e obras para mitigar os efeitos das recorrentes do período semiárido no Nordeste, e foi criada uma comissão para percorrer os sertões da Província do Ceará, visando identificar meios práticos de suprimento hídrico durante as estiagens para as populações, rebanho e um

sistema de irrigação que viabilizava o cultivo das terras (Guerra, 1981). Essa iniciativa marca uma mudança de visão do governo central sobre a necessidade de políticas públicas voltadas à redução da vulnerabilidade às secas, passando o debate a discutir quais ações deveriam ser implementadas para mitigar os efeitos das secas. A comissão fez várias propostas, entre elas: estradas de ferro (Sobral, Camocim e Icó Aracati); construção de um canal ligando o Rio São Francisco ao Rio Jaguaribe; construção de açudes em Quixadá, Acaraú, entre outros; e alternativas para reduzir inundações na cidade de Aracati (Guerra, 1981).

Parte das propostas realizadas pela Comissão Imperial foram executadas pelo governo federal durante a República, consistindo na criação de instituições federais voltadas para buscas de estratégias para mitigação dos efeitos das secas. Entre essas instituições, encontra-se a Inspetoria de Obras Contra as Secas (1909), posteriormente transformada no Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS). A atuação da inspetoria baseava sua resposta às secas na construção de infraestrutura hidráulica, tese hoje ainda defendida pela classe política na justificativa de construção de grandes obras hidráulicas.

Deve-se ressaltar, entretanto, que os pensadores dessa política, inclusive a direção da inspetoria, tinham convicção de que a construção de obras hidráulicas era necessária, mas insuficiente para lidar com os efeitos das secas. Essa insuficiência fica evidente com os movimentos migratórios ocorridos nas secas severas seguintes, a de 1915 e a de 1932. Visando evitar esses movimentos migratórios para a capital, “campos de concentração” foram criados (Rios, 2014). Esses campos consistiam em áreas separadas por arames farpados e vigiadas 24 horas por dia por soldados para confinar os retirantes castigados pela seca.

No fim da década de 1950, a região já possuía uma infraestrutura hidráulica, de transportes e de suprimento elétrico razoável, bem como instituições que desde então desempenham um papel significativo no desenvolvimento da região: DNOCS, o Banco do Nordeste do Brasil, a Comissão do Vale do São Francisco (CVSF, que depois foi sucedida pela CODEVASF) e a Companhia Hidrelétrica do São Francisco (CHESF). Apesar de tudo isso, a seca de 1958, uma das mais intensas da história da região, demonstrou a insuficiência das políticas de resposta às estiagens. Os impactos de 1958 levaram à criação de frentes de serviços que envolviam 500 mil sertanejos, dobrando assim o número de sertanejos atendidos durante a seca de 1932.

Em 1959, ainda com impactos da seca de 1958 na memória, começa o debate do desenvolvimento regional encabeçado por Celso Furtado, o que resultou na criação da Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE). Com a criação da SUDENE, a busca do

desenvolvimento continuava a partir da elaboração de planos e programas regionais. A partir de 1988, a Constituição coloca os estados em um patamar de maior importância institucional e na formulação de políticas de mitigação às secas, entretanto, vários fatores têm limitado a atuação mais efetiva dos estados, como: a fragilidade institucional, a dependência de recursos oriundos de programas federais e a falta de maior coordenação das diferentes esferas na gestão de secas. Ficava evidente a necessidade de um novo modelo de Política Nacional de Secas.

A síntese até agora apresentada baseou-se no trabalho de Campos (2014).

Nesta direção, os grandes debates internacionais ocorridos no início da década de 1990 representam um ponto de inflexão na discussão das políticas públicas de secas, muito embasados nas reflexões sobre a necessidade de um modelo de desenvolvimento sustentável. Desse modo, temas ligados à variabilidade e a mudanças climáticas, desertificação e gestão racional das águas viraram recorrentes até hoje. Em 2012, a natureza e a severidade da seca em vários locais do globo reavivaram a necessidade da construção de um novo paradigma para políticas nacionais de secas. Nesse contexto, à margem do gerenciamento da crise nos moldes tradicionais, foi criado um Grupo de Trabalho pelo Ministério da Integração Nacional (MI) visando estudar e propor medidas para a reformulação da atual política de secas do país. Embora tenha tido caráter provisório, esse Grupo de Trabalho serviu para promover a discussão interna da temática diante de um convite recebido pelo Ministério para participar e copatrocinar da **Reunião de**



**Alto Nível de Políticas Nacionais sobre Seca** (OMM, 2013), que foi realizada, em março de 2013, em Genebra. A reunião foi organizada pela Organização Meteorológica Mundial (OMM), em articulação com a Convenção das Nações Unidas de Luta contra a Desertificação (UNCCD) e a Organização das Nações Unidas para Alimentos e Agricultura (FAO), e envolveu a mais de 190 países.

Uma delegação do Governo Brasileiro, composta por servidores de vários órgãos federais - MI, DNOCS, Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e Centro de Gestão de Estudos Estratégicos (CGEE) - e do Governo do estado do Ceará, por meio da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME), participou desse evento e apresentou as experiências brasileiras, com base em relatório preparado pelo referido Grupo de Trabalho e em subsídios oferecidos pela representação do

governo do Ceará. Na declaração da reunião mencionada, foi reconhecida a necessidade urgente de uma gestão eficiente das secas, com uma abordagem de gestão de riscos e não reativa e a recomendação de que os países desenhassem e aplicassem políticas nacionais de secas.

Contudo, essa problemática, mesmo em setores mais organizados, como o de recursos hídricos, em que os avanços na gestão foram significativos, com a criação de marcos legais e arcabouços institucionais sólidos, fica evidente que os avanços ainda não foram suficientes para mudar o modelo de resposta às secas. A OCDE (2015), em relatório recente de análise sobre a governança de recursos hídricos no Brasil, recomenda nesse sentido a “definição de prioridades e critérios para orientar decisões de alocação de água, principalmente em situações de eventos críticos”.



### 3

## Retratos da variabilidade climática recente na região

Como visto na seção anterior, a problemática da seca na região vem sendo registrada ao longo da história desde os primórdios da colonização, com o primeiro registro histórico em 1583. Os primeiros registros são realizados em função dos impactos a elas associados, enquanto que as mais recentes são baseadas em observações meteorológicas. Entre esses registros, alguns dos quais citados no item anterior, temos as secas de 1877-1879, 1888-89, 1898, 1900, 1903, 1915, 1919-20, 1931-32, 1942, 1951, 1953, 1958, 1970, 1979-83, 1987, 1992-93, 1997-98, 2002-03, 2010 e a atual, de 2012-15.

Como forma de retratar essa variabilidade climática da região, escolheu-se uma área menor, o estado do Ceará, de modo que a variabilidade temporal não seja suavizada pela variabilidade espacial. Assim, a Figura 2 mostra, para o Ceará, os desvios percentuais em relação à média de precipitação anual do estado. Na mesma figura, estão destacadas as secas com duração de 3 anos ou mais, sendo a de maior duração a de 1979 a 1983, com 5 anos. Conforme essa figura, de 1911 até hoje, ocorreram 2 com duração de 3 anos (1930-32; 1941-43), 2 com duração de 4 anos (1951-54<sup>1</sup> e 2012-2015) e 1 de 5 anos

(1979-83). Essa variabilidade temporal é válida para caracterizar o que acontece no restante do semiárido nordestino.

A seca atual já dura quatro anos (2012-2015), apresentando um quadro de baixas reservas hídricas nos vários estados da Região Nordeste, sendo uma preocupação que deve ter consequências em termos de ações preparatórias que visem a minimizar os impactos desse possível evento. Ao analisar, para o Ceará, os desvios médios para um período de 4 anos, verifica-se que o período de 4 anos compreendido entre julho de 2011 e junho de 2015 é o mais crítico da história em termos de totais de chuva desde 1911, conforme mostrado na Figura 3. A Figura 3 apresenta como a precipitação acumulada no estado do Ceará evoluiu ao longo de 48 meses, começando em cada julho e terminando no terceiro junho seguinte (período de 4 anos) para a média do período 1981-2010, para o registro mais crítico do histórico (julho 1940-junho 1944) e para o período mais recente (julho 2011-junho 2015). A figura apresenta ainda os percentis de 10%, 25%, 50%, 75% e 90% para o período de 1981-2010.

<sup>1</sup> No ano de 1954 ocorreu precipitação abaixo da média, por isso, é considerado um ano de seca meteorológica. No entanto, talvez porque as chuvas foram bem distribuídas, não houve impactos significativos sobre a produção agrícola e sobre a ocupação das pessoas, de modo que não é reconhecido como ano de seca pelos moradores do semiárido.

Na verdade, havia, até 2014, uma crença disseminada entre os habitantes do semiárido no sentido de que “não havia seca em anos terminados em 4”.

### 3. Retratos da variabilidade climática recente na região

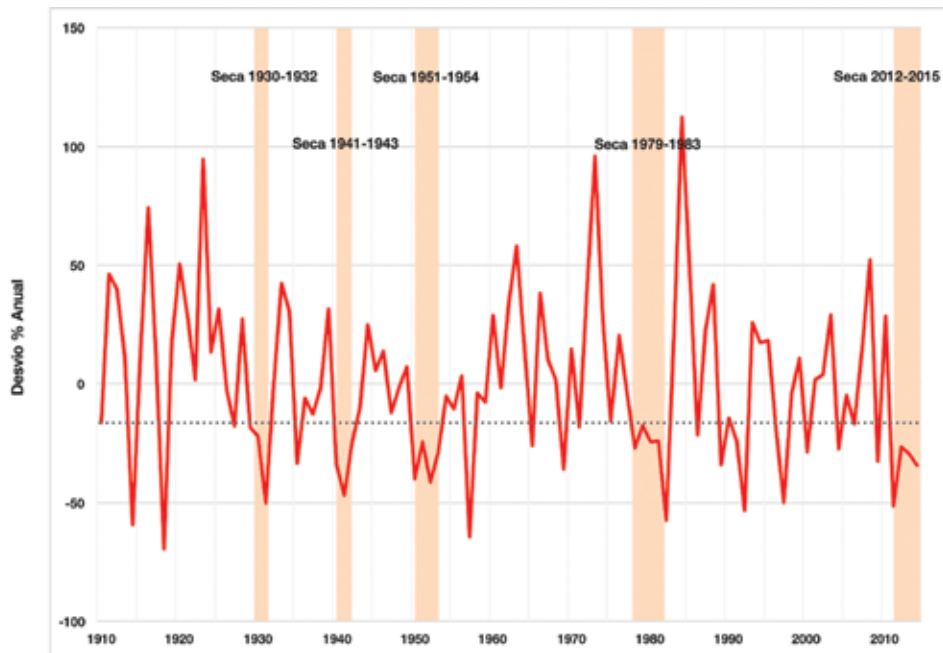


Figura 2. Desvios percentuais anuais em relação à média da precipitação anual do estado. Em destaque, encontram-se as secas com duração de 3 ou mais anos. A linha tracejada abaixo de zero limita as categorias em torno e abaixo da média. (Fonte: FUNCEME).

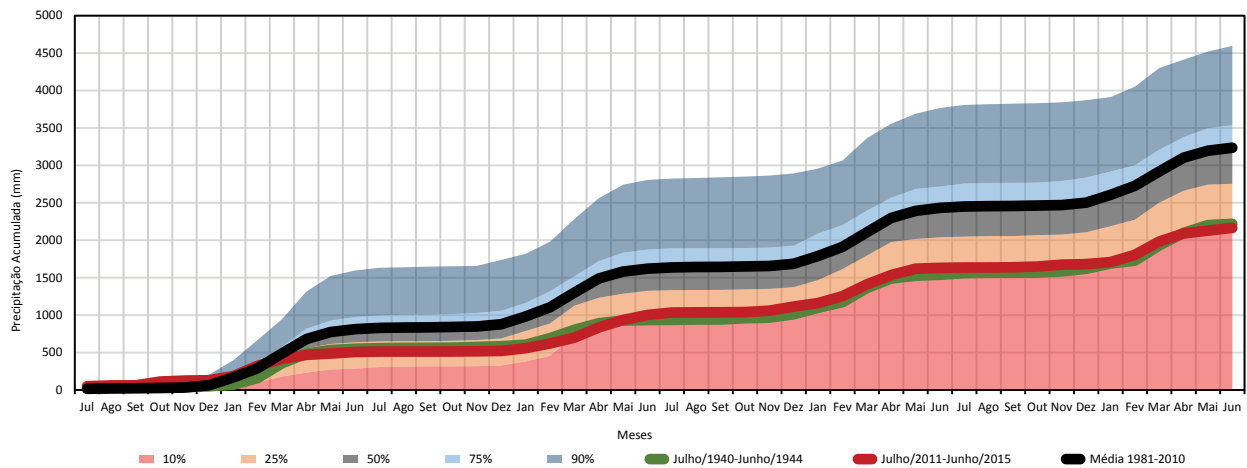


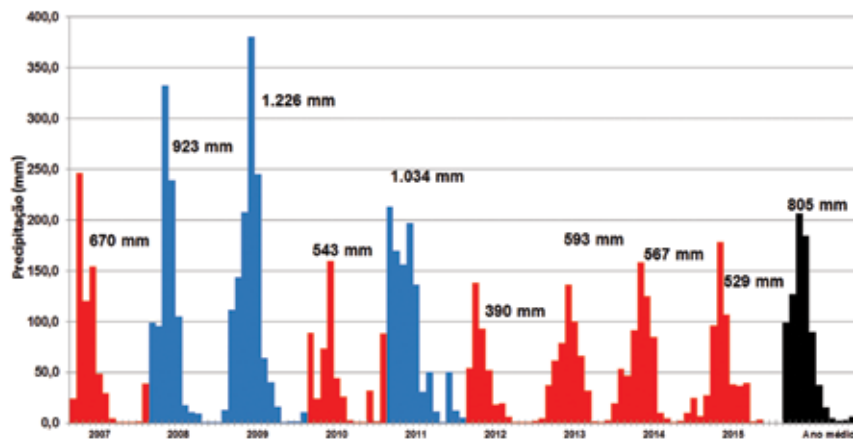
Figura 3. Evolução da precipitação acumulada no estado do Ceará ao longo de 48 meses começando em cada julho e terminando no terceiro junho seguinte (período de 4 anos) em média (1981-2010, linha preta), no registro mais crítico (linha verde, julho 1940-junho 1944) e no período mais recente (linha vermelha, julho 2011-junho 2015). As cores de fundo vermelha, laranja, cinza, azul e azul-escuro correspondem aos percentis 10%, 25%, 50%, 75% e 90%, respectivamente.

(Fonte: FUNCEME).

Para ilustrar a variabilidade climática recente, típica da região, a Figura 4 apresenta a distribuição intra e interanual das chuvas ao longo do período 2007 a 2015 para (a) o estado do Ceará e (b) a Região Nordeste, bem como o ano médio (climatologia mensal). Em vermelho, cinza e azul, estão apresentados os anos abaixo, em torno e acima da média, respectivamente. Esse padrão de sequência de anos secos, ainda que não exatamente os mesmos anos, foi observado para o semiárido da Região Nordeste. A natureza

da resposta a essa variabilidade climática tem sido reativa em sua essência, seja em anos de excesso de chuva (p.ex., aumento do rebanho, aumento da área a ser plantada), seja em anos de escassez (p.ex., perfuração de poços, adutoras emergenciais etc.). Para o estado do Ceará, entre 2007 e 2015, foram observados seis anos secos (2007, 2010, 2012-2015) e três chuvosos (2008, 2009 e 2011), enquanto que para o Nordeste como um todo o ano de 2014 foi considerado um ano em torno da média.

(a)



(b)

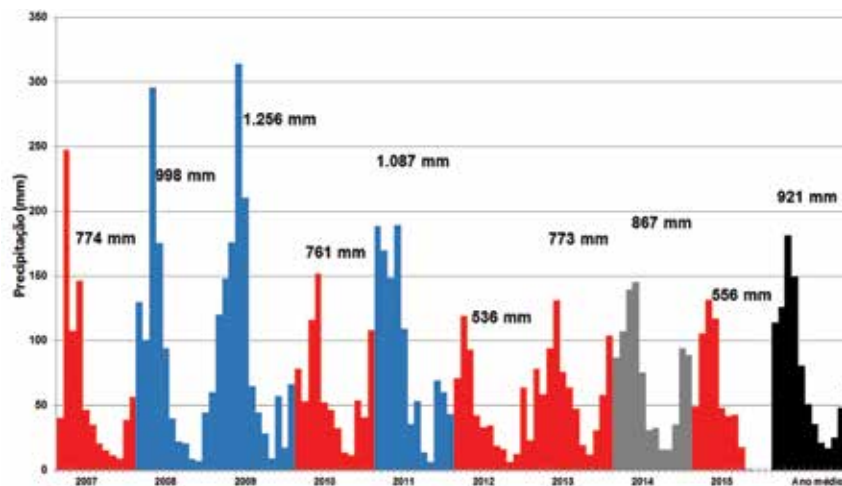


Figura 4. Distribuição intra e interanual das chuvas para (a) o estado do Ceará e (b) Região Nordeste para o período 2007-2015. Em vermelho, cinza e azul estão apresentados os anos enquadrados abaixo, em torno e acima da média, respectivamente. O ano médio (climatologia mensal) é apresentado, em preto, à direita de cada figura.

(Fonte: FUNCEME gerada a partir de dados das redes federais e estaduais).

3. Retratos da variabilidade climática recente na região

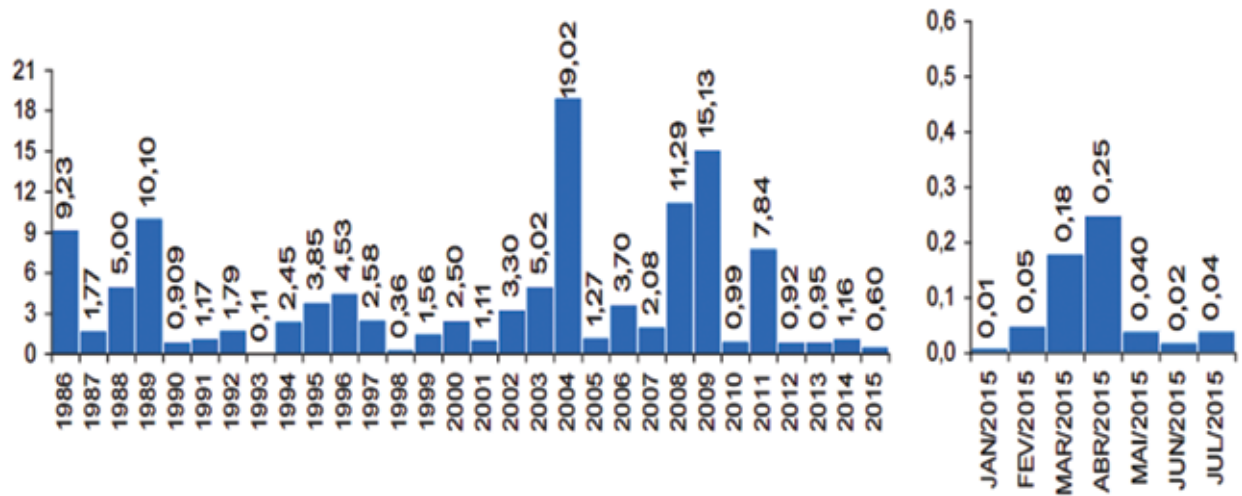


Figura 5. Retratos da Variabilidade Hidrológica na Região Nordeste. Evolução do aporte aos reservatórios do estado do Ceará entre 1986 e 2015 à esquerda, e a evolução do aporte ao longo de 2015, à direita (Não inclui os açudes das transferências para RMF: Curral Velho, Pacajus, Pacoti, Riachão e Gavião).

(Fonte: COGERH).

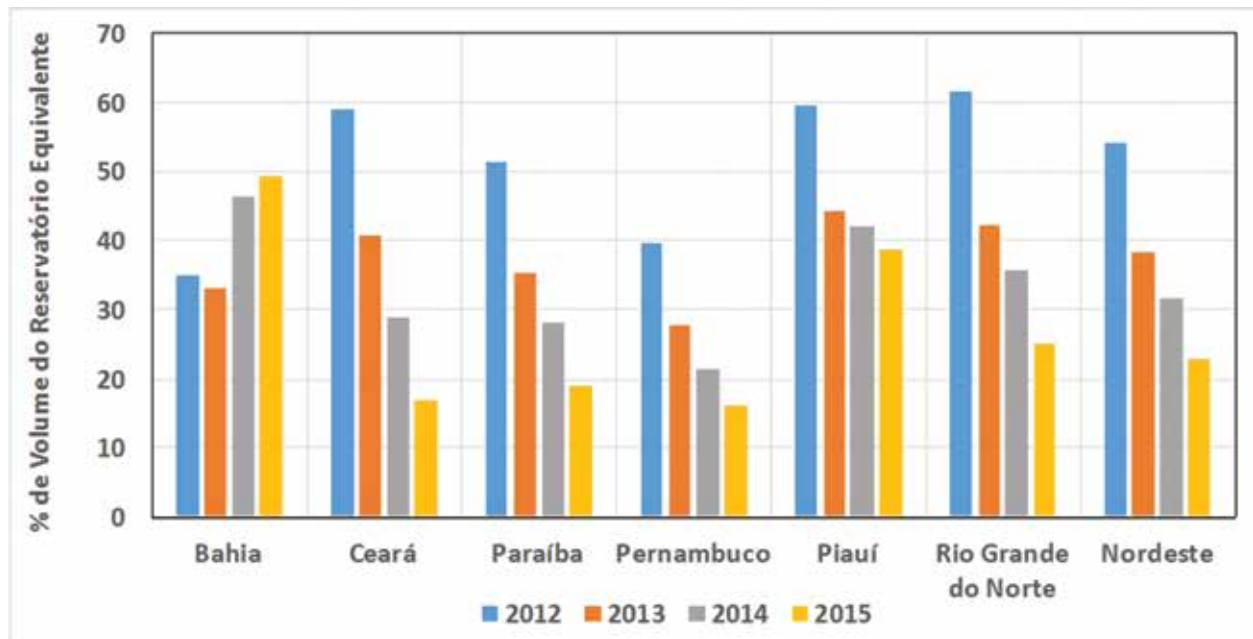
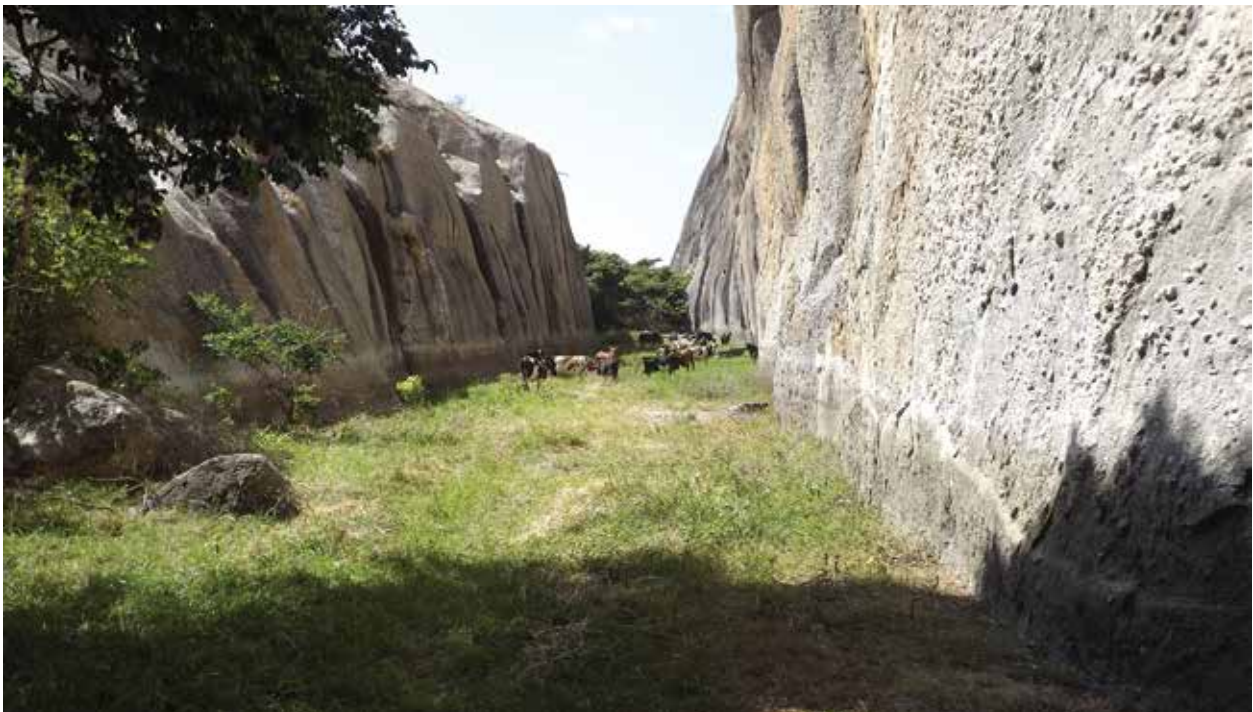


Figura 6. Evolução da % de volume armazenado no Reservatório Equivalente em setembro ao longo da seca de 2012 a 2015.

(Fonte: ANA, 2015).



(a) Vista Alegre, em 2008.



(b) Vista Alegre, em 2015.

Figura 7. Retratos da Variabilidade Climática: Localidade Vista Alegre, no município de Quixeramobim, em (a) 2008 e (b) 2015.

(Fonte: FUNCEME).

Como consequência natural da variabilidade climática ao longo da seca pluri-anual de 2012 a 2015, foi observada, em geral, uma variabilidade significativa no aporte aos reservatórios da região, assim como na % armazenada nesses reservatórios. Na Figura 5 são apresentados estes retratos da variabilidade hidrológica na região, onde é possível observar a evolução do aporte aos reservatórios do estado do Ceará entre 1986 a 2015 à esquerda, e a evolução do aporte ao longo de 2015 à direita. Baseado nessa figura, fica claro que o aporte aos reservatórios do Ceará em 2015 foi o terceiro menor para o período de 1986 a 2015, superando apenas o ocorrido em 1993 e 1998. Na Figura 6 é apresentada a evolução

da % do volume armazenado no reservatório equivalente, de alguns estados e da região como um todo, em setembro, ao longo da seca de 2012 a 2015.

A Figura 7 mostra retratos dessa variabilidade para a localidade de Vista Alegre, no município de Quixeramobim, durante os anos de 2008 e 2015, respectivamente. A região em torno dessa localidade está completamente devastada pelos efeitos dos 4 anos de seca, enquanto que, pelas condições locais protegidas por dois monólitos, a pouca chuva ocorrida ao longo de 2015 ainda permitiu a manutenção de pastagem suficiente para o gado.



## 4

# A necessidade de um novo conceito na gestão de secas

Os investimentos pesados realizados em infraestrutura hídrica nos anos 1990 e 2000 pareciam ter sido uma resposta aos impactos das secas na região, pelo menos no que se refere ao atendimento às demandas ligadas aos hidrossistemas construídos (demandas urbanas, agricultura irrigada em perímetros etc.). Entretanto, a seca pluri-anual atual (2012-2015), a mais grave dos últimos 50 anos, tem demonstrado que décadas de soluções estruturais, embora necessárias, foram insuficientes para suportar essa sequência de vários anos com chuvas abaixo da média. Isso evidencia a necessidade de se estimular uma reflexão mais profunda em termos de política pública no Brasil, uma vez que a fragilidade não está limitada a problemas de infraestrutura, mas também à gestão de curto, médio e longo prazo dessas secas.

O foco histórico no gerenciamento das secas no Brasil permaneceu mais reativo em natureza, com mecanismos de resposta orquestrados durante épocas de seca por comitês de seca temporários, liderados pelo Escritório Executivo do Presidente em nível federal, e por secretários setoriais em nível estadual. Por não se tratarem de instituições iterativas ou permanentes, esses comitês tendem a representar arranjos

de coordenação institucionais *ad hoc*, que são muitas vezes criticados por não conseguirem fornecer ações rápidas, abrangentes, bem integradas e coordenadas conjuntamente com os estados. Os estados, por sua vez, por suas fragilidades institucionais, de recursos humanos e financeiros, ficam, em geral, limitados aos programas pensados pela União.

Adicionalmente, as instituições responsáveis pelo monitoramento (e previsão) meteorológico, hidrológico ou agrícola na União e estados atuam de forma independente, todas essas possuindo produtos específicos relativos ao monitoramento das secas. Consequentemente, estados e União, muitas vezes, não concordam com o nível de severidade de seca atribuído por uma das esferas da administração para uma determinada região, havendo, assim, divergências no reconhecimento das necessidades de mobilização ou desmobilização de recursos, em particular aqueles de natureza emergencial. Fica clara a importância de uma ação mais concertada entre os entes federais e estaduais que possuem aderência à temática.

Além do sombreamento evidente entre instituições nessa ação, é possível identificar em uma mesma instituição mais de um produto

com igual finalidade, e sendo a dimensão da seca monitorada quase sempre a mesma - a meteorológica. Um dos motivos é o fato de esses produtos serem frutos de projeto individual e não de algo estruturado de uma Política Nacional de Secas. Outra característica deles é que não utilizam de forma integrada todos os dados das múltiplas redes estaduais e federais existentes no país.

A simples diversidade de instituições, com seus produtos associados ao monitoramento sistemático das secas, não resultou em um aumento do nível de alerta com relação às mudanças de severidade de seca na Região Nordeste. Embora alguns estudos na área de governança associem vantagens ao fato de se criar redundância entre instituições (Landau, 1969; Scott, 1985) e reforcem o argumento de que elementos redundantes podem ser usados de formas muito diferentes em diversos sistemas, isso pressupõe a existência de uma coordenação e articulação adequadas (Lerner, 1986; Felsenthal, 1980). Informação útil é gerada, mas não utilizada na gestão das secas da região, o que nos leva a crer que a necessidade de mudança passa não somente pela criação de um novo produto, mas sim pela criação de um processo que envolva as instituições estaduais e federais ligadas ao monitoramento/previsão de secas e resposta aos seus impactos.

Além disso, faz-se ainda necessária uma melhor compreensão das vulnerabilidades do semiárido, antes de se definir a realização de investimentos em infraestrutura para levar mais água a regiões já vulneráveis ambientalmente. Isso passa pela definição de um modelo de desenvolvimento adequado à região, o qual deve incorporar a

informação climática ao planejamento do estado, seja nos projetos de grandes infraestruturas, agora com o olhar de médio e longo prazos do clima, seja no gerenciamento dessas com o olhar de curto prazo.

Fica claro que, pelo exposto até agora, a gestão de secas no país tem focado no tratamento dos sintomas e não nas vulnerabilidades diante de tal fenômeno, sendo basicamente uma resposta à crise já instalada, ou seja, uma Gestão Reativa às secas. Existe a necessidade de uma mudança de paradigma, passando desta Gestão de Crises para uma Gestão de Riscos diante da possibilidade de ocorrência de uma seca. A Gestão de Riscos, ou, em outras palavras, uma gestão proativa da seca, significa tratar as vulnerabilidades, e não os sintomas, a partir de mecanismos para melhor monitorar e antecipar eventos de seca, o que deve orientar as medidas de preparação e alívio aos efeitos da seca (Ver Figura 8).

Durante a **Reunião de Alto Nível de Políticas Nacionais sobre Seca** (OMM, 2013) em Genebra, a delegação brasileira ouviu exaustivamente de especialistas e de representantes de outros governos que *“...sem uma política nacional coordenada contra a seca, que compreenda sistemas eficazes de controle e de alerta precoce para difundir informação oportuna às instâncias decisórias, procedimentos eficazes de avaliação dos efeitos, medidas de gestão de risco proativas, planos de prevenção destinados a aumentar a capacidade de fazer frente às secas e programas eficazes de resposta em caso de emergência encaminhados a reduzir os efeitos da seca, os países seguirão respondendo à seca mediante métodos de reação a posteriori (gestão de crise)”*.



Figura 8. O ciclo da gestão de riscos e desastres. A ênfase nas secas, tipicamente reativa e de gestão de crise, aparece em vermelho, na metade inferior da figura, enquanto que a mudança de paradigma, necessária para uma gestão mais proativa do risco e para a preparação para a seca aparece na metade superior da figura, em azul.

(Fonte: Figura adaptada de Don Wilhite, Universidade de Nebraska, Lincoln, EUA).

O Ministério da Integração, convencido de que esse era o caminho a ser adotado, em complemento aos esforços desenvolvidos pelo Grupo de Trabalho, solicitou uma Assistência Técnica (AT) do Banco Mundial, dadas a sua experiência e a sua capacidade de articular o acesso a experiências internacionais.

Essa Assistência Técnica, foi estruturada, tomando como base os pilares a seguir

(Gutierrez et al., 2014): (1) Monitoramento robusto e previsão/alerta precoce; (2) melhor compreensão das vulnerabilidades/resiliência e impactos; e (3) um planejamento da resposta mais coordenado e sistemático, além do desenvolvimento de uma estratégia de mitigação de longo prazo. A Figura 9 ilustra esses três pilares de preparação para a seca e as questões-chave que cada pilar pretende resolver visando aumentar a resiliência à seca



Figura 9. Os três pilares da preparação às secas que suportam uma mudança de paradigma longe da gestão reativa de crise e em direção a abordagens mais proativas para eventos de seca.

(Fonte: Gutierrez et al., 2014).

quebrando o paradigma passando de uma gestão reativa de secas a uma gestão proativa de secas.

Como parte do primeiro pilar, o monitoramento foi escolhido como ponto de

partida, adotando-se aqui o mesmo conceito usado no Monitor de Secas utilizado nos Estados Unidos da América e no México, porém adaptado ao Brasil. Esse processo de monitoramento passa a ser descrito na seção a seguir.

## 5

# Um sistema pactuado de monitoramento

O contexto anteriormente descrito tem agora estimulado um diálogo já conhecido dentro do país para melhorar a política e a gestão de secas. A necessidade de uma resposta mais concertada do estado à ocorrência de secas, envolvendo todas as suas esferas administrativas - federal, estadual e municipal -, e não só de forma emergencial, mas também em caráter proativo buscando, nesse sentido, se antecipar aos impactos, levou o Ministério da Integração Nacional a pensar em uma formulação mais estruturada da Política Nacional de Secas do país.

No passado, observou-se que essa conversa ganha ou perde relevância em função do ciclo de seca, com apenas algum progresso incremental sendo realizado na direção da gestão mais proativa de secas. Inicialmente, devido à complexidade do tema, o governo resolveu concentrar esforços no primeiro e mais fundamental pilar de preparação às secas: o monitoramento das secas (Gutierrez et al., 2014; Wilhite et al., 2005). Esse monitoramento é um fator-chave para facilitar a mudança de paradigma pretendida: passar de uma gestão de crise (ou reativa) a uma gestão de risco (ou proativa).

Assim, como primeira etapa, buscou-se a concepção de um modelo de monitoramento de secas que apresenta diferenciais com relação aos monitoramentos convencionais realizados pelas diversas instituições do país, sejam essas em nível federal, sejam em estadual. O modelo de monitoramento escolhido foi inspirado nos esforços de gestão de secas do México e dos Estados Unidos e reúne informações de instituições federais e estaduais para produzir um único mapa, inicialmente mensal, das condições de secas para a região. Esse modelo exige uma articulação intensa entre instituições estaduais e federais, motivo pelo qual se resolveu limitar a sua execução, em um primeiro momento, à Região Nordeste. Da mesma forma que o processo e a cooperação institucional que lhe dão suporte, o Mapa (produto final do monitoramento) visa melhorar a definição e o entendimento comum da situação atual da seca, bem como aumentar o nível de alerta compartilhado entre as esferas de administração, a eficiência e a efetividade das respostas de políticas públicas de assistência à população nordestina. Esse modelo é, a partir de agora, referido como Monitor de Secas, ou simplesmente Monitor. As diferenças em relação aos sistemas convencionais serão detalhadas a seguir.

A primeira diferença é que o Monitor de Secas proposto é um processo, e não somente um mapa produzido automaticamente a partir de cálculos numéricos de indicadores de secas que nem sempre refletem a intensidade e/ou a natureza da seca vivenciada localmente. As razões para essas diferenças entre os sistemas tradicionais e o Monitor são várias:

- a) Total de precipitação não reflete impactos: a maioria dos produtos de monitoramento de secas focam na dimensão meteorológica da seca ou, em outras palavras, na quantidade de precipitação observada. A precipitação abaixo da média em um dado período pode, por exemplo, resultar em safra e afluências a reservatórios acima da média, muito em função da natureza da distribuição temporal dessa precipitação ao longo do período. Logo, do ponto de vista da formulação de políticas públicas, monitorar secas apenas com o olhar meteorológico é insuficiente;
- b) A densidade da rede existente nunca será suficiente para refletir a intensidade de uma seca em cada localidade, devido, em grande parte, à variabilidade espacial da precipitação, solos, vegetação, uso do solo, entre outras características físicas; e
- c) Não há fase de validação local dos impactos nos sistemas convencionais de monitoramento.

O Monitor de Secas consiste em um processo que conta com a participação e a

colaboração de instituições de clima e dos setores de recursos hídricos e agricultura dos diversos estados do Nordeste, assim como de instituições federais, visando a identificação da severidade da seca da região em suas dimensões meteorológica, hidrológica e agrícola. O caminho até a implementação operacional do Monitor não foi trivial, talvez porque a maioria das instituições entendia que já realizava um monitoramento adequado das secas. Foi necessário demonstrar a importância do processo do Monitor, cuja natureza é participativa e colaborativa, aberta à agregação de informações e experiências das instituições relevantes no processo de monitoramento, além de contar com uma validação local por parte de instituições com capilaridade na região. Para facilitar o convencimento das várias instituições a participarem do Monitor, foram realizadas oficinas de trabalho no Nordeste somadas a reuniões bilaterais entre a equipe da AT do Monitor e cada instituição. Dessa forma, demonstrou-se uma clara preocupação em ouvir o que cada instituição tinha a dizer, incentivando sugestões e críticas, as quais, sempre que possível, foram incorporadas no desenvolvimento do processo do Monitor de Secas.

Apesar dos imensos desafios e dificuldades, este processo participativo e colaborativo tem proporcionado a integração de bases de dados da região, que permitem o cálculo de diferentes indicadores de seca e reunião de produtos de apoio gerados a partir de informações ligadas à temática da seca, em geral, provenientes de sensoriamento remoto. A combinação dos indicadores de seca e produtos de apoio é responsabilidade de uma

instituição autora do Nordeste e resulta em um primeiro mapa (1º rascunho do Monitor de Secas). Em seguida, para identificar as discrepâncias entre o mapa gerado pela instituição autora e as evidências locais, ele é submetido a um processo de validação local, que faz uso de atores que vivenciam localmente os impactos da seca. A validação é uma das etapas mais importantes, pois o mapa possui certa subjetividade, principalmente em razão da baixa densidade da rede de dados observados, comentada anteriormente. Esse processo de validação é repetido até chegar-se a um mapa final de consenso entre todas as instituições envolvidas no processo, autoras e validadoras. Como consequência da natureza participativa e colaborativa entre instituições das esferas estaduais e federais, um maior nível de consciência comum quanto à severidade da seca impactando a região vem se consolidando.

O Sistema de Monitoramento de Secas deve, pelas razões acima apontadas, ter as seguintes características:

- a) Ser resultado de um conjunto de ações concertadas entre União e estados, ou seja, um processo participativo, coordenado pela União;
- b) Por ser um processo complexo, seja pelo arcabouço institucional, seja pelos aspectos operacionais, o processo do Monitor de Secas deve começar simples e evoluir ao longo dos anos (p.ex. pela inclusão de novos indicadores, estações, informações auxiliares providas de sensoriamento remoto e modelagem para o 1º rascunho do mapa);

- c) Contar com a autoria dos estados na elaboração do produto final, com o acompanhamento de um ente federal;

- d) Contar com validação local dos estados de secas identificados no processo de construção do mapa. Assim, o Monitor de Secas fará uso de uma rede de validadores locais, os quais são responsáveis em confirmar ou contestar o estado de seca apontado para uma dada área a partir do cálculo dos vários indicadores de secas (meteorológica, hidrológica e agrícola); e

- e) Possibilitar a definição de gatilhos para disparar respostas dos governos às secas observadas.

A natureza colaborativa entre estados e União, assim como o processo de validação local, garante o consenso entre as duas esferas no que se refere ao estágio de desenvolvimento de uma seca, evitando assim divergências no reconhecimento das necessidades de mobilização ou desmobilização de recursos, em particular aqueles de natureza emergencial, para uma dada área da Região Nordeste. A Tabela 1 apresenta as categorias de secas e seus impactos associados utilizados pelo Monitor para melhorar a definição e a caracterização das secas no Brasil. O Monitor foi trabalhado de forma integrada e sistemática visando o monitoramento das secas e a validação local dos seus impactos. Adicionalmente, o Monitor de Secas está ligado ao diálogo sobre uma política nacional de convivência com o semiárido e preparação para as secas, criando a arquitetura para o diálogo e a integração institucional.

Na sua forma mais visível, o Monitor tem a intenção de produzir, neste primeiro momento, um mapa mensal que descreve o estado atual da seca em toda a região, por meio de cinco categorias de seca (ver Tabela 1). Esse processo fornece uma definição mais sutil e objetiva de seca de acordo com uma metodologia que pondera diferentes indicadores em um único mapa de consenso para todo o Nordeste,

sendo o nível de severidade da seca objeto de validação local. A Figura 10 mostra um exemplo de mapa do Monitor (de setembro de 2015), seguindo as mesmas categorias descritas na Tabela 1.

**Tabela 1. Estágios de seca, ou categorias, as quais definem a intensidade de seca no Mapa do Monitor.**

(Fonte: Adaptado do National Drought Mitigation Center, Lincoln, Nebraska, EUA<sup>2</sup>).

Categoria	Percentil	Descrição	Impactos Possíveis
S0	30 %til	Seca Fraca	Entrando em seca: veranico de curto prazo diminuindo plantio, crescimento de culturas ou pastagem. Saindo de seca: alguns déficits hídricos prolongados, pastagens ou culturas não completamente recuperadas.
S1	20 %til	Seca Moderada	Alguns danos às culturas, pastagens; córregos, reservatórios ou poços com níveis baixos, algumas faltas de água em desenvolvimento ou iminentes; restrições voluntárias de uso de água solicitadas.
S2	10 %til	Seca Grave	Perdas de cultura ou pastagens prováveis; escassez de água comum; restrições de água impostas.
S3	5 %til	Seca Extrema	Grandes perdas de culturas / pastagem; escassez de água generalizada ou restrições.
S4	2 %til	Seca Excepcional	Perdas de cultura / pastagem excepcionais e generalizadas; escassez de água nos reservatórios, córregos e poços de água, criando situações de emergência.

<sup>2</sup> A tabela foi desenvolvida para os EUA, e, mesmo não sendo esperadas grandes modificações, é necessário ajustá-la para a Região Nordeste do Brasil.



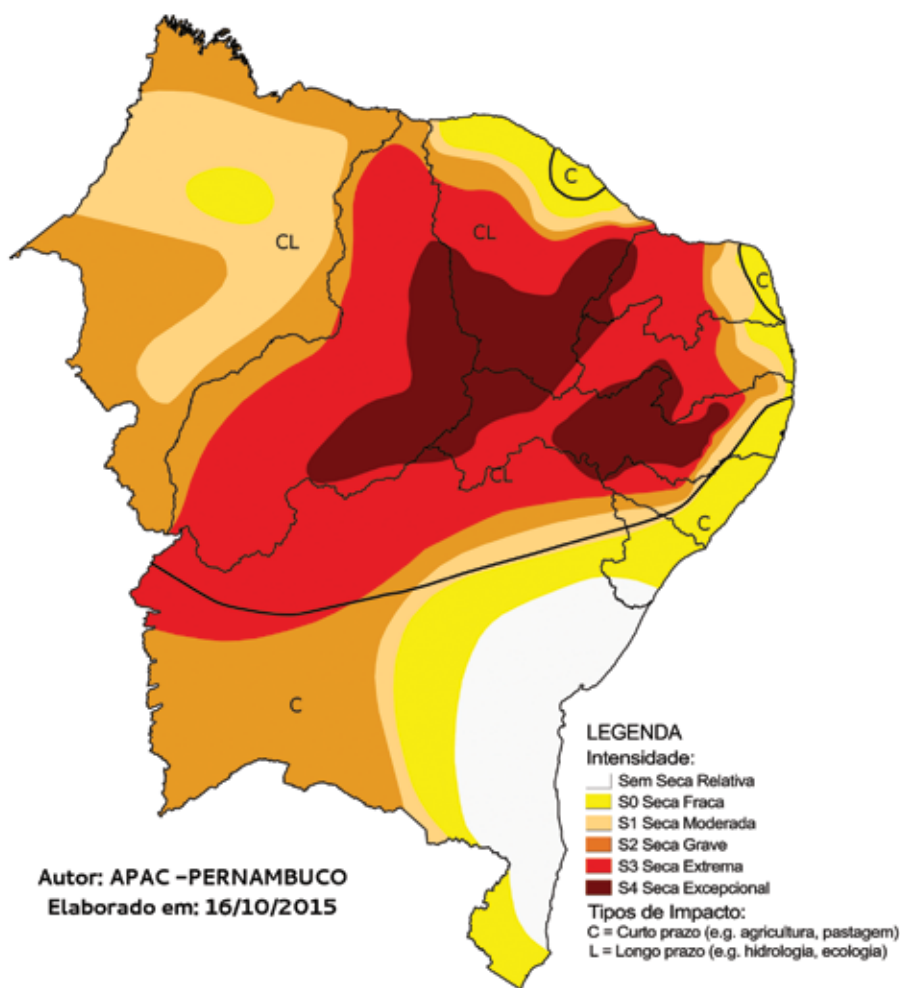


Figura 10. Mapa do Monitor de Secas para o mês de setembro de 2015.

(Fonte: <http://monitordesecas.ana.gov.br>).

O Monitor de Secas constitui-se, assim, um instrumento de apoio à tomada de decisão gradual, visando tanto a preparação como a resposta aos efeitos das secas, a partir da indicação de sua severidade e sua tendência de duração (curto, médio ou longo prazo), observando-se as características anteriormente ressaltadas. Esse processo, descrito a seguir, serve como base e mecanismo de apoio à política de seca proativa.

Observa-se que a coordenação e o compartilhamento dos esforços em torno da produção do Monitor têm começado a gerar externalidades positivas. A iniciativa do Monitor tem proporcionado uma grande integração entre as instituições federais e estaduais envolvidas, fazendo-se necessário aproveitar este momentum, alcançado pela solução técnica, para continuarmos evoluindo na direção de mudança de paradigma no que se refere à Gestão de Secas.



## 6

## A construção da iniciativa

---

**N**esta seção é apresentado de forma resumida como foi conduzido o processo de construção da iniciativa de desenho e desenvolvimento do Monitor de Secas do Nordeste, apresentando as premissas ou princípios norteadores, as fases de desenvolvimento e os principais marcos desse processo de construção no período de outubro de 2013 até o fim de 2015.

Devido ao espírito colaborativo do Monitor de Secas, e com vistas à sustentabilidade da iniciativa, o processo de desenho e desenvolvimento precisou de uma **abordagem participativa e aberta** para a inclusão de novos atores a qualquer momento, contribuindo para sua consolidação e fortalecimento institucional e incentivo à apropriação.

As premissas mais presentes foram a de “**começar simples**” e “**aprender fazendo**”. Considerando os desafios para alcançar um sistema pactuado de monitoramento mencionados na seção anterior, ao longo do processo, a prioridade foi produzir uma plataforma simples e sólida, que fosse evoluindo de maneira natural à medida que se identificassem as dificuldades e os desafios para a construção da iniciativa. Cabe ressaltar que os resultados alcançados são extremamente

animadores e promissores, e que, após meses de “aprender fazendo”, o processo ganhou fortalecimento institucional e apropriação por parte dos que produzem, validam e utilizam, ainda que de maneira experimental, os resultados do Monitor. O processo continua em constante evolução, permitindo melhorias e ajustes a qualquer momento, e assim deve permanecer ao longo de seu funcionamento.

Para a construção da iniciativa, foi formada uma equipe multidisciplinar que incluiu especialistas da Universidade Federal do Ceará (UFC), da Universidade de São Paulo (USP) e do Banco Mundial, sendo esse grupo o responsável pela dinamização do desenho e desenvolvimento da plataforma do Monitor de Secas. Foi possível contar com a colaboração do Centro Nacional de Mitigação de Secas dos Estados Unidos de América (NDMC) e da Comissão Nacional de Água de México (CONAGUA), onde parte da equipe brasileira conheceu em profundidade as metodologias de monitoramento desses países. Especialmente cabe ressaltar a participação de experientes membros do NDMC durante o processo de construção do Monitor, o qual facilitou a troca de conhecimentos do *US Drought Monitor* e sua adaptação para a realidade do Nordeste do Brasil.

Ao longo do processo, foram realizadas várias oficinas de trabalho, as quais envolveram instituições estaduais, federais, municipais e representação da sociedade civil. Nessas oficinas de trabalho, eram apresentados os avanços e resultados gerados, obtendo orientações e recomendações de melhora. Além de serem plataformas de participação, elas eram mecanismos de fortalecimento de capacidades (ao ir aprofundando e ampliando o conhecimento das ferramentas discutidas) e também de apropriação da iniciativa, pela divulgação realizada por cada um dos participantes das oficinas (internamente, nas próprias instituições; e externamente, em diversos foros, como os comitês de seca estaduais). Nesse período (outubro 2013 – dezembro 2015), também foram realizadas várias reuniões com autoridades de instituições federais e estaduais com vistas à consolidação da iniciativa.

Para fortalecer a participação e a transparência, a comunicação foi um elemento importante ao longo da AT, compartilhando os materiais

produzidos nos trabalhos realizados com os parceiros envolvidos, por meio de Boletins de Notícias do Monitor periódicos, fazendo um rastreamento de mídia sobre o Monitor de Secas e elaborando materiais específicos de disseminação do Monitor, como a presente publicação e vídeos institucionais os quais serão disponibilizados no site do Monitor (<http://monitordesecas.ana.gov.br/>).

O Monitor de Secas do Nordeste foi construído em duas fases: (i) fase de desenho do processo do Monitor e (ii) fase experimental e de preparação para fase operacional, tal e como se mostra na Figura 11.

**A primeira fase, de desenho e concepção do sistema de monitoramento,** ocorreu entre outubro de 2013 e julho de 2014. Essa fase iniciou no fim de 2013 com um diagnóstico institucional, por meio da aplicação de um questionário para instituições ligadas à seca dos 9 estados do Nordeste, verificando seu conhecimento e sua visão sobre a temática,

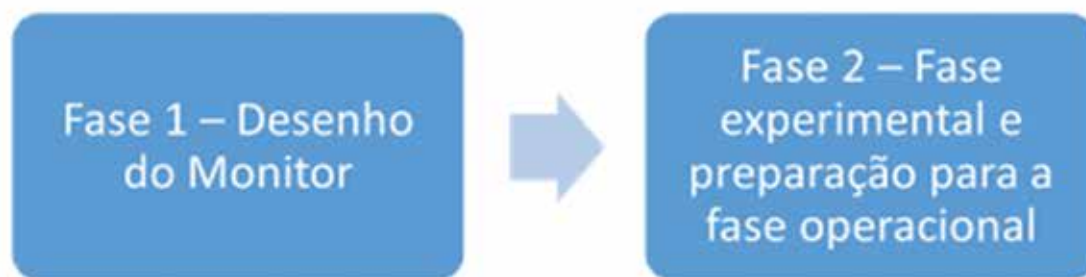


Figura 11. Fases de construção do Monitor de Secas do Nordeste.

(Fonte: Elaboração própria).

além de questões sobre vulnerabilidades e ações. Também foi iniciado o trabalho de diagnóstico de Tecnologias da Informação, desenvolvido ao longo das duas fases e que serviu como base para o Banco de Dados Integrado do Monitor de Secas do Nordeste.

O primeiro encontro com as instituições federais e estaduais, com potencial de envolvimento no processo do Monitor, foi realizado em Fortaleza, em janeiro de 2014, na primeira oficina de trabalho da AT, que teve como foco apresentar a AT, e entre outros assuntos foram apresentados: (i) conceitos fundamentais para o Monitoramento de Secas e Planos de Preparação e as experiências de EUA e México nestes eixos (contando com a participação do NDMC e do CONAGUA), o qual teve importante papel em esclarecer aspectos ligados ao envolvimento das instituições e à condução do processo nesses países; (ii) o diagnóstico institucional e os resultados preliminares do diagnóstico de Tecnologia de Informação (TI) para o desenho e a implementação do Monitor de Secas do Nordeste. Também é importante ressaltar que foram realizadas discussões norteadoras para o desenho operacional e institucional do Monitor.

Essa primeira oficina permitiu orientar a preparação de uma proposta operacional e institucional para a construção efetiva do Monitor de Secas do Nordeste. Para isso, em março de 2014, técnicos brasileiros foram treinados pelo NDMC e CONAGUA no processo do Monitor de Secas e Planos de Preparação para as secas, implementados, respectivamente, nos EUA e no México. Esse

treinamento foi estratégico para conhecer as metodologias de monitoramento de ambos os países com vistas a adaptá-las à realidade do Nordeste do Brasil.

Na segunda oficina de trabalho, realizada em Recife, em maio de 2014, o foco foi apresentar os avanços realizados, destacando: (i) a apresentação dos resultados dos treinamentos no México e nos EUA, mencionados anteriormente; (ii) e a discussão da proposta de arranjo operacional (ver seção 7 para mais detalhes) e institucional do Monitor de Secas do Nordeste. A proposta institucional discutida apresentava uma instância mais política (Conselho Diretor), envolvendo instituições-chave federais e estaduais com vistas a relacioná-la com a construção de uma Política Nacional de Secas. Além de uma parte mais operacional, com comissões *ad hoc* para tratar temas específicos de interesse do Monitor e com uma Instituição Central para coordenar o processo de traçado e validação, trabalhando em articulação estreita com um Corpo Consultivo, com caráter estratégico, por meio de recomendações a serem implementadas em nível regional no contexto do Monitor. Durante a oficina, foram levantadas várias recomendações e orientações, ressaltando: (i) a indicação da ANA como Instituição Central da parte operacional do Monitor; (ii) a necessidade de realizar um treinamento para os estados sobre a metodologia de traçado e validação dos mapas do Monitor de Secas do Nordeste para dar início à implementação do Monitor, ainda que de forma experimental; e (iii) a necessidade de avançar na consolidação do arranjo institucional do Monitor.

Essa oficina permitiu orientar a preparação

do treinamento mencionado, para o qual foi necessária a organização de materiais didáticos práticos para o treinamento e início da preparação de guias metodológicas de apoio ao traçado e validação, assim como a preparação do Banco de Dados Integrado do Monitor de Secas do Nordeste. Esse Banco de Dados está em contínuo crescimento, integrando informações de diferentes instituições federais e estaduais, sendo realizados grandes esforços para a integração e a automatização do acesso aos dados, análise desses e cálculo dos indicadores de seca necessários para a produção do Monitor (ver seção 8.1. para mais detalhes).

O primeiro treinamento foi realizado em Fortaleza, em agosto de 2014, tendo representantes de instituições de sete estados do Nordeste e de duas instituições federais e contou com o apoio do NDMC, com a participação de um representante durante todas as atividades (Ver Figura 12).

O treinamento representou o marco entre o fim da fase inicial de desenho do Monitor e a fase experimental e de preparação para a fase operacional, pois, a partir dele, desde agosto de 2014, as atividades do Monitor passaram da teoria para a prática, seguindo a premissa anteriormente comentada de “aprender fazendo”. Desde então, o mapa do Monitor de Secas é produzido mensalmente por representantes federais e dos nove estados do Nordeste, sendo um processo-chave para a consolidação e a apropriação operacional e institucional do Monitor (ver mais detalhes na seção 9).

Em paralelo, como resultado da necessidade de avançar no âmbito institucional, em setembro de 2014, foi assinado um Acordo de Cooperação Técnica entre MI-ANA-FUNCEME visando facilitar o processo de transição da liderança do processo da FUNCEME para a ANA, a partir de toda a sua documentação e reuniões regulares envolvendo MI, ANA e FUNCEME, para discussão de desafios a serem vencidos até a operacionalização do Monitor.

A terceira e última oficina técnica da AT foi realizada em Salvador, em novembro de 2014, e teve como foco: (i) apresentar os avanços realizados para o desenho e implementação do Monitor de Secas do Nordeste, incluindo as atividades e os acordos ocorridos no treinamento de agosto de 2014; e (ii) discutir os próximos passos para finalização do Assistência Técnica. As principais recomendações dessa oficina foram: (i) a necessidade de fortalecer o processo de validação e (ii) a necessidade de formalizar um arranjo institucional inicial para lançar oficialmente o Monitor.

O último evento organizado para o Monitor, no âmbito da AT do Banco, foi o treinamento para Autores e Validadores, realizado em março/abril de 2015, no Recife, tendo representantes de instituições de oito estados do Nordeste e de três instituições federais, além do apoio do NDMC. O treinamento visou fortalecer os processos de traçado e validação do Monitor, passando de 11 instituições envolvidas nos processos de traçado e validação a 21 instituições depois do treinamento.



**Figura 12. Participantes do primeiro treinamento realizado em Fortaleza em agosto de 2014.**

(Fonte: FUNCEME).

Na última fase da AT, além de dar continuidade à produção do Monitor mês a mês, indicativo de consolidação da iniciativa, os esforços foram dedicados a avançar nos arranjos institucionais necessários para o lançamento operacional do Monitor. Nesse sentido, por um lado, o MI, a ANA e o INMET assinaram, em dezembro de 2015, um Acordo de Cooperação Técnica em torno do Monitor de Secas, consolidando a articulação para um adequado funcionamento

deste. Em paralelo, a ANA vem avançando na discussão dos acordos das Salas de Situação da agência junto dos estados do Nordeste, para incorporar o Monitor de Secas dentro do escopo desse instrumento.

Com os avanços realizados na parte operacional e institucional, espera-se que, no início de 2016, o Monitor seja lançado oficialmente.





# 7

## O processo do Monitor

---

O Monitor de Secas não é um produto produzido de forma automática, mas por meio de um processo que está baseado na transparência de informações e na convergência de evidências. Diferentemente dos métodos tradicionais de monitoramento de seca, em que instituições e produtos são tratados de forma independente, o processo do Monitor tem em sua essência combinar diversas fontes de dados, produtos, informações de todos os sistemas de monitoramento meteorológico, hidrológico e agrícola/pecuária da União e do estado, apoiados na informação local trazida por quem realmente vivencia a seca. Cada etapa do processo é igualmente importante, pois os dados observados e os indicadores de seca isolados não refletem necessariamente a intensidade e/ou natureza da seca vivenciada em uma região específica, por diferentes razões. Além das razões já mencionadas na seção 5 relacionadas às diferenças entre o Monitor e os sistemas convencionais de monitoramento de seca, a densidade da rede de coleta existente e o fato de o total de precipitação não refletir impactos, pode-se citar a interpretação das diferentes informações de seca pelo autor, que precisa criar um Mapa único que considere os diferentes indicadores e produtos de

apoio, uma vez que um único indicador não apresenta os melhores resultados em todas as circunstâncias (Heim, 2002).

O Monitor de Secas deve levar em consideração as várias dimensões de uma seca, tanto em relação a sua intensidade quanto aos impactos associados, incluindo as escalas de tempo que afetam a agricultura, os sistemas hídricos e a economia de forma geral. No Mapa do Monitor, são identificadas as regiões com seca, divididas em até 5 categorias (S0 a S4), representadas por cores distintas, considerando a intensidade e o tempo de duração do evento.

A natureza colaborativa entre estados e União, assim como o processo de validação local, garante o consenso no que se refere ao estágio de desenvolvimento de uma seca, evitando discordância nos critérios utilizados para implementar ou descontinuar ações ligadas à seca, em particular aquelas emergenciais. A Tabela 1 apresenta as categorias de secas e de seus impactos associados utilizados pelo Monitor de Secas, que deverá ser adaptado e contextualizado para melhorar a definição e a caracterização das secas no Brasil. Importante destacar que os impactos são generalizados,

tentando representar o Nordeste como um todo. O Monitor de Secas constitui-se, assim, um instrumento de apoio à tomada de decisão, visando tanto a preparação como a resposta aos efeitos das secas, a partir da indicação da severidade da seca e sua tendência de duração (curto, médio ou longo prazos).

Nesta seção, são apresentados as instituições envolvidas no processo de elaboração do Monitor (seção 7.1), os conceitos importantes (seção 7.2) e a descrição das etapas necessárias (seção 7.3) para elaboração do Mapa do Monitor de Secas do Nordeste.

## 7.1. Instituições envolvidas

Para que o mapa mensal do Monitor de Secas seja produzido, um grupo de profissionais de diversas instituições do Nordeste e da União se organizam mensalmente e assumem, em caráter colaborativo, as atividades necessárias para obter uma atualização do Mapa. Nesse contexto, podem ser diferenciadas 5 tipologias de instituições envolvidas, sendo que uma mesma instituição pode exercer papéis em diferentes tipologias (p.ex., pode ser provedora de dados e autora): (i) instituições provedoras de dados; (ii) Instituição Central (IC); (iii) autores; (iv) validadores; e (v) além dos responsáveis pela atualização do Mapa, merecem destaque as instituições que farão uso dos resultados desse processo.

Cada tipologia possui responsabilidades dentre uma série de atividades, que

seguem uma sequência cronológica, e que resumidamente seriam:

**As instituições provedoras de dados** são todas as entidades federais e estaduais, e algumas internacionais, que fornecem algum tipo de informação para atualização do Monitor de Secas. Podem ser na forma de dados observados, que são utilizados para o cálculo dos indicadores de seca, ou produtos de apoio que possuem ligação com a temática e podem ser utilizados de alguma forma no traçado do Mapa. Na seção 8, serão descritas com mais detalhes as informações utilizadas no Monitor de Secas.

A **Instituição Central (IC)** é a instituição de referência, responsável por coordenar as atividades de atualização e desenvolvimento do Monitor. A função foi exercida pela FUNCEME até maio de 2015, quando a ANA assumiu, devido à sua posição de instituição de excelência nacional e a compatibilidade do horizonte do Monitor com políticas de estado, que precisam ser contínuas, em convergência com o próprio conceito de agência reguladora, exercido pela ANA. Entre outras, as funções operacionais da IC são: (i) manutenção e ampliação do Banco de Dados Integrado do Monitor de Secas do Nordeste; (ii) preparação dos dados para o traçado do Mapa (indicadores de secas e produtos de apoio); (iii) suporte aos autores e validadores no processo de traçado e validação do Monitor; (iv) publicação do Mapa final do Monitor de Secas no site do Monitor (<http://monitordesecas.ana.gov.br/>), assim como a manutenção desse; e (v) outras atividades gerais de fortalecimento do processo, como

treinamento de autores e validadores.

O **autor** é a instituição responsável por representar a situação atual de seca natural/física no Monitor e coordenar a processo de validação desse. Nesse processo, são envolvidos profissionais técnicos. O autor utiliza o máximo de informações científicas (indicadores de seca e produtos de apoio) para representar a severidade de seca na região. No estágio inicial de operação do Monitor, as instituições que desenvolvem a função de autor são INEMA do estado da Bahia, FUNCEME do estado do Ceará e APAC do estado de Pernambuco, o que não impede que novas organizações sejam incorporadas no futuro como autores, principalmente se o Mapa for atualizado com mais frequência. Atualmente, a cada mês, uma das três instituições assume a autoria do Mapa e coordena o processo de validação.

O **validador** é o responsável por informar a situação local para confirmar ou sugerir alterações à proposta de Mapa apresentado pelo autor, que foi baseado nos indicadores de seca e produtos de apoio. É quem vivencia a seca e pode informar a condição de sua localidade com propriedade. Os validadores são instituições de todos os estados do Nordeste, em diferentes setores de atividades ligadas à seca. A validação deve, preferencialmente, estar acompanhada de argumentos sólidos, baseada em evidências para evitar subjetividade. Até o fim de 2015, as instituições que atuam como validadoras no nível estadual são: Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMARH) do estado de Alagoas;

a Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola (EBDA) e o Instituto de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (INEMA) do estado da Bahia; a Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH), Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME) e a Secretaria de Desenvolvimento Agrário (SDA) do estado do Ceará; o Núcleo Geoambiental da Universidade Estadual de Maranhão (UEMA/NUGEO) do estado do Maranhão; a Agência de Defesa e Fiscalização agropecuária de Pernambuco (ADAGRO), a Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC), a Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA) e o Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA) do estado de Pernambuco; a Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMATER) e a Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMAR) do estado do Piauí; a Agência Executiva de Gestão das Águas (AESA) do estado da Paraíba; a Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMATER), a Empresa de Pesquisa Agropecuária (EMPARN) do estado do Rio Grande do Norte; a Companhia de Saneamento de Sergipe (DESO) e a Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMARH) do estado de Sergipe. No nível federal são: a Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (CODEVASF), a Agência Nacional de Águas (ANA) e o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

Depois de produzido e validado, é de interesse que os resultados sejam aproveitados, chegando aos mais diferentes níveis da sociedade. O Monitor de Secas é publicado

no site: <http://monitordesecas.ana.gov.br/>, e pode ser acessado por usuários em geral e por instituições que façam uso dos resultados do processo para tomada de decisões. A incorporação do Monitor no processo para essa tomada de decisões é um dos grandes desafios.

## 7.2. Conceitos importantes utilizados

Para um melhor entendimento do processo de criação de um mapa do Monitor de Secas é importante destacar aspectos teóricos relevantes, bem como soluções que foram obtidas durante sua fase experimental, consolidados seguindo as premissas de “começar simples” e “aprender fazendo”.

O primeiro conceito que merece destaque é o de “**seca relativa**”. Os indicadores do Monitor são calculados considerando o contexto histórico dos dados de cada estação, obtendo um valor único com natureza probabilística. Isso permite que sejam feitas comparações entre diferentes localidades e analisar toda a Região Nordeste de forma espacialmente consistente. Dessa maneira, o que está sendo avaliada é a situação de uma localidade em relação ao seu histórico, e não necessariamente em relação à sensação de seca, que é subjetiva. Podemos considerar um exemplo: o sertão nordestino, em um determinado mês, pode ser categorizado no Monitor em um estágio de seca menos severa

em comparação a uma região litorânea (em relação às categorias apresentadas na Tabela 1); embora o sertão seja em sua essência mais seco do que o litoral, a representação é de que o litoral está em um estágio mais avançado de seca em relação aos impactos observados do que o sertão.

Outro conceito de suma importância é sobre qual informação o Monitor deve prover, a seca dada pelas condições naturais inerentes aos fenômenos físicos ou ligada a processos gerenciais. A exemplo do que é adotado nos demais países onde o Monitor de Secas foi implementado, ficou acordado entre as instituições que fazem parte do Monitor brasileiro que o foco deve ser na “**seca natural ou física**”. A principal justificativa é não considerar os sistemas que estão sujeitos à gestão humana, de maneira a evitar possíveis conflitos de interesse e questionamentos que possam abalar a credibilidade do Monitor. A seca gerenciável será tratada por planos de preparação para as secas desenhados para sistemas específicos, conforme descrito na seção 9. Um exemplo de informação que não é considerado no traçado do Monitor é a condição dos reservatórios, que será representada em uma camada complementar descrita na seção 9.1. Figura 40.

Além disso, é importante ressaltar o **caráter regional do Monitor**. Desde os primeiros mapas produzidos do Monitor, o delineamento das áreas com diferentes níveis de severidade de seca tratou a região como um todo, não sendo consideradas, para tanto, as divisões políticas. É natural que os autores e validadores tenham mais segurança em

analisar e opinar sobre o seu próprio estado, sendo comum a diferença de opinião sobre a severidade de seca em áreas que englobam as divisões políticas. Como fator adicional de complicação, alguns estados possuem maior densidade de estações que outros. Essa é uma questão particularmente delicada, pois, em alguns casos, ambos os vizinhos se baseiam em argumentos sólidos nesse processo, existindo a necessidade de se chegar a um consenso. Novamente, é importante que esse consenso não dê preferência à divisão política, pois pode caracterizar uma tentativa de favorecimento.

A densidade da rede de dados observados, além da necessidade de combinar diferentes indicadores, não permite que o traçado do Monitor seja perfeito, existindo uma evidente capacidade de representação que deve ser entendida e considerada. **O Monitor é uma visão macro da situação de seca, porém, como considera informações de diversas fontes e pessoas, pode ser considerado como a melhor representação consensual da seca que se pode obter** (já que é levada em conta toda a informação existente em termos de indicadores de seca, produtos de apoio e impactos). No estágio atual, é muito difícil que o Monitor represente a seca em nível de municípios, mas certamente representa as condições meteorológicas, hidrológicas e agrícolas/pecuárias atuais, lembrando que essas sempre são comparadas respeitando o contexto histórico de cada região.

Por último, também é importante mencionar a **consideração dos impactos** no Monitor. Durante a preparação do mapa, consideram-

se impactos em diferentes setores, como agricultura e recursos hídricos, que estão associados a influências de seca de curto e de longo prazo, respectivamente. Normalmente, a categoria de seca mais intensa deve ser priorizada e indicada com as chamadas “linhas de impacto”, identificadas no Monitor por L (seca de longo prazo), C (seca de curto prazo) ou CL (seca de curto e longo prazo).

### 7.3. Etapas necessárias

Para que o Mapa do Monitor de Secas seja produzido e atualizado, uma rotina é seguida mensalmente. Essa sequência de atividades é ilustrada na Figura 13, em que é apresentado, de maneira simplificada, o esquema operacional do Monitor. As atividades podem ser divididas em quatro etapas: (i) Etapa 1 - preparação dos dados; (ii) Etapa 2 - traçado do Monitor; (iii) Etapa 3 - validação do Monitor e (iv) Etapa 4 - publicação do Mapa.

A **Etapa 1, de preparação dos dados** (Figura 14), é executada pela IC e é crucial para todo o processo de traçado do Mapa. A IC é a responsável por manter o Banco de Dados Integrado do Monitor de Secas do Nordeste, que recompila dados de instituições federais e estaduais do Brasil, essencialmente para o cálculo dos indicadores de seca. É importante utilizar o máximo de informações possíveis, motivo pelo qual, além dos indicadores calculados, são incorporados os produtos de apoio (obtidos com instituições nacionais e internacionais), que funcionam como dados auxiliares para o traçado,

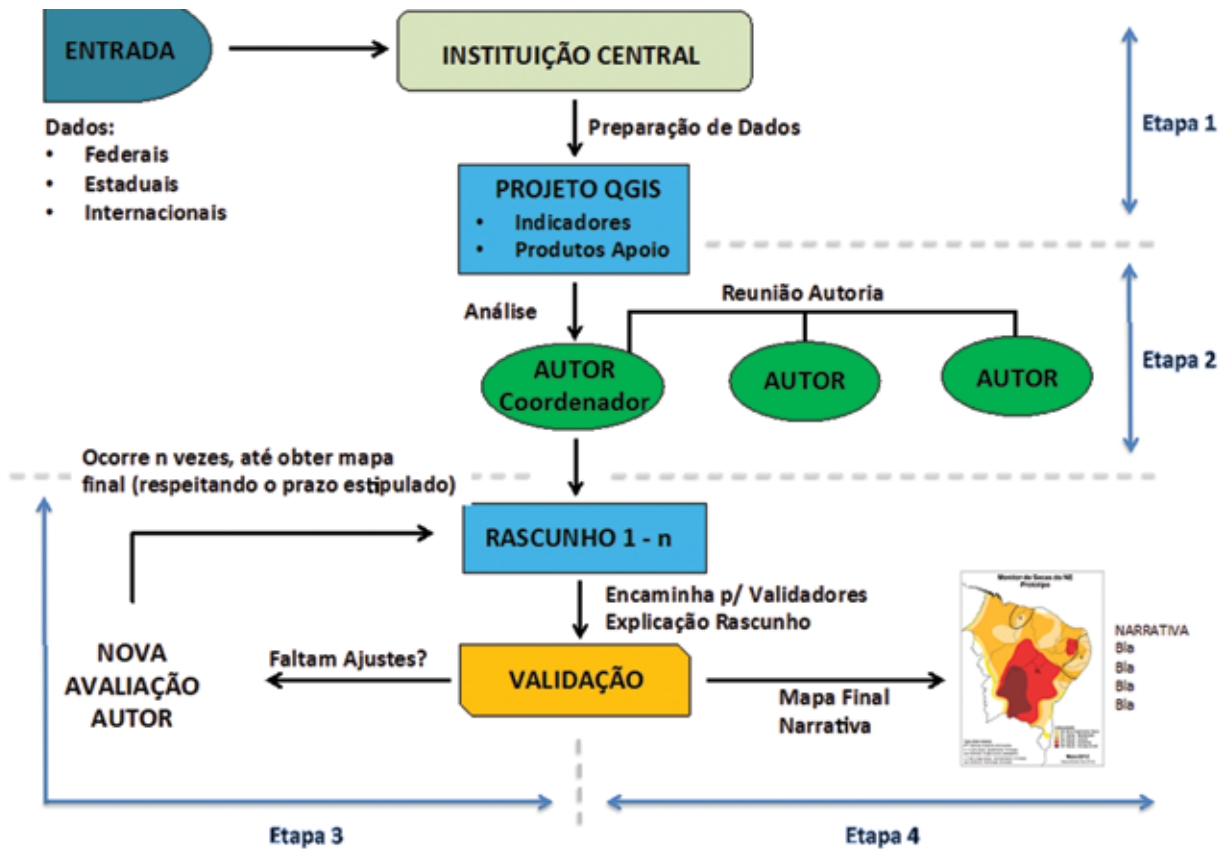


Figura 13. Arranjo operacional para o Monitor de Secas do Nordeste.

(Fonte: elaboração própria).

contribuindo para a convergência de evidências principalmente onde a rede de dados é escassa e/ou há divergência entre os indicadores de seca. Os indicadores de seca, mapas associados e produtos de apoio (maiores informações na seção 8) são preparados até o dia 8 de cada mês, formatados e disponibilizados para o autor em um programa SIG. Todas as informações são encaminhadas para uma lista de e-mails da qual fazem parte os autores e a IC, incluindo o cronograma com as datas para o desenho e a validação do Monitor. Esse cronograma é preparado no início de cada

ano, para todos os meses do ano em questão, incluindo o autor responsável e as datas para a conclusão de cada uma das etapas do processo (preparação dos dados, traçado, validação e publicação).

A **Etapa 2, de traçado do Mapa** (Figura 15), está relacionada à responsabilidade do autor, que precisa representar a situação atual de seca ou não na Região Nordeste. O ponto de partida para produção de um Monitor é o mapa do mês anterior. O autor analisa os indicadores

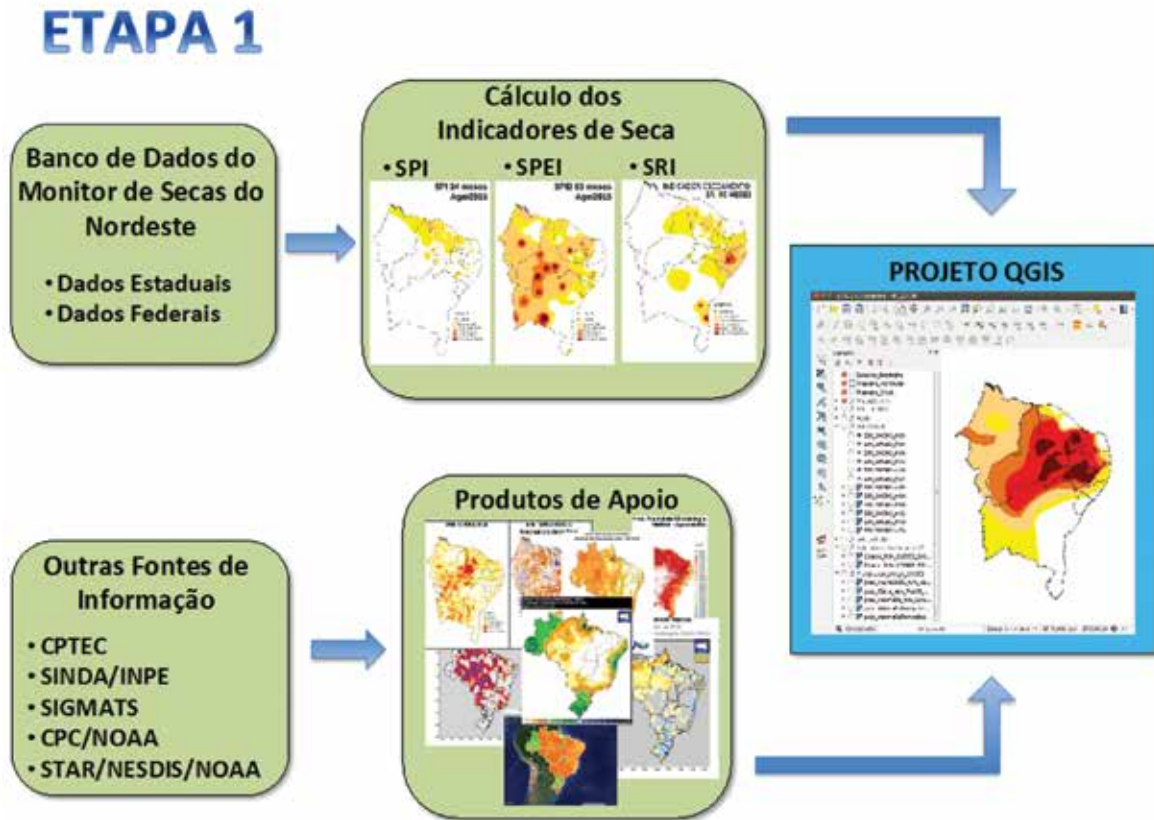


Figura 14. Etapa 1 – Preparação de dados do Monitor de Secas do Nordeste.  
(Fonte: elaboração própria).

de seca e os produtos de apoio atualizados pela IC e prepara a primeira versão do Mapa (Rascunho 0 – R0<sup>3</sup>) juntamente de um texto explicando os elementos importantes que

levaram ao traçado do R0<sup>4</sup>. O R0 já identifica as regiões cujos impactos estão associados à seca de curto ou de longo prazo, sendo que as informações gerenciáveis não entram no traçado. O R0 é apresentado para os demais autores e discutido em uma reunião da qual participam autores e IC, conhecida como “reunião de autoria”, que ocorre quando o R0 é finalizado. Essa reunião se dá por

3 R0: rascunho inicial do Monitor feito pelo autor, baseado nos indicadores de seca e produtos de apoio atuais em que são incluídos as categorias de seca e os impactos relacionados. Na elaboração, também são agregados a experiência do profissional, o conhecimento geográfico e climatológico, a situação climática atual e a evolução da seca ao longo dos últimos meses. Representa apenas a seca física/natural, não os sistemas gerenciáveis, como reservatórios, por exemplo. Não possui validação local, embora o autor possa incluir informações de impactos que já são de seu conhecimento.

4 O texto é refinado ao longo do processo para ser apresentado com o Mapa Final, quando passa a ser chamado de Narrativa.

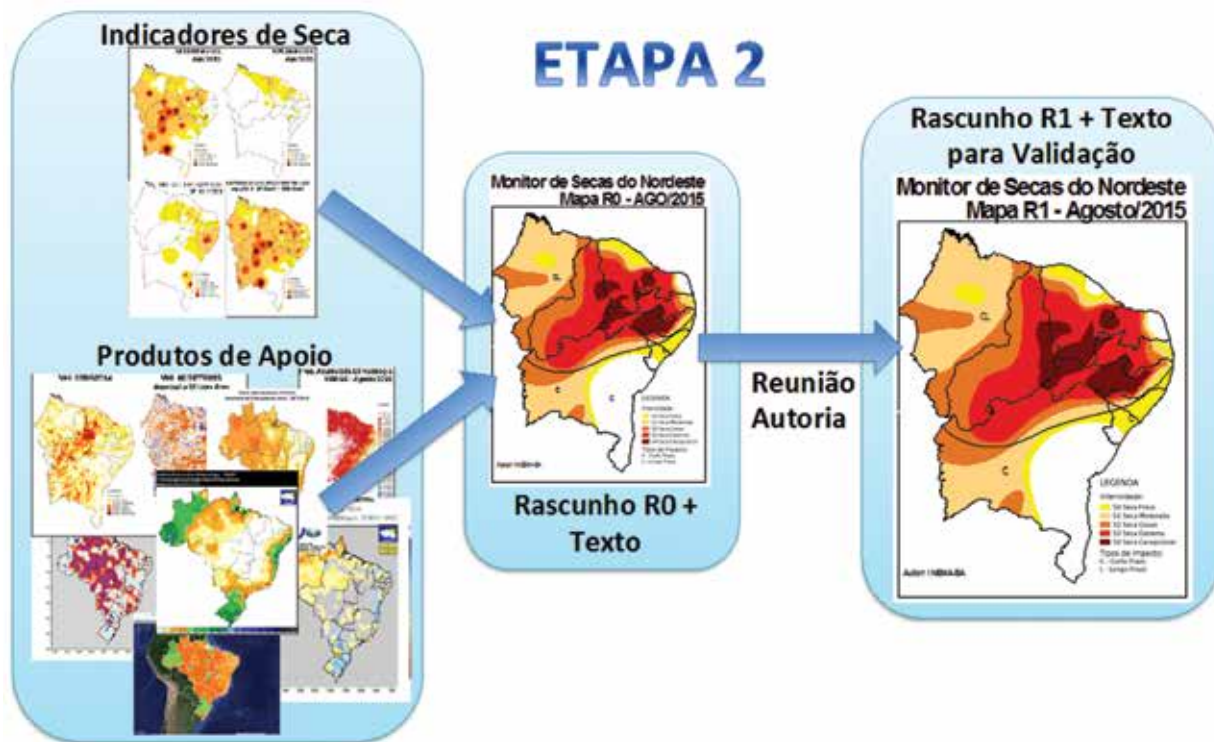


Figura 15. Etapa 2 - Traçado do Mapa do Monitor de Secas do Nordeste.

(Fonte: elaboração própria).

videoconferência e tem auxiliado os autores num aprendizado contínuo e conjunto sobre a região e a metodologia de traçado. Como há revezamento entre os autores, ela também é importante para manter todos alinhados em relação à atualização do Monitor que está sendo preparado. Após a reunião de autoria, o autor faz os ajustes necessários e prepara um novo Rascunho, R1 - (ver exemplo na Figura 18), que é encaminhado aos validadores juntamente com as demais informações que são utilizadas na validação (indicadores de seca, produtos de apoio, texto explicativo do R1 e formulário de validação). Todo esse processo é, normalmente, realizado em até dois dias após o recebimento dos dados preparados pela IC.

A **Etapa 3, de validação do Mapa** (Figura 16), é o maior diferencial do Monitor em relação às ferramentas de monitoramento da seca, pois é o momento em que o R1, a representação da seca baseada nos indicadores de seca e produtos de apoio, é confrontado com a situação local, fornecida por quem vivencia a seca. Por meio de um processo iterativo entre autor e validador, coordenado pelo autor responsável do mês, o Mapa passa por diversos Rascunhos até atingir a versão final do mapa, um processo que tem duração de no máximo três dias úteis. A relação entre autor e validador é de confiança, construída ao longo do tempo, podendo os validadores apresentarem sua argumentação em diferentes níveis de detalhamento e conhecimento.



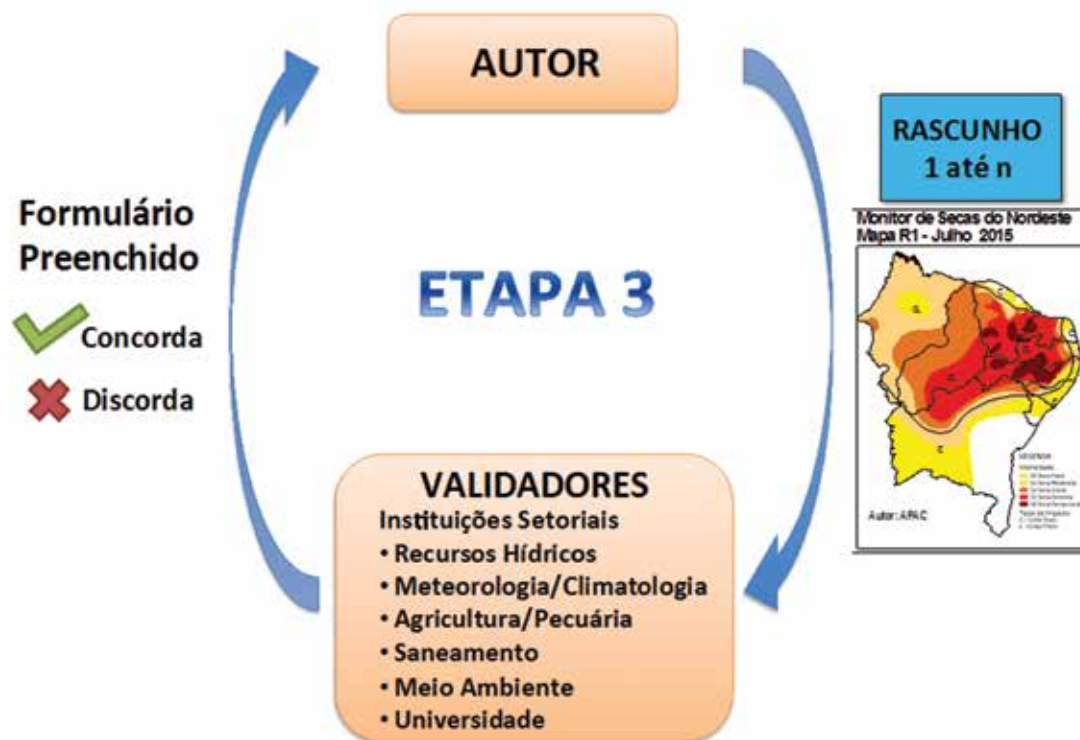


Figura 16. Etapa 3 - Validação do Mapa do Monitor de Secas do Nordeste.

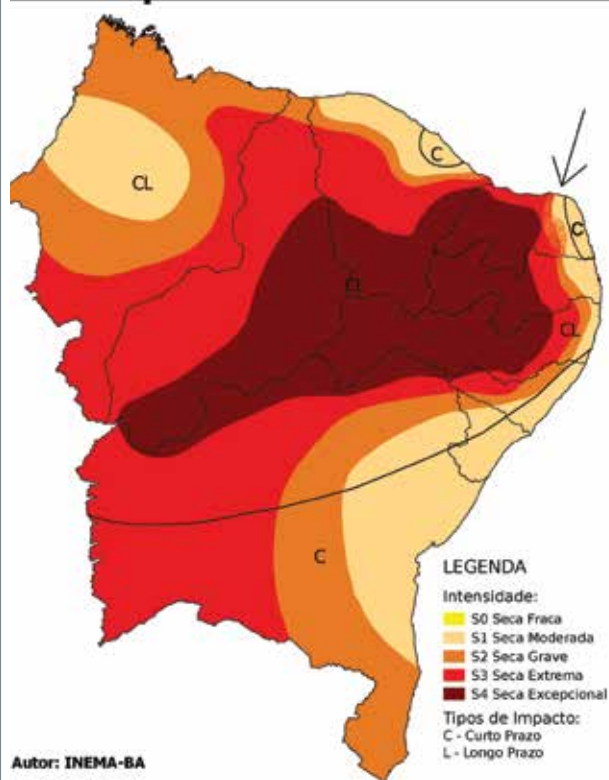
(Fonte: elaboração própria).

O processo de validação se inicia quando o autor encaminha para uma lista de e-mails da qual fazem parte os autores, os validadores, a IC as informações a seguir: (i) a figura do Rascunho 1 (R1) e o texto explicativo; (ii) o formulário de validação (ver exemplo de formulário preenchido, na Figura 17); (iii) o link para os indicadores e produtos de apoio que foram utilizados para a construção do R1; e (iv) o cronograma para validação. O validador analisa o R1 e concorda ou não com as categorias de seca sugeridas, baseado nas informações locais. Caso concorde ou discorde do rascunho, o validador responde sua sugestão de alteração e/ou comentário no formulário da validação explicando o porquê de concordar ou não e fundamenta

sua resposta em algum argumento sólido para evitar subjetividade.

Após receber os comentários dos validadores sobre o R1, o autor os analisa e prepara um novo rascunho, R2 (Ver Figura 18). Esse novo Mapa preliminar é encaminhado novamente para a validação e o procedimento é repetido n vezes até atingir um consenso que permita a produção do Mapa Final (Figura 19) e da Narrativa. As áreas que apresentam impactos relacionados às secas de curto prazo aparecem marcadas com “C”, enquanto que as que sentem impacto de longo prazo são identificadas com “L”. Algumas aparecem tanto em curto, quanto em longo prazo, e são ressaltadas com a designação “CL”.

## Monitor de Secas do Nordeste Mapa R2 - Novembro/2015



**Nome:** Josemir Neves / Manoel Neto

**Instituição:** EMPARN/EMATER-RN

**Estado:** RN

**Cargo:** Pesquisador / Extensionista Rural

**Formação:** Doutor em Matemática Computacional / Mestre em Produção Animal

**Concorda com as categorias de seca propostas no Mapa?**

( ) SIM                      ( x ) NÃO

- *Caso NÃO concorde, apresente sugestões de alteração e comentários por escrito e/ou diretamente no Mapa;*
- *Um programa de edição pode ser utilizado para “desenhar” no Mapa, ou mesmo a mão e enviado escaneado ou por fotografia;*
- *A contestação deve ser acompanhada de um argumento sólido, encaminhado em anexo (indicadores de seca, dados observados, produtos de sensoriamento remoto, mapas de chuva, laudos como os da EMATER, benefícios sociais como Garantia Safra e Carros Pipa etc.);*
- *Os argumentos referentes às sugestões de alteração devem ser anexados no e-mail, junto a esse formulário.*

**Observações/Comentários do Validador:**

No mês de novembro, historicamente, as chuvas no Rio Grande do Norte são incipientes, não ultrapassando percentuais superiores a 1,25% do total de chuvas anuais.

A distribuição de chuvas ocorridas em novembro de 2015 (Figura 01) refletiram o comportamento da climatologia, e as poucas chuvas ocorridas se concentraram no litoral Sul do estado. Essa situação agravou mais ainda o quadro de estiagem em que a região se encontra, o que pode ser verificado no mapa de distribuição de chuvas no ano de 2015, onde as chuvas ocorridas se concentraram nas microrregiões

Litoral Nordeste, Baixa Verde, Agreste e Litoral Sul, com alguns núcleos isolados na parte Central e no Alto Oeste (Figura 02) e pelo seu reflexo no mapa de vegetação (Figura 03), este já computado o efeito do período seco que ocorre no segundo semestre sobre a vegetação.

Logo, por esses motivos, estamos sugerindo para o mapa do monitor de novembro um aumento da área de seca extrema (S3) e grave (S2) em direção a Leste do estado e uma alteração na linha demarcatória da seca de curto prazo abrangendo todo o Leste do estado (Modificações indicados no mapa do monitor por seta). As demais sugestões apresentadas pelos autores foram todas acatadas.

Análise das Chuvas Acumuladas (Quantis Mensais) - Novembro/2015

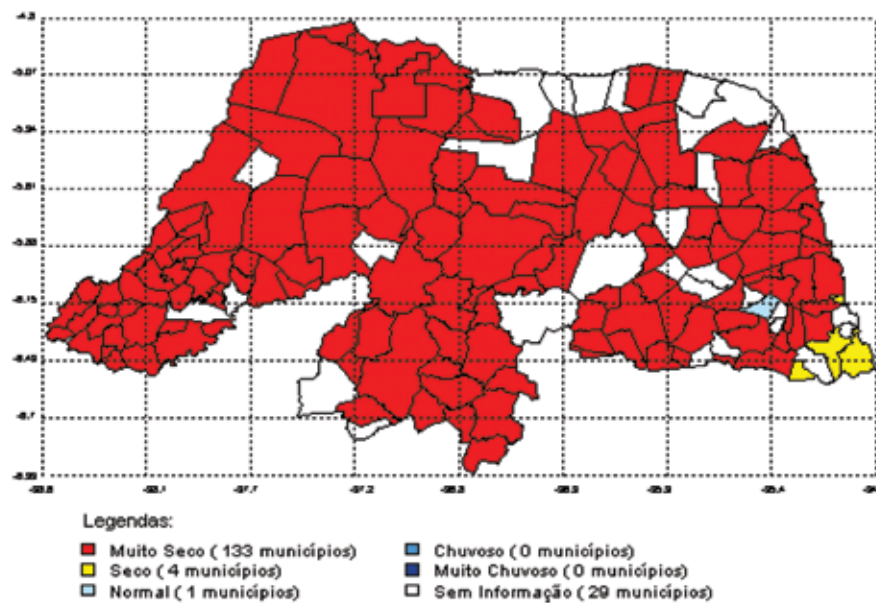


Figura 01 - Distribuição de chuvas no mês de novembro/2015.

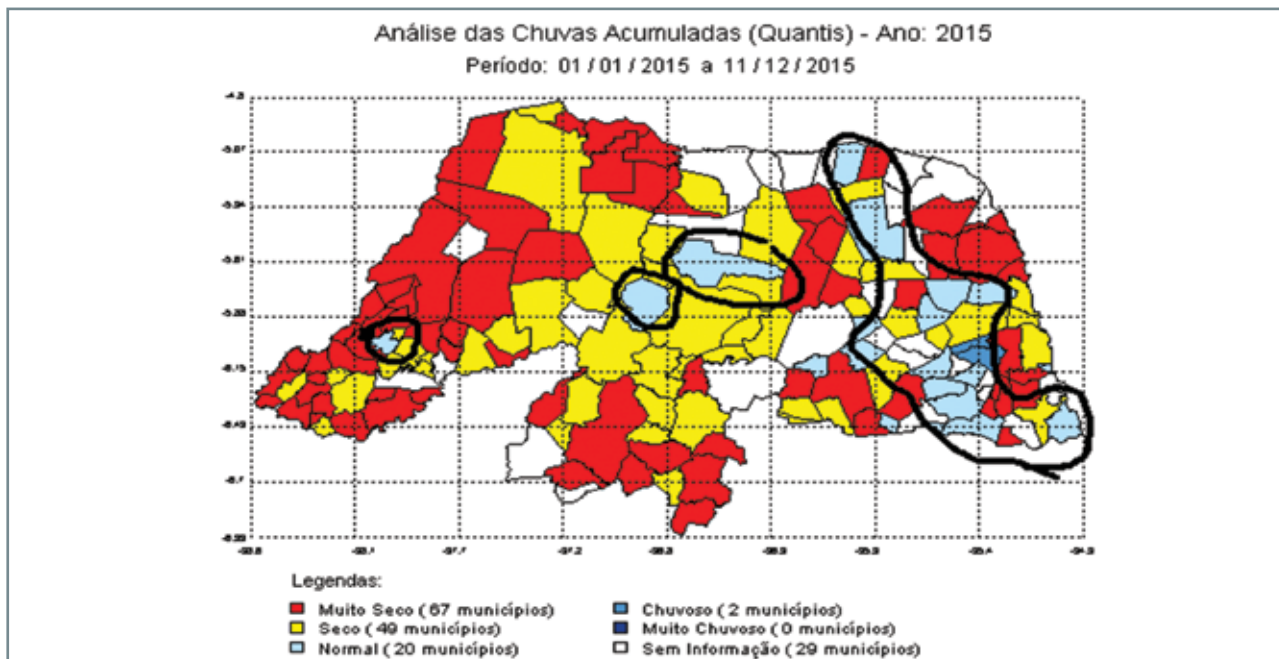


Figura 02 – Distribuição de chuvas no RN – ano 2015.

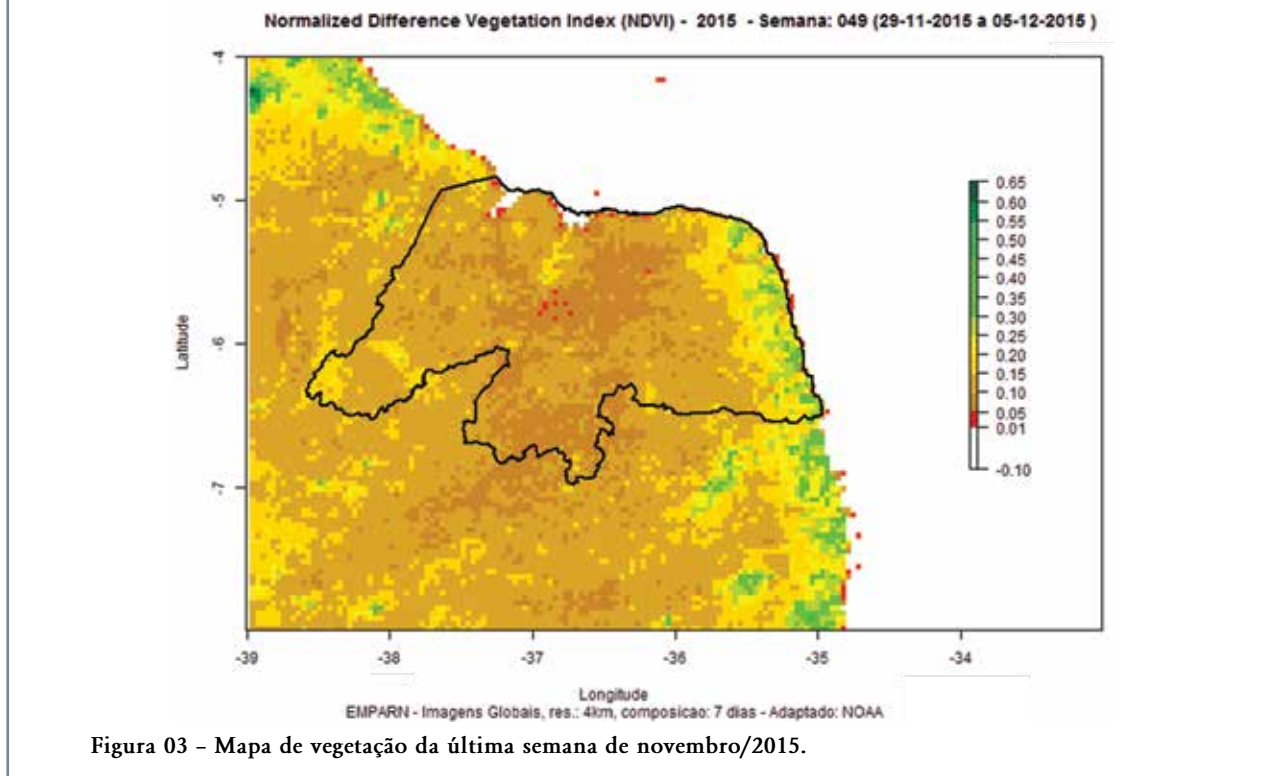
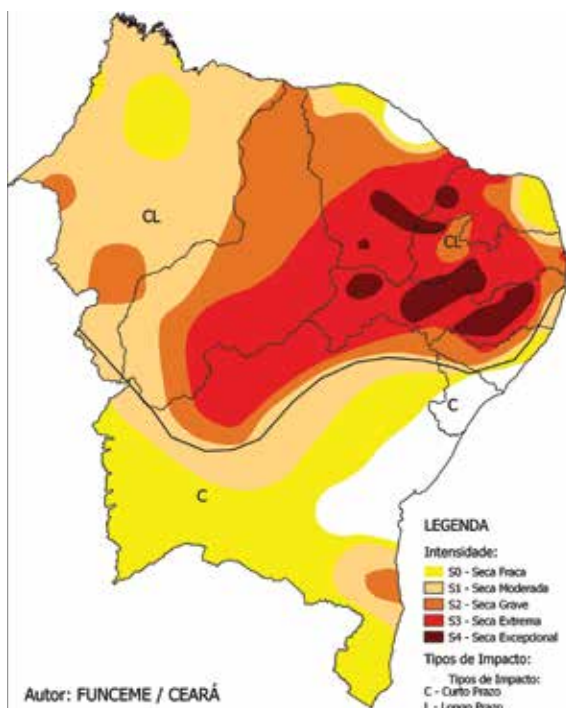
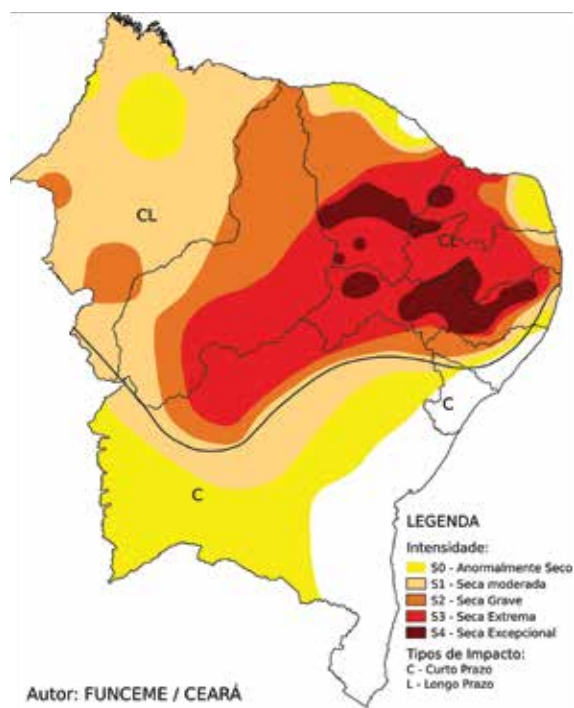


Figura 03 – Mapa de vegetação da última semana de novembro/2015.

Figura 17. Exemplo de formulário de validação preenchido – Monitor de Secas do Nordeste do mês de novembro de 2015. (Fonte: elaboração própria).



(a) Rascunho 1



(b) Rascunho 2

Figura 18. Exemplo de Rascunhos (a) 1 e (b) 2 do Mapa do Monitor a ser submetido aos validadores.

(Fonte: elaboração própria).

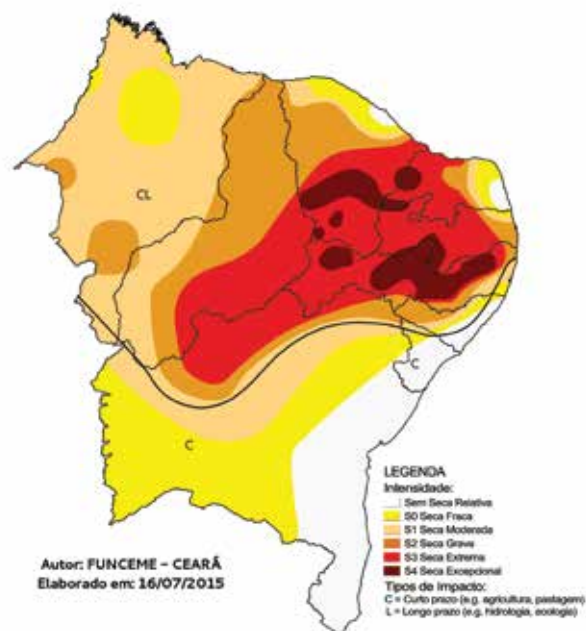


Figura 19. Mapa Final do Monitor de Secas de junho de 2015.

(Fonte: <http://monitordesecas.ana.gov.br/>).

Depois de finalizado o processo iterativo de validação, inicia-se a última fase de produção do Monitor, a **Etapa 4, de publicação do Mapa do Monitor de Secas**. O autor encaminha ao IC o material para publicação: o Mapa Final com Narrativa (exemplos de Mapa Final na Figura 19 e da Narrativa na Figura 20). A Narrativa se divide basicamente em 2 partes: (i) descrição das condições climáticas; e (ii) síntese do traçado. A parte (ii) é descrita de forma geral (todo o Nordeste) e dividida por estado para facilitar a compreensão pelo usuário final. A Narrativa é uma importante ferramenta que deve ser explorada ao máximo. O autor não deve poupar informação no texto, incluindo as principais iterações autor-validador, informações climáticas, impactos associados, evolução/

diminuição de regiões de seca e questões relativas à produção do mapa devem ser incorporadas na Narrativa. Também são incluídas informações

que estão sujeitas ao gerenciamento humano, que não entram no traçado do Monitor, por exemplo a condição dos reservatórios.

## **NARRATIVA DO MONITOR DE SECAS DO MÊS DE JUNHO DE 2015**

### **Condições Meteorológicas do mês de junho de 2015**

Historicamente, conforme pode ser observada na figura 1 (b), no mês de junho, o litoral oeste do Maranhão (MA), uma pequena área na faixa litorânea do Ceará (CE), e a faixa litorânea do leste da Região Nordeste do Brasil (NEB), em uma faixa de cerca de 100 km da costa, são as regiões do NEB que possuem os maiores índices pluviométricos, com volumes superiores a 125 mm. Algumas dessas regiões têm índices pluviométricos superiores a 250 mm, principalmente nas regiões litorâneas compreendidas entre o RN e o sul de Bahia (BA). As demais regiões do NEB, historicamente, possuem índices pluviométricos inferiores a 100 mm e em grande parte do NEB, como no centro-sul do Maranhão (MA), grande parte do Piauí (PI), centro-sul do CE, extremo oeste de Pernambuco (PE) e centro-oeste da Bahia (BA), os índices são inferiores a 25 mm.

De modo geral, no decorrer do mês de junho de 2015, conforme mostra a figura 1 (a), os índices pluviométricos mais significativos ficaram concentrados nas regiões onde historicamente são observados os maiores volumes de chuva. No entanto, observa-se na figura 1 (c), anomalia de precipitação, que

no litoral leste do NEB, o estado de RN, do litoral sul de PE até uma parte do litoral sul de AL, e também do Recôncavo Baiano até o litoral sul da BA. Em grande parte do litoral da Paraíba (PB) até o litoral norte de PE, e do litoral de SE até o litoral Norte da BA, houve déficit nos índices pluviométricos. Em outras regiões do NEB, foram observadas anomalias positivas de precipitação, como no caso da região centro-sul do CE, em algumas áreas do interior da BA do PI e do MA. Porém, cabe ressaltar que, como as médias históricas de chuva nessas regiões são baixas, essas anomalias positivas não representam muito em termos de volume absoluto de precipitação. Nas demais áreas da Região do NEB, os totais acumulados foram inferiores à sua média histórica, o que contribuiu para a presença de anomalia negativa de precipitação na maior parte da região.

### **Síntese do Traçado do Monitor de Secas de Junho de 2015**

Em uma pré-análise, foram considerados os índices SPI e SPEI de 3, 4, 6, 12, 18 e 24 meses, com maior detalhamento para os

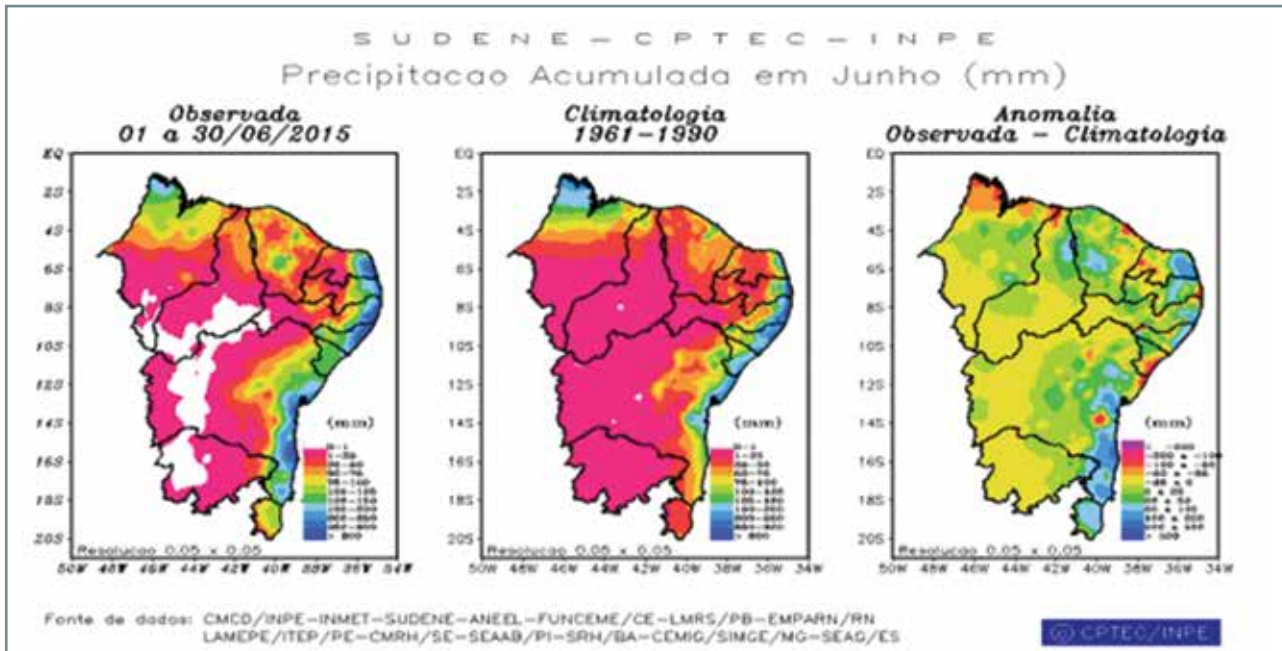


Figura 1. Espacialização da precipitação (mm) mensal no mês de junho no Brasil: (a) precipitação observada; (b) climatologia; (c) anomalia de precipitação. Fonte de Dados: CPTEC.

estados do Ceará (CE), do Rio Grande do Norte (RN) e de Pernambuco (PE), em virtude de uma quantidade maior de pontos e informações que esses estados da Região Nordeste (NE) do Brasil apresentam. Nas demais áreas da Região NE brasileira, com o intuito de compensar o deficit de pontos e informações, foram utilizados, de forma ampla, os seguintes produtos de apoio: índice de saúde da vegetação (VHI), climatologia das precipitações (mm) e precipitação observada (mm) no mês de junho e nos meses anteriores, anomalia de precipitação (mm) e índices combinados (SPI e SPEI de curto e longo prazo).

A partir do mês de maio de 2015, outros produtos de apoio - precipitação acumulada

(mm) nos períodos de 1, 2, 3, 4, 12 e 24 meses, normais climatológicas (mm), precipitação classificada por quantis (extremamente seco, muito seco, seco, normal, chuvoso, muito chuvoso e extremamente chuvoso) para o período de 1, 3, 6, 12 e 24 meses e o indicador SPI para 1, 3, 6, 12 e 24 meses - foram disponibilizados pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Com isso, áreas da Região NE, onde há poucos pontos de informações, foram mais bem analisadas. Além disso, esses produtos de apoio serviram para complementar as análises feitas em áreas onde a densidade de informações é maior (CE, RN e PE). É necessário ressaltar que, para o traçado deste Mapa, foi considerada a seca física, levando-se em conta, principalmente, os índices (SPI e SPEI), sem analisar as

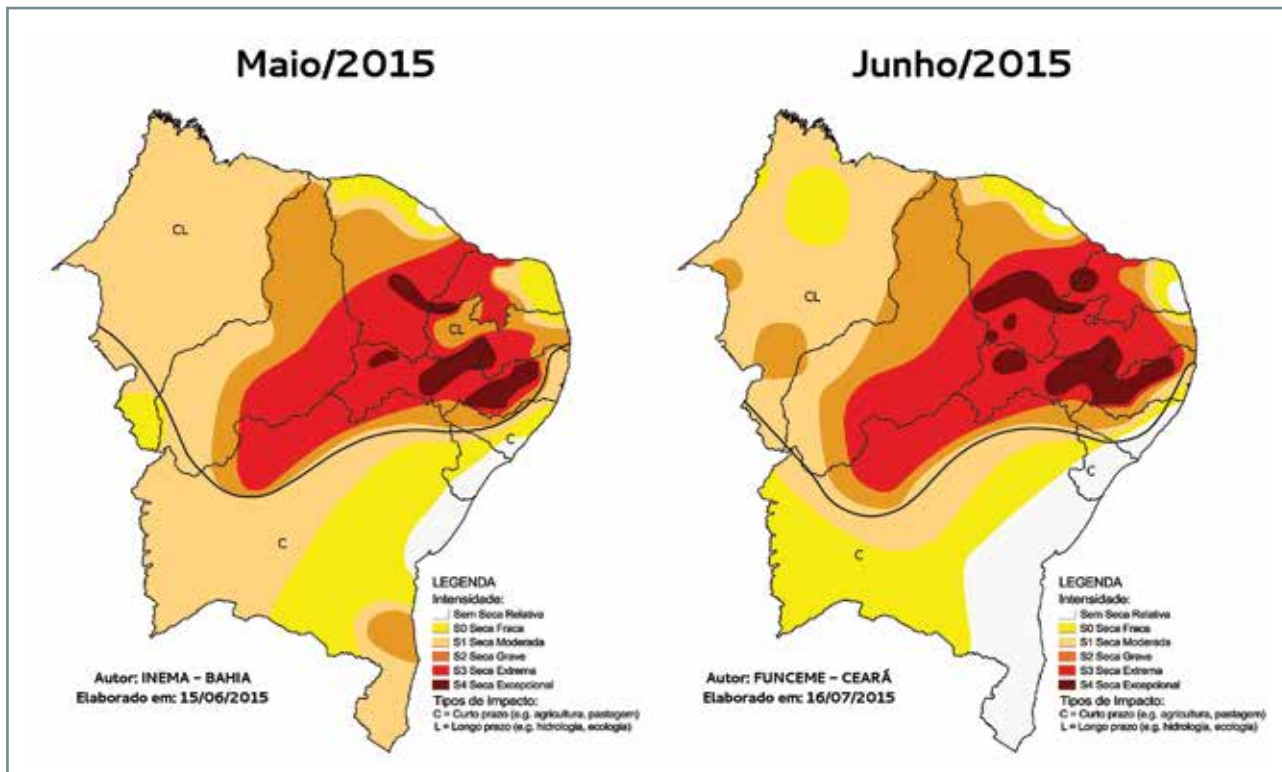


Figura 2. Mapas do Monitor de Secas do Nordeste em 2015: (a) maio; (b) junho.

informações dos reservatórios. Ao comparar o Mapa validado no mês de maio, verificaram-se algumas mudanças no traçado geral (figura 2), tais como:

Na parte norte do Maranhão (MA), algumas áreas apresentaram uma redução na severidade da seca moderada (S1), verificada no mês anterior, para seca fraca (S0). Essa mudança foi em virtude das precipitações que ocorreram ao longo do mês de junho, onde estas ficaram em torno da normalidade ou ligeiramente acima da média nessas áreas. Já no sul do MA, a baixa pluviometria ao longo do mês de junho contribuiu para o surgimento de uma seca de severidade grave

(S2), sendo estas consideradas secas de curto e longo prazo (CL).

No Piauí (PI), em virtude dos baixos índices pluviométricos observados ao longo do mês de junho e também nos meses anteriores, houve uma expansão, na parte norte (litoral), da seca considerada grave (S2). As regiões centro e sul do estado também apresentaram um aumento nas áreas de seca considerada grave (S2) e extrema (S3).

No Ceará (CE), as chuvas que ocorreram no mês de junho, na Região Metropolitana de Fortaleza (RMF), não foram suficientes para alterar o quadro observado no mês de



maio. Nas demais áreas do estado, a baixa pluviometria favoreceu a expansão das áreas de seca moderada (S1), seca grave (S2) e seca extrema (S3). Além disso, ao comparar com o mês de maio, observa-se um aumento na área de seca com severidade excepcional (S4), na região de transição entre as macrorregiões Jaguaribana, Sertão Central e Inhamúns (parte central) e as microrregiões da Serra de São Miguel e de Pau dos Ferros (Rio Grande do Norte - RN). Os indicadores também mostraram o surgimento de duas áreas com severidade S4 na região sul (Inhamúns) e na região leste, entre a região Jaguaribana e a microrregião da Chapada do Apodi, no estado de Rio Grande do Norte. No Rio Grande do Norte (RN), as precipitações também não foram suficientes para amenizar a severidade da seca dos últimos meses. Por isso, observa-se o surgimento de uma seca excepcional (S4) na região oeste do estado, mais especificamente entre as microrregiões da Chapada do Apodi e a macrorregião Jaguaribana no (CE). Nas demais áreas do estado, os indicadores apontam uma expansão das secas com intensidade extrema (S3), grave (S2) e moderada (S1). Nas microrregiões de Natal, Macaíba, Litoral Sul e parte do Agreste, ocorreram chuvas significativas que contribuíram para a saída dessa região do quadro de seca S0.

Na Paraíba (PB), a seca observada em maio se agravou ainda mais com um aumento na área de seca com intensidade extrema (S3), se estendendo da mesorregião do Sertão Paraibano até grande parte da mesorregião do Agreste Paraibano.

No estado de Pernambuco (PE), no litoral sul, devido à ocorrência de chuvas acima da média no mês de junho, houve uma alteração de seca moderada (S1) para seca fraca (S0). Também devido às chuvas acima da média de junho houve uma diminuição das áreas de Seca S4, S3 e S2, na parte sul do Agreste de Pernambuco. Na parte norte do Agreste, as chuvas ficaram abaixo do esperado em junho, causando um aumento das áreas de seca S3 e S4. Cabe ressaltar que junho é o mês mais chuvoso no Agreste e Litoral, o que piorou a situação que já se refletia no acumulado do ano. Na parte leste do Sertão, que é o setor de transição entre o Agreste e Sertão, onde ainda são esperadas chuvas em junho, as precipitações ficaram abaixo da média, ocasionando a expansão da área S4, piorando uma situação que já estava grave.

No estado de Alagoas, o mês de junho registrou chuvas significativas em todo o estado e as anomalias foram positivas em todas as regiões ambientais. Diante disso, houve uma atenuação das curvas de seca fraca (S0), moderada (S1) e grave (S2), recuando todas elas até a metade oeste do estado, mantendo a condição de seca grave somente no semiárido alagoano.

Em Sergipe (SE), as chuvas no decorrer de junho contribuíram para a redução em todos os níveis de seca observados em maio, com precipitações acima de 150 mm, sendo característica a ocorrência de precipitações nesse período, apresentando anomalias significativas em relação à intensidade de precipitação observada. Quanto aos

reservatórios e aos mananciais, derivado do acréscimo de vazão no período, os seus volumes permanecem inalterados.

No estado da Bahia (BA), onde as mudanças foram mais significativas, as chuvas registradas nos meses de maio e junho contribuíram para a diminuição das áreas de seca, especificamente nas regiões do recôncavo e sul (mesorregião centro-sul baiano). Nessa área do estado, mesmo sabendo da ocorrência de chuvas, muitas vezes de intensidade forte, os indicadores estavam sempre mostrando uma seca de intensidade moderada (S1) e grave (S2), além de uma grande área com seca de intensidade fraca (S0). No entanto, continuamente, eram noticiados pelos meios de comunicações os danos causados pelas chuvas nessas regiões. Contrários aos indicadores de seca, os produtos de apoio disponibilizados pelo INMET, como anomalias de precipitação e os indicadores SPI, mostram uma região sem seca. Essa situação, de os indicadores do Monitor apontarem regiões de seca sem ser comprovado pelo material de apoio, já havia sido discutida nas reuniões anteriores de lideranças, o que, supostamente, indique algum problema nos dados coletados pelas estações nessa área. Como não há validadores nessa região do estado, no fim de junho e início de julho, foi realizada uma viagem de campo, onde foi observada e fotografada a situação de seca (ou não

seca) em toda a área da mesorregião sul baiano e se verificou que na região não há indício de seca. Pelo contrário, há bastante produtividade agrícola (milho, café, feijão, mandioca etc.), que são as principais culturas da região, bem como grandes áreas com pastagens, uma vez que também se trata de uma área de pecuária intensa. É importante mencionar que o mês de junho está inserido no principal período chuvoso do leste da Bahia (área que abrange o agreste e a zona da mata), sendo nos meses de abril, maio e junho quando se concentram os maiores volumes de chuvas. Esse período vai até agosto. Nas demais áreas do estado, este mês faz parte do período de estiagem. O sistema responsável pelas chuvas são os ventos úmidos que vêm do Oceano Atlântico. Esses ficam mais ou menos intensos, de acordo com o posicionamento do centro de Alta Pressão do Atlântico Sul.

Para o refinamento no traçado do mapa do mês de junho, foram utilizadas as considerações feitas pelos representantes da ANA, INEMA, APAC, durante a reunião de autoria em 11/07/2015, além das informações enviadas pelos validadores na primeira etapa da validação. Com esse produto, aguardamos a colaboração de todos os validadores, de forma que possamos refinar, ainda mais, o mapa deixando-o o mais próximo possível da realidade da seca.

**Figura 20. Narrativa do Monitor de Secas publicada em julho referente ao Monitor de junho de 2015.**

(Fonte <http://monitordesecas.ana.gov.br/>).

A IC publica no site <http://monitordesecas.ana.gov.br/> o Mapa e sua Narrativa, assim como uma série de outras informações, entre elas: (i) as alterações mensais em categoria de severidade de seca de um mapa para outro (ver a seção 9.2 para mais detalhes); (ii) as comparações entre mapas de diferentes períodos (ver Figura 21); (iii) os dados tabulares com a evolução do percentual de áreas em diferentes faixas de severidade de seca (S0-S4; S1-S4; S2-S4; S3-S4 e S4) para a Região

Nordeste como um todo ou por estado da região até o mês corrente de monitoramento e a figura associada a cada um desses dados tabulares (ver a seção 9.3 para mais detalhes); (iv) o histórico dos mapas do Monitor, sendo possível baixá-los em formato PNG e shapefile, e a Narrativa associada (em formato PDF); e (v) as animações da evolução da seca com o histórico de mapas produzido.

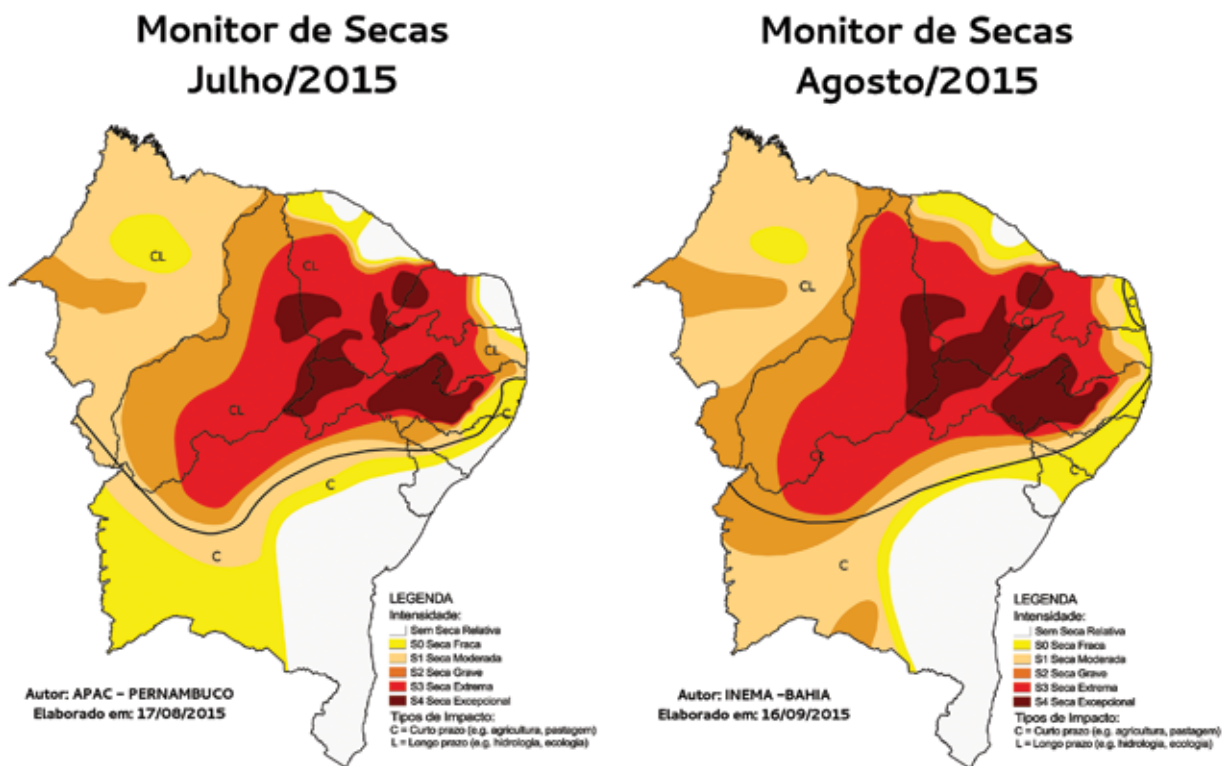


Figura 21. Comparação entre o mapa de julho de 2015 e o de agosto de 2015.

(Fonte: <http://monitordesecas.ana.gov.br/>).



## 8

# Os indicadores de seca e produtos de apoio utilizados

Não é possível criar uma definição única de seca que funcione em todas as circunstâncias (Wilhite, 2000). Um dos motivos é porque diferentes setores, como agricultura e recursos hídricos, dependem de diferentes indicadores para caracterizar a seca em uma região específica, relacionados com as secas de curto ou de longo prazo. Essa é a principal motivação para que se utilize variados tipos de indicadores e produtos no processo do Monitor de Secas, alguns calculados a partir da rede de dados federais e estaduais, outros obtidos de diversas instituições nacionais e internacionais. No Monitor, se diferencia o que é calculado a partir de dados observados, os quais são chamados de “indicadores de seca”, dos produtos obtidos junto de alguma instituição, os quais servem como “produtos de apoio” ao traçado do Mapa. Com uma boa base conceitual, é possível identificar incoerências entre os dados observados pelas estações automáticas e convencionais durante o desenho do Mapa e os impactos locais nas várias regiões, assim como compreender e descrever as variações climáticas ocorridas que podem ter ocasionado esses impactos na região trabalhada.

Os dados coletados pelas instituições federais

e estaduais precisam ser organizados para garantir padronização e eficiência no cálculo dos indicadores de seca do Monitor. Os processos para obtenção e integralização desses dados tiveram início em junho de 2014, com o intuito de criar um **Banco de Dados Integrado do Monitor de Secas do Nordeste**, no qual as informações das diferentes instituições são concentradas, passam por um controle de qualidade e são utilizadas para cálculo dos indicadores de seca. Até o fim de 2015, foi possível integrar no banco de dados informações de estações meteorológicas e hidrológicas de diversas instituições federais (ANA, CEMADEN, INMET, e INPE) e estaduais (APAC, AESA, EMPARN, FUNCEME, INEMA, SEMAR-PI, e SEMARH-AL), sendo um esforço contínuo e permanente de incluir mais informações, visando fortalecer o processo de elaboração do Monitor. Este banco de dados é mantido pela IC e a ideia é que seja replicado em todos os estados participantes do Monitor, para livre acesso aos dados por todos e também para garantir a redundância da informação.

Até o presente momento, o Monitor de Secas está fundamentado em três indicadores de secas, sendo dois deles meteorológicos

que contemplam curto e longo prazos (o indicador padronizado de precipitação - SPI - e o indicador padronizado de precipitação- evapotranspiração - SPEI) e um hidrológico, de curto prazo (indicador padronizado de escoamento, SRI). Todos os indicadores de seca do Monitor são calculados baseando-se nos registros históricos das estações e são detalhados na seção 8.1. São também empregados 12 produtos de apoio, a maior parte incluindo registros históricos em sua formulação a exemplo do que ocorre com os indicadores, e são detalhados na seção 8.2.

Além disso, o processo do Monitor é “**dinâmico e flexível**”, ou seja, permite que a qualquer momento novos indicadores de seca e produtos de apoio sejam incorporados, à medida que se entenda que podem agregar informação na representação da seca monitorada. Por exemplo, está prevista a inclusão de um indicador padronizado de veranico relacionado à não geração de escoamento e à produção de sequeiro em um dado período (ocorrência de veranicos). Além disso, também está prevista a inclusão de um produto de apoio para o traçado e a validação quanto aos impactos de sequeiro (com a regionalização das principais áreas de cultivo de sequeiro e com a definição do comportamento das culturas em situação de normalidade para cada trimestre do ano, assim como a indicação de impactos para as mesmas épocas do ano, relacionando a intensidade dos impactos que fogem situação de normalidade às categorias de seca do Monitor).

É importante que se mantenham esforços em diferentes frentes de trabalho para promover

melhorias nos processos que envolvem dados, cálculo de indicadores e utilização de produtos de apoio, além de fortalecimento institucional e dinâmica de produção e validação do Mapa. Dessa maneira, cabe ressaltar que, em relação a dados e indicadores, é importante que permaneça constante: (i) o fortalecimento do Banco de Dados Integrado do Monitor, facilitando o processo de produção do Mapa e incentivando a constante ampliação e manutenção da rede de coleta de dados; (ii) a análise de consistência e qualidade dos dados; (iii) a inclusão de novos indicadores de seca, além da atualização e do refinamento dos atualmente utilizados, aumentando o volume de informação para a convergência de evidências; e (iv) a inclusão de novos produtos de apoio, reforçando o acesso à informação onde não há dados observados ou a rede não é densa o suficiente.

## 8.1. Indicadores de seca

### *Indicador padronizado de precipitação (SPI)*

O indicador padronizado de precipitação ou SPI (Standardized Precipitation Index) foi desenvolvido por McKee et al. (1993) e é considerado um indicador de fácil obtenção, pois utiliza somente precipitação como dado de entrada. A partir dos dados observados de todas as estações pluviométricas (automáticas e convencionais), é possível acumular o SPI



Figura 22. SPI 03 meses (curto prazo) para abril de 2014 (inclusive).

(Fonte: elaboração própria).

de cada estação para intervalos relativos a três e quatro meses com o intuito de identificar possíveis secas de curto prazo, assim como para intervalos de doze, dezoito e vinte e quatro meses visando identificar secas de longo prazo. Também é calculado para o intervalo de seis meses para verificar a transição entre curto e longo prazos.

O SPI é calculado na seguinte sequência: um conjunto de dados mensais de precipitação é preparado para os períodos de interesse, no nosso caso 3, 4, 6, 12, 18 e 24 meses. Isso pode parecer arbitrário, mas estas escalas típicas de deficits em precipitação apresentam alguma relação com os impactos agrícolas e hidrológicos em uma área. O conjunto de dados é derivado a partir de médias móveis no sentido que a cada mês um novo valor é determinado a partir dos 3, 4, 6, 12, 18 e 24 meses anteriores (Figura 22). Cada uma dessas séries históricas de dados (3, 4, 6, 12, 18 e 24 meses) é ajustada à distribuição

gama, de modo a definir a probabilidade de ocorrência de um dado valor de precipitação nesses períodos. Uma vez isso estabelecido a partir dos registros históricos, a probabilidade de qualquer precipitação observada pode ser calculada e, a partir do uso da inversa da distribuição normal padrão (média zero e desvio padrão 1), é possível calcular desvios relativos de precipitação em relação à média nestes períodos de 3, 4, 6, 12, 18 e 24 meses. Esse valor é o SPI para um valor específico de precipitação nesses períodos. Valores negativos indicam precipitação abaixo da mediana (períodos secos) e valores positivos, acima (períodos úmidos), uma vez que a seca é uma condição relativa ao estado normal da região.

O SPI é calculado para todas as estações que possuem dados, sendo posteriormente interpolados para gerar campos do tipo raster (TIF). O método de interpolação utilizado até o momento é o inverso da distância como critério de ponderação, porém

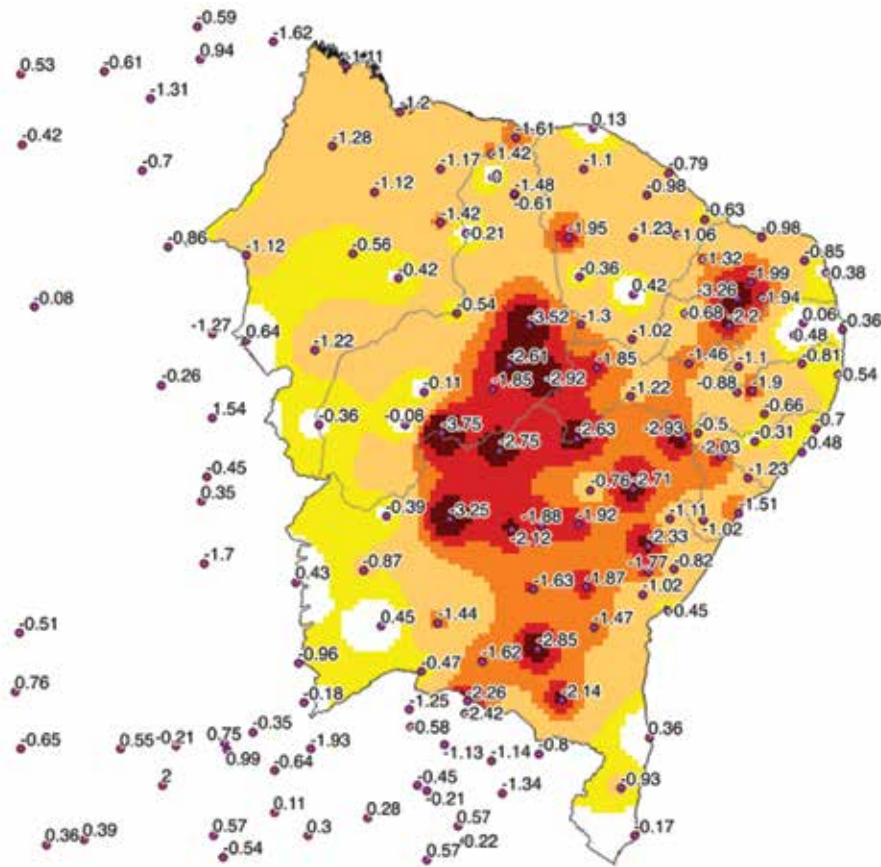


Figura 23. Exemplo de SPI de 12 meses.

(Fonte: elaboração própria).

ajustes/modificações dessa abordagem serão necessários. Um exemplo desse indicador interpolado pode ser verificado na Figura 23.

O ideal é trabalhar com séries de 30 anos ou mais de dados de precipitação contínuos, em nível mensal, no nosso caso. Entretanto, devido à disponibilidade de dados das redes existentes, estão sendo consideradas séries médias de 25-30 para as estações convencionais federais e 10 anos para estações automáticas dos estados.

O interesse é representar períodos secos, então, apenas valores negativos de SPI são considerados no Monitor. A classificação da seca é feita de acordo com seu período de ocorrência, tomando como base o tempo de 100 anos: menores magnitudes estão relacionadas a eventos com maior número de ocorrências, e maiores magnitudes a eventos com menor número de ocorrência, como pode ser verificado na Tabela 2.



**Tabela 2. SPI relacionado com período de ocorrência em 100 anos.**

(Fonte: McKee et al., 1993).

SPI	#Ocorrências em 100 anos	Severidade dos eventos
0 a -0,99	33	1 em 3 anos
-1 a -1,49	10	1 em 10 anos
-1,5 a -1,99	5	1 em 20 anos
< -2	2,5	1 em 50 anos

Em relação às categorias de seca associadas a possíveis impactos, ainda a serem calibrados para o Nordeste do Brasil, deve-se considerar a Tabela 3, a seguir:

**Tabela 3. Estágios de seca, ou categorias, as quais definem a intensidade de seca no Mapa do Monitor.**

(Fonte: Adaptado do National Drought Mitigation Center, Lincoln, Nebraska, EUA)<sup>5</sup>.

Categoria	Percentil	Descrição	Impactos Possíveis	SPI/SPEI
S0	30 %til	Seca fraca	Entrando em seca: veranico de curto prazo diminuindo plantio, crescimento de culturas ou pastagem. Saindo de seca: alguns deficits hídricos prolongados, pastagens ou culturas não completamente recuperadas.	-0,5 a -0,7
S1	20 %til	Seca moderada	Alguns danos às culturas, pastagens; córregos, reservatórios ou poços com níveis baixos, algumas faltas de água em desenvolvimento ou iminentes; restrições voluntárias de uso de água solicitadas.	-0,8 a -1,2
S2	10 %til	Seca grave	Perdas de cultura ou pastagens prováveis; escassez de água comuns; restrições de água impostas.	-1,3 a -1,5
S3	5 %til	Seca extrema	Grandes perdas de culturas / pastagem; escassez de água generalizada ou restrições.	-1,6 a -1,9
S4	2 %til	Seca excepcional	Perdas de cultura / pastagem excepcionais e generalizadas; escassez de água nos reservatórios, córregos e poços de água, criando situações de emergência.	<-2

No Monitor, as secas de curto e longo prazo são representadas, estando a de curto prazo geralmente associada aos impactos na agricultura e em pastagens, enquanto a de longo prazo normalmente associada a impactos hidrológicos. Na implementação do Monitor de Secas do Nordeste, estão

<sup>5</sup> A tabela foi desenvolvida para os EUA, e, mesmo não sendo esperadas grandes modificações, é necessário ajustá-la para a Região Nordeste do Brasil.

sendo considerados os SPIs de 3 e 4 meses como indicadores de curto prazo, enquanto os SPIs de 12, 18 e 24 meses como indicadores de longo prazo. Também é calculado para 6 meses, para verificar a transição entre curto e longo prazos, como comentado anteriormente.

Entre as **vantagens** deste indicador (SPI) pode-se citar: (i) flexibilidade de uso em diferentes escalas de tempo, que refletem a influência da seca em diferentes fontes hídricas, e, conseqüentemente, indicando o impacto em curto, médio e longo prazos; (ii) o SPI possui valor único e com natureza probabilística (conceito de seca relativa), indicando a situação do período analisado em relação à natureza histórica dos dados registrados; e (iii) espacialmente consistente, permitindo a comparação entre diferentes localidades.

Em termos de **desvantagens**, podemos listar as seguintes: (i) precipitação é o único parâmetro de entrada, a seca é avaliada levando-se em consideração somente o acumulado dessa grandeza; (ii) não possui componente de balanço de água; e (iii) valores se modificam com a atualização da série de dados.

### *Indicador padronizado de precipitação- evapotranspiração (SPEI)*

O indicador padronizado de precipitação-  
evapotranspiração ou SPEI (*Standardized  
Precipitation Evapotranspiration Index*)  
é calculado com os dados de estações  
meteorológicas que possuem medições de

precipitação e temperatura. É um indicador semelhante ao SPI, que calcula um balanço hídrico simplificado ponderando informações de precipitação e evapotranspiração.

Esse indicador foi desenvolvido por Vicente-Serrano et al. (2010) e inclui efeitos da variabilidade da temperatura na avaliação da seca. Baseado em uma simples metodologia de balanço de água (Thorntwaite, 1948) para obter as diferenças mensais entre a precipitação e a evapotranspiração potencial (ETP). Essa última pode ser calculada a partir da fórmula de Hargreaves ou Thorntwaite com base na temperatura e em outras informações básicas da estação. Um procedimento similar ao do SPI é utilizado, só que empregando o balanço hídrico (Precipitação-ETP) no lugar da precipitação. Esse indicador também é calculado para os mesmos intervalos de 3 e 4 meses para curto prazo, 12, 18 e 24 meses para longo prazo e 6 meses, intermediário e também é interpolado de forma similar ao SPI (conforme foi detalhado na seção anterior). Um exemplo do SPEI pode ser verificado na Figura 24.

Entre as vantagens desse indicador (SPEI), além das mencionadas para o indicador SPI, pode-se citar (i) utiliza dados de precipitação, e também dados de temperatura, permitindo o cálculo da evapotranspiração (ETP); e (ii) possui componente de balanço de água no solo.

Em termos de desvantagens, podemos listar as seguintes: (i) valores modificam com a atualização da série de dados; (ii) existe uma dificuldade grande de conseguir longas séries de temperatura e precipitação para uma mesma localidade; e (iii) sensível ao método de cálculo de Evapotranspiração.

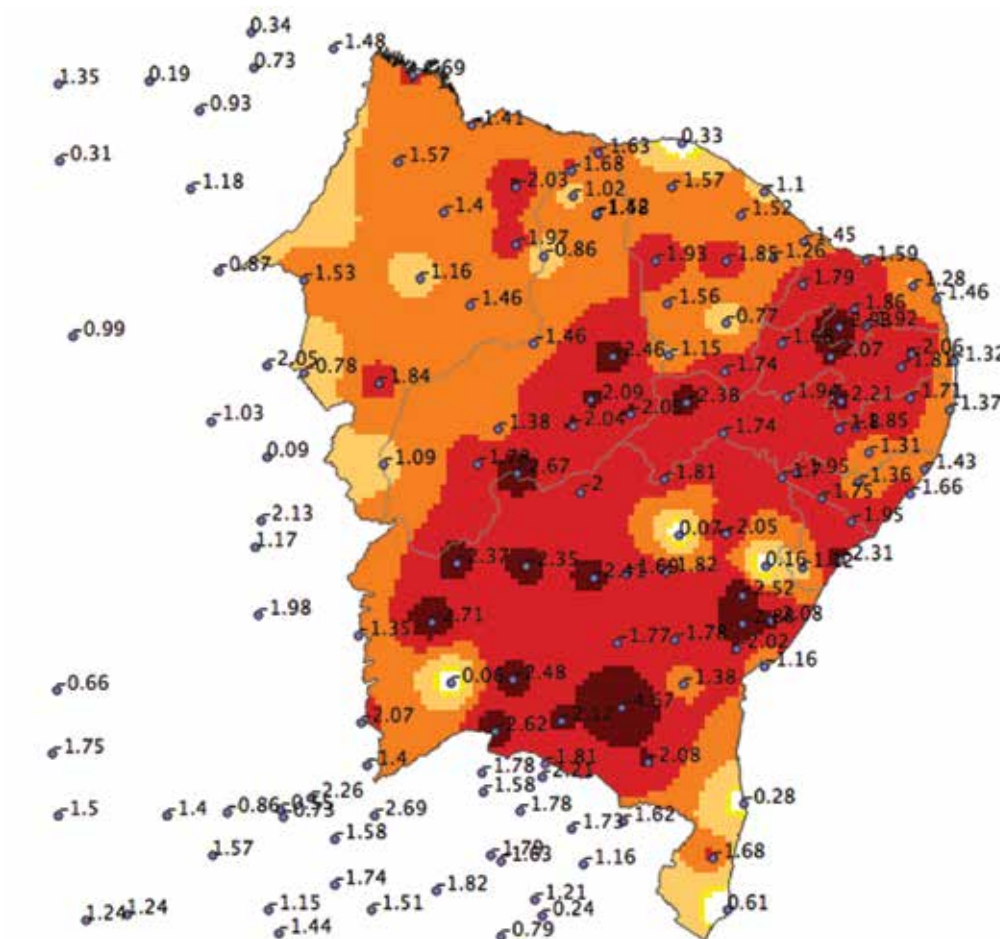


Figura 24. Exemplo de SPEI 04 meses.

(Fonte: elaboração própria).

### *Indicador padronizado de escoamento (SRI)*

A necessidade da inclusão de um indicador hidrológico no Monitor levou à análise de algumas opções, as quais consistem desde a utilização de séries de redes de monitoramento hidrológico (níveis de

reservatórios, vazões, etc.) até a utilização de características do processo de precipitação mais relacionadas ao escoamento. Buscou-se um indicador que apresentasse as seguintes características: (i) indicador simples; (ii) consistente com o processo de escoamento; (iii) evite o uso dos dados diretos de vazão e nível devido a problemas como influência de reservatórios, inconsistência nas séries, ausência ou problemas na informação de

liberações dos reservatórios na maioria dos estados; (iv) faz uso das características da distribuição temporal da precipitação diária que estão relacionadas com o escoamento superficial; (v) possa ser calculado para cada estação pluviométrica, facilitando assim o desenho do Mapa do Monitor; e (vi) normalizado para as categorias do Monitor, facilitando sua interpretação.

Diante dos problemas já conhecidos com as séries de vazões da rede fluviométrica nacional, buscou-se identificar indicadores indiretos que podem ser calculados para cada estação pluviométrica, facilitando assim o desenho do Mapa do Monitor. O escoamento tem boa porção de sua variabilidade explicada por determinadas características do processo de precipitação, concentração de chuvas e períodos sem precipitações. Passou-se a analisar as características do processo de precipitação diária (duração de períodos secos e chuvosos tendo limiares de precipitação como referência do que é seco ou chuvoso). Os eventos de precipitação diária nos limiares de 0-1, 1-5, 5-10 e > 10 mm podem ser respectivamente categorizados como: evento sem chuva, evento com chuva fraca, evento com chuva média e evento com chuva moderada. Indicadores que caracterizam os períodos chuvosos podem estar intimamente relacionados ao processo de escoamento.

O escoamento está muito ligado à concentração de chuvas e, por isso mesmo, o indicador correspondente tenta refletir essa concentração. O Indicador Padronizado de Escoamento (SRI) foi proposto e implementado pela FUNCEME em parceria com a ANA, conforme formulação a seguir:

$$SRI = \sum_{i=1}^n LiWi$$

Em que  $Li$  é a duração do  $i$ -ésimo período úmido e  $Wi$  uma função do  $Li$  ( $Wi = 1$  se  $Li < 10$ , e  $Wi = 5$  se  $Li > 10$ ). O comprimento do período úmido foi aqui definido como três ou mais dias consecutivos com precipitação maior do que 10 mm. Um peso maior é atribuído a períodos úmidos que duram pelo menos 10 dias, sendo esses pesos calibrados conforme os dados da região.

Quanto maior o valor do índice, maior o escoamento. Alguns testes de sensibilidade foram feitos para o Ceará no período 1971-2000 e exemplos em que é possível verificar a destreza do SRI em representar anos chuvosos e secos são apresentados na Figura 25.

(a) SRI período de fevereiro a abril 1974 (b) SRI período de fevereiro a abril 1993 (c) SRI período de fevereiro a abril 1998

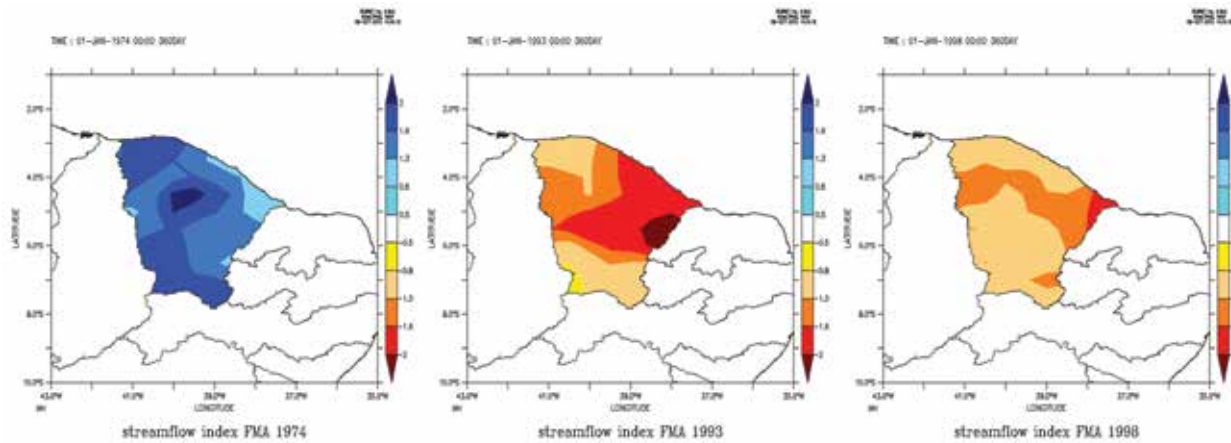


Figura 25. Indicador de Escoamento Padronizado e alguns testes de sensibilidade para o estado do Ceará durante o período de fevereiro a abril de 1974 (anos chuvoso), e de 1993 e 1998 (anos secos).

(Fonte: FUNCEME).

Anomalias padronizadas do SRI para a bacia de contribuição do posto de Iguatu foram relacionadas com as vazões medidas nesse posto. A Figura 26 mostra que o indicador

está positivamente correlacionado com os dados observados, e este consegue capturar o estado de escoamento extremo (anomalias positivas).

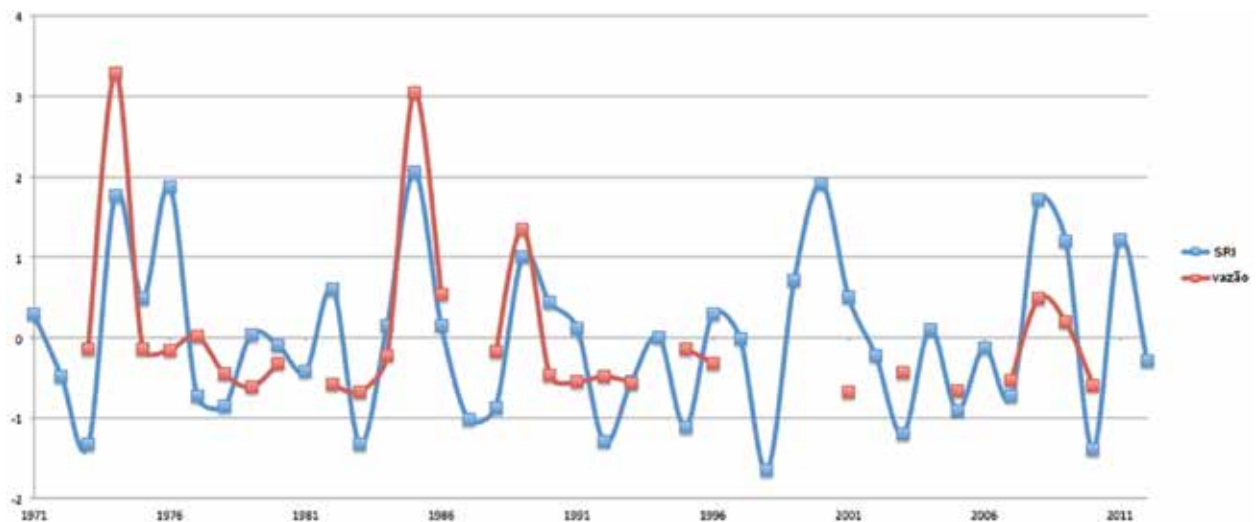


Figura 26. Anomalia padronizada de vazões (bacia incremental Orós; vermelho) e anomalia padronizada do SRI (azul).

(Fonte: FUNCEME).

O cálculo desse indicador é realizado para períodos de 3 e 4 meses, de forma similar aos indicadores SPI e SPEI (empregando a distribuição gama de modo a definir a probabilidade de não excedência a um valor específico desse indicador, usando a inversa da distribuição normal padrão para calcular desvios relativos de indicadores e usando o método de interpolação do inverso da distância como critério de ponderação).

A Figura 27 mostra um exemplo do produto gerado correspondente ao SRI para o período janeiro, fevereiro e março de 2012.

Entre as **vantagens** do SRI, além das já mencionadas para o indicador SPI: (i) simples; (ii) evita-se o uso dos dados diretos de vazão e nível devido aos problemas já conhecidos; e (iii) faz uso das características da distribuição temporal da precipitação diária que estão relacionadas ao escoamento superficial.

As **desvantagens** do SRI são, por sua vez, devido às dificuldades de monitoramento no passado e no presente, a saber: (i) necessita de longa série de dados observados diários de precipitação para melhor ajuste e cálculo dos parâmetros para cada posto; (ii) necessita de dados diários observados de vazão para validação; e (iii) necessita de uma rede densa de postos observados para uma melhor representação a partir da interpolação dos dados.

## 8.2. Produtos de apoio

Como citado anteriormente, os produtos de apoio são informações obtidas junto de instituições nacionais e internacionais, que auxiliam no traçado do Monitor, de forma complementar aos indicadores de seca calculados a partir das redes de estações federais e estaduais do Nordeste. São especialmente importantes em regiões com pouca densidade de informação ou sem nenhuma informação.

Os produtos buscam atender a demanda de informação para os diferentes setores que possuem alguma relação com a temática da seca, incluindo: (i) informações de precipitação acumulada, climatologia e anomalias para os últimos meses e anos; (ii) um produto de umidade do solo para verificar a água armazenada; (iii) um índice de saúde da vegetação (VHI); (iv) um mapa gerado por um modelo digital de elevação de terreno (MDE) para permitir a diferenciação orográfica de valores calculados para estações próximas; (v) produtos combinados de curto e longo prazos, para representar, de forma resumida, os indicadores SPI e SPEI; e (vi) camadas do Monitor do mês anterior.

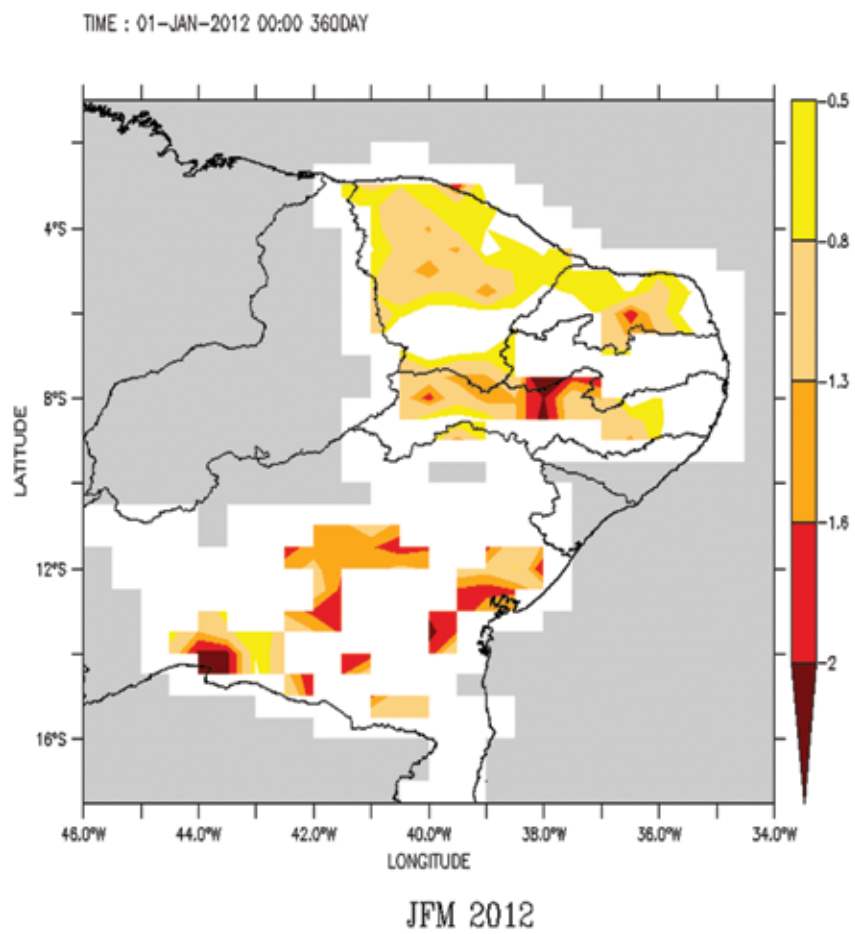


Figura 27. Exemplo do SRI para o trimestre janeiro-fevereiro-março de 2012.  
(Fonte: elaboração própria).

## *Precipitação acumulada, climatologia e anomalias para os últimos meses e ano*

### **Precipitação acumulada e produtos derivados do INMET**

São incorporados os mapas de precipitação e de produtos derivados da precipitação fornecidos pelo INMET, que utilizam os dados da rede de estações monitorada por essa instituição. São incluídos:

**Mapas de precipitação acumulada para 30 dias e 90 dias** (ver exemplo para 30 dias na Figura 28).

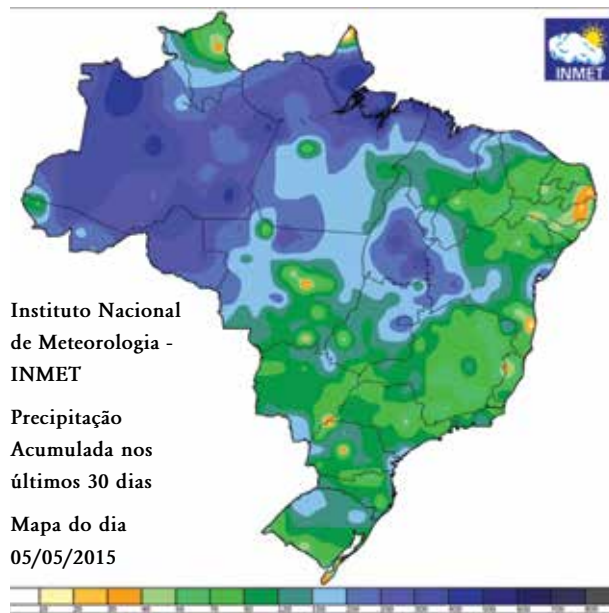


Figura 28. Exemplo de Precipitação Acumulada para os últimos 30 dias contados a partir de 05/05/2015.

(Fonte: INMET<sup>6</sup>).

6 <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=tempo2/mapasPrecipitacao>

Precipitação acumulada do SISDAGRO: o Sistema de Suporte à Decisão na Agropecuária (SISDAGRO) é desenvolvido pelo INMET com o objetivo de apoiar usuários do setor agrícola em suas decisões de planejamento e manejo agropecuário. Nele é possível gerar mapas com acumulados de precipitação para diferentes períodos, e foram incorporados os acumulados de 1, 2, 3, 4, 12 e 24 meses aos produtos de apoio do Monitor (ver exemplo na Figura 29).

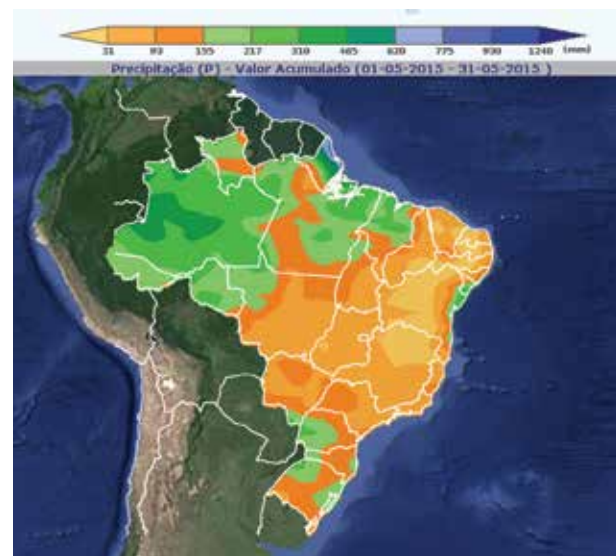


Figura 29. Precipitação acumulada para 1 mês (maio de 2015), gerado a partir do SISDAGRO.

(Fonte: INMET<sup>7</sup>).

Mapas climatológicos da precipitação mensal: os mapas de precipitação das Normais Climatológicas são obtidos por cálculo das médias de parâmetros meteorológicos, obedecendo a critérios recomendados pela OMM. Essas médias referem-se a períodos padronizados de 30 (trinta) anos e está disponível o período de 1961-1990. (Ver exemplo na Figura 30).

7 <http://sisdagro.inmet.gov.br:8080/sisdagro/app/index>



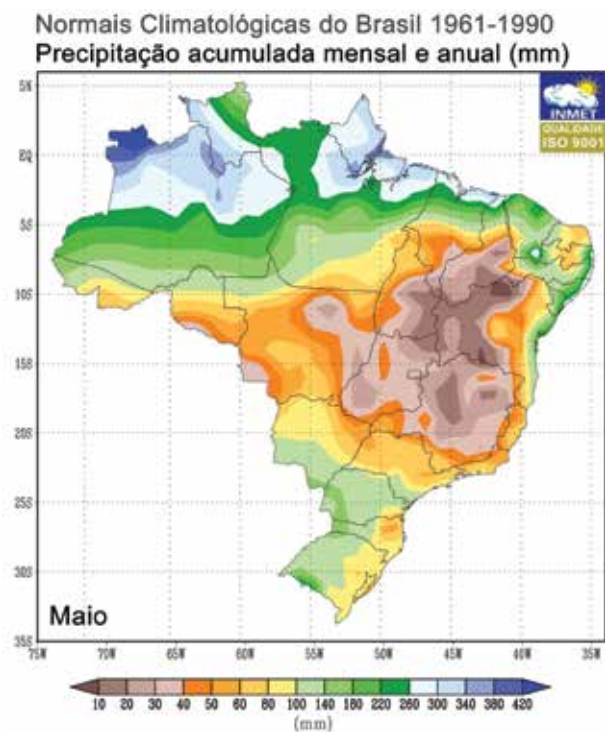


Figura 30. Normal climatológica para o mês de maio, ao longo do período 1961-1990.

(Fonte: INMET<sup>8</sup>).

Desvios de precipitação mensal e trimestral: mapas que apresentam a diferença ponto a ponto entre a precipitação total registrada no mês (ou trimestre) e as normais climatológicas do período de 1961 a 1990. (Ver exemplos na Figura 31).

Precipitação acumulada disponibilizada na forma de quantis: são utilizados os mapas de 1, 3, 6, 12 e 24 meses da precipitação observada classificada por quantis, com 7 graduações: extremamente seco, muito seco, seco, normal, chuvoso, muito chuvoso e extremamente chuvoso. (Ver exemplo na Figura 32).

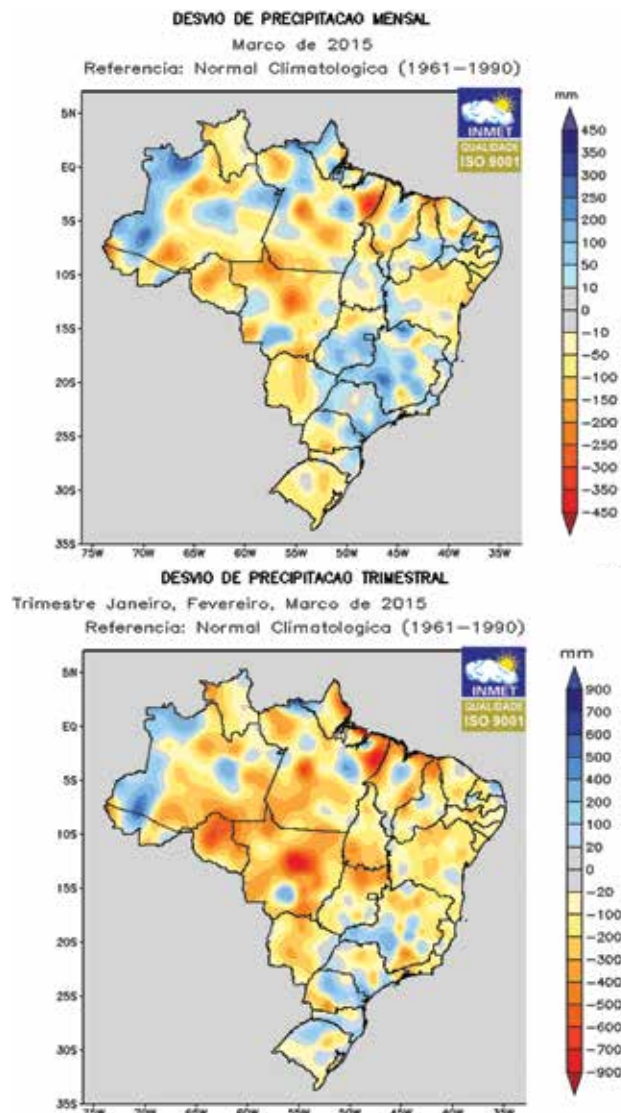


Figura 31. Exemplo de desvio da precipitação mensal para março de 2015 (mapa de cima) e trimestral para janeiro, fevereiro e março de 2015 (mapa de baixo), comparada com a normal climatológica do mesmo mês (ou trimestre), ao longo do período 1961-1990.

(Fonte: INMET<sup>9</sup>).

8 <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisClimatologicas>

9 <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/desvioChuvaMensal>

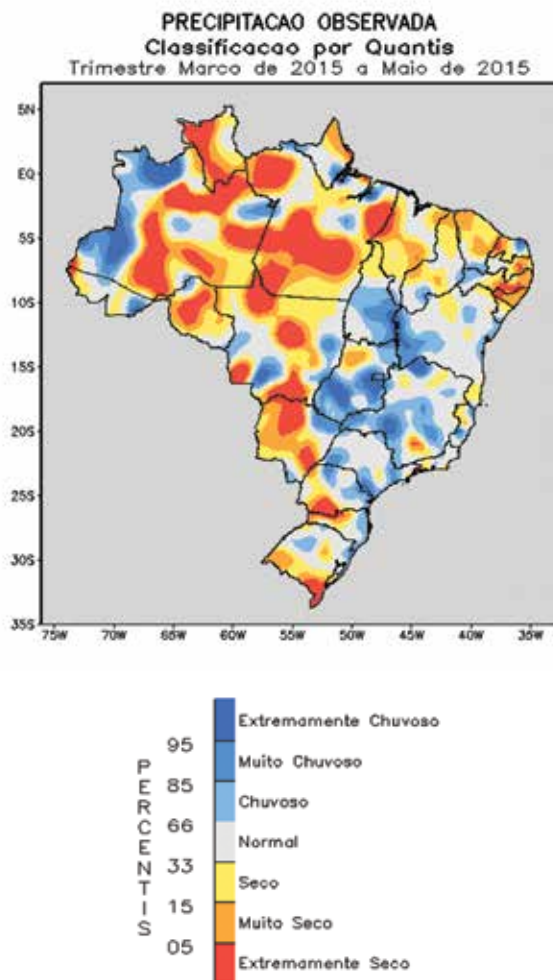


Figura 32. Precipitação observada classificada por quantis. Trimestre março, abril e maio de 2015.

(Fonte: INMET<sup>10</sup>).

Índice de Precipitação Padronizada do INMET: calculado a partir da rede do INMET, é diferente do calculado como indicador de seca do Monitor, pois considera somente as estações convencionais do INMET, desconsiderando as estações automáticas do INMET, as estações da ANA e dos estados. (Ver exemplo na Figura 33).

10 <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/quantis2>

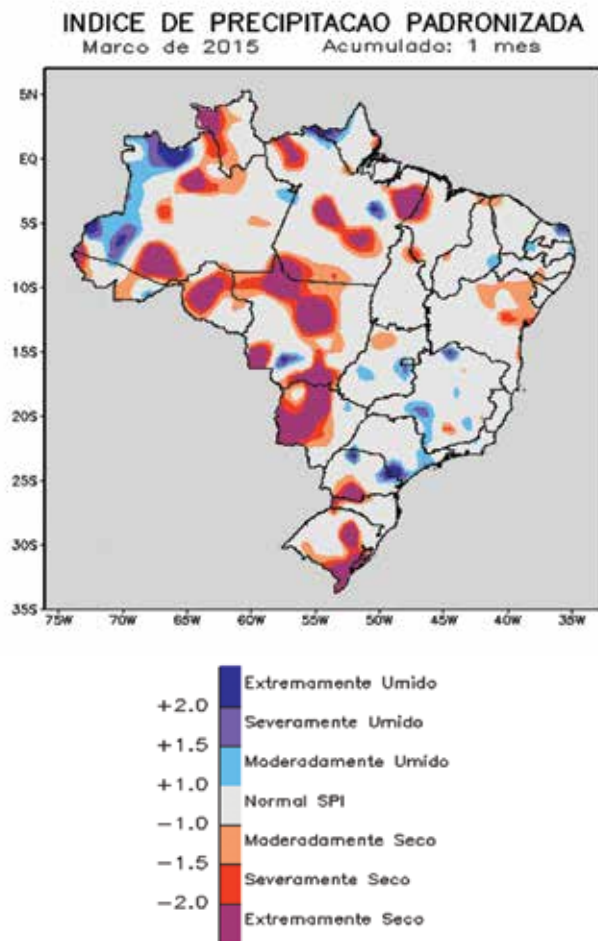


Figura 33. Índice de Precipitação Padronizada - SPI para março de 2015, acumulado de 1 mês.

(Fonte INMET<sup>11</sup>).

## Precipitação acumulada e produtos derivados do CPTEC

Mapas de precipitação acumulada, climatologia e anomalia gerados a partir de dados de diversas instituições de todo o Brasil, podendo ser encontrados no site do CPTEC/INPE. A

11 <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/indicePrecipitacaoPadronizada>

escolha de visualização pode ser em base mensal, trimestral ou ainda definindo o número de meses desejados. São disponibilizados para a produção do Monitor os mapas de 1 mês (para

os últimos 4 meses), dos últimos trimestre e ano. (Ver exemplos na Figura 34).

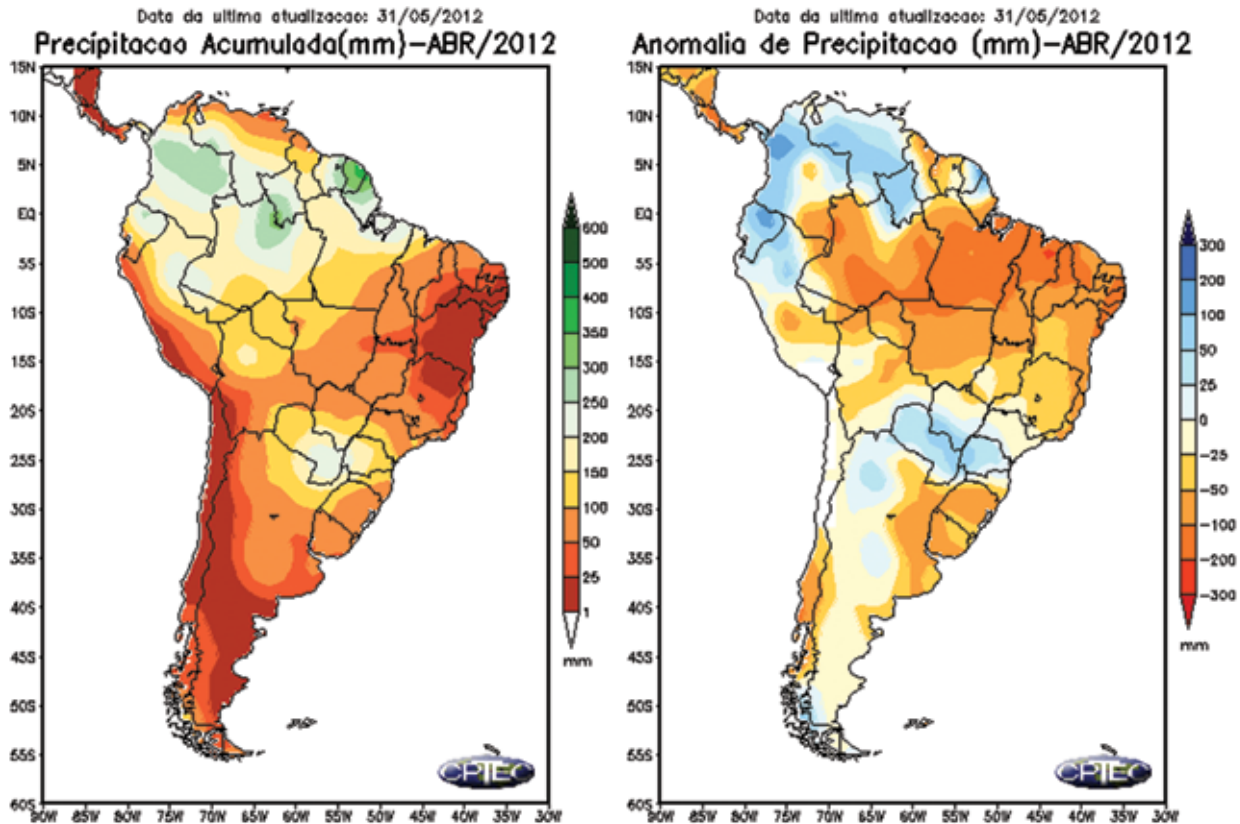


Figura 34. Exemplo de precipitação acumulada (esquerda) e anomalia (direita) de precipitação.

(Fonte: CPTEC/INPE<sup>12</sup>).

**MERGE:** é um produto combinado de dados de precipitação observada e dados de sensoriamento remoto, provenientes de estimativa de precipitação por satélite do TRMM (Rozante et al., 2010). Os dados são disponibilizados pelo CPTEC em base diária, e são utilizados para calcular: (i) precipitação acumulada mensal; (ii) climatologia mensal; (iii) desvio padrão mensal; (iv) anomalia absoluta, em que é feita uma diferença entre a precipitação acumulada

mensal e a climatologia ( $PREC_{mes} - PREC_{clima}$ ); (v) anomalia normalizada pelo desvio padrão, em que a anomalia absoluta é dividida pelo desvio padrão mensal ( $PREC_{mes} - PREC_{clima} / DPADRA_{omes}$ ). O valor -1 significa, por exemplo, que a anomalia ficou 1 desvio padrão abaixo da climatologia; (vi) anomalia percentual, em que a anomalia absoluta é dividida pela precipitação acumulada mensal e posteriormente multiplicada por 100 para ter

12 <http://www.cptec.inpe.br/clima>

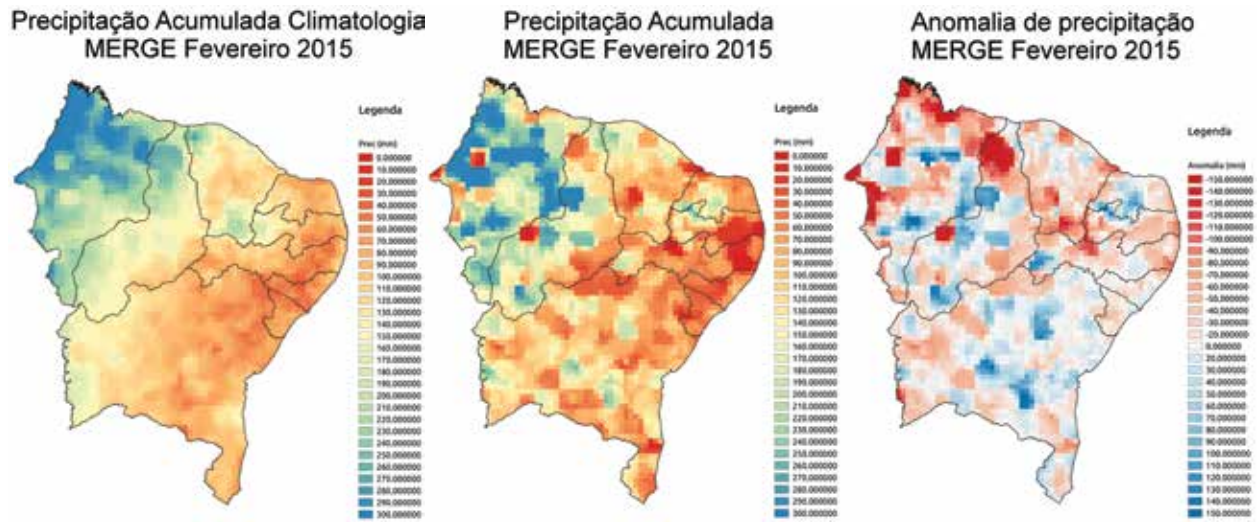


Figura 35. Exemplo de mapas calculados a partir dos dados do MERGE: climatologia (esquerda), acumulado mensal (centro), e anomalia normalizada pelo desvio padrão (direita).

(Fonte: FUNCEME a partir de dados do CPTEC).

o resultado em porcentagem ( $100 * [PREC_{mes} - PREC_{clima}] / PREC_{clima}$ ). O valor 50 significa, por exemplo, que a anomalia ficou 50% acima da climatologia; e (vii) SPI para 3, 4, 6, 12, 18 e 24 meses, calculados a partir da metodologia de McKee et al. (1993), utilizando os dados do MERGE. Exemplos podem ser observados na Figura 35.

### Mapa de umidade do solo

O produto do *Climate Prediction Center do National Oceanic and Atmospheric Administration (CPC/NOAA)* apresenta as categorias de anomalia de umidade do solo sob a forma de percentis, baseado em rodadas de um modelo hidrológico de uma camada (Huang et al., 1996 e Van den Dool et al., 2003). O modelo utiliza como forçante precipitação e temperatura observadas, estimando a partir dessas entradas a

umidade do solo do último mês. (Ver exemplo na Figura 36).

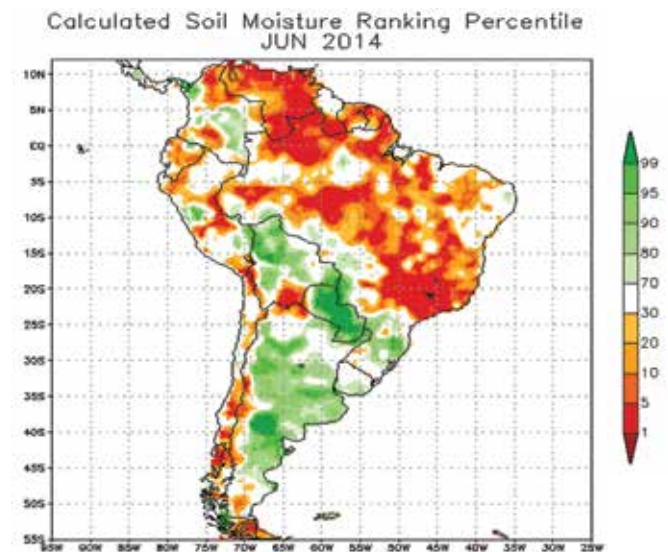


Figura 36. Mapa de percentis da Umidade do Solo calculada para o mês de junho de 2014.

(Fonte: CPC/NOAA<sup>13</sup>).

13 [http://www.cpc.noaa.gov/soilmst/sa\\_wrang.htm](http://www.cpc.noaa.gov/soilmst/sa_wrang.htm)

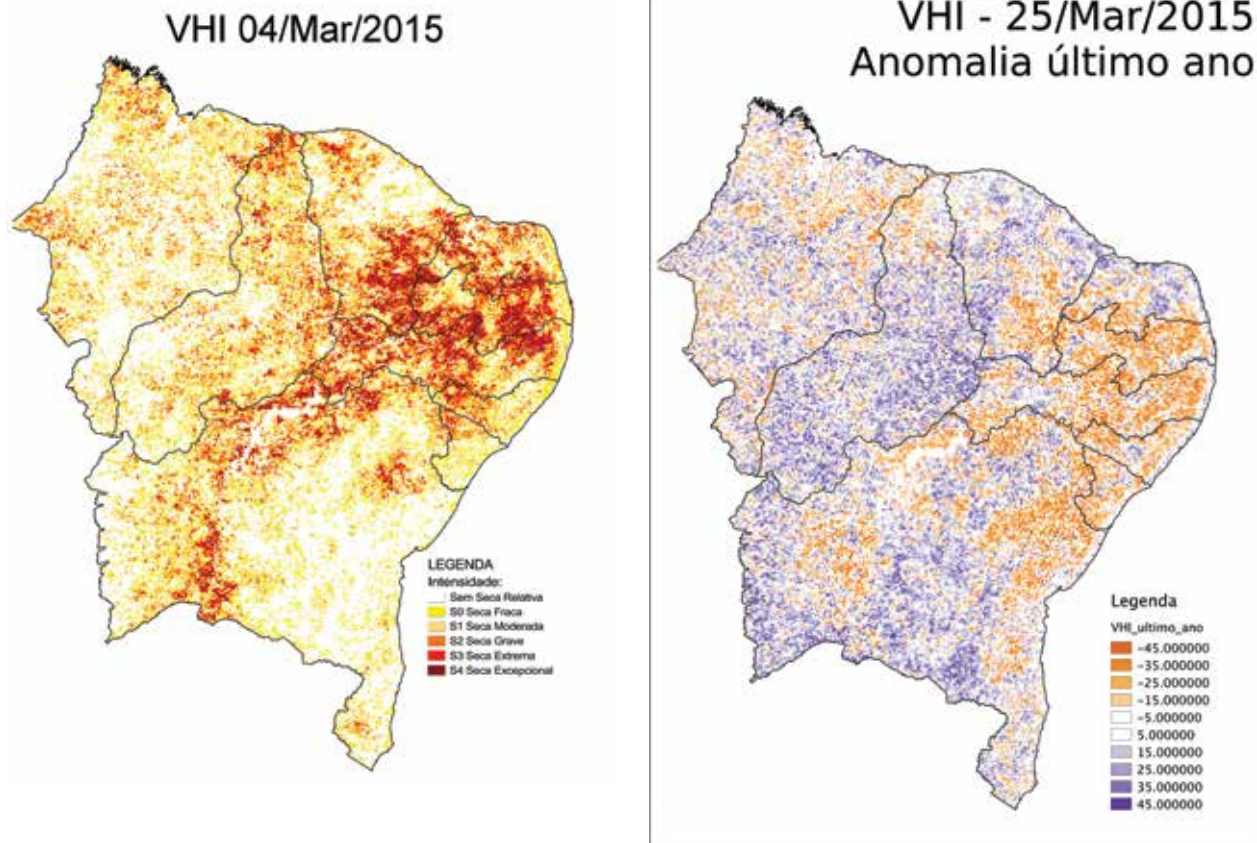


Figura 37. Exemplos de mapas de VHI. Situação da vegetação em uma semana específica (esquerda) e variação anual do VHI (direita).

(Fonte: STAR/NEDIS/NOAA<sup>14</sup>).

### *Índice de Saúde da Vegetação (VHI)*

O VHI (*Vegetation Health Index*) é um produto do *Center for Satellite Applications and Research*, da *NOAA Satellite and Information Service* (STAR/NESDIS/NOAA) e uma composição semanal na forma de percentil. No Monitor, é utilizada a semana atual, variação em relação à última semana, ao último mês e ao último ano. Esse indicador é usado para estimar a condição de culturas e a antecipação da produção, e, para facilitar a visualização, esses valores são ajustados de acordo com as categorias do Monitor, a partir de uma indicação presente no

### *Modelo Digital de Elevação (MDE)*

O MDE é uma representação matemática/computacional contínua da topografia do terreno distribuída espacialmente às variações de altitude numa área baseada e definida sobre um plano cartográfico num conjunto de coordenadas X, Y e Z. O MDE é proposto como produto de apoio para permitir a diferenciação orográfica de valores calculados para estações próximas (ver exemplo na Figura 38).

14 <http://www.star.nesdis.noaa.gov/smcd/emb/vci/VH/>

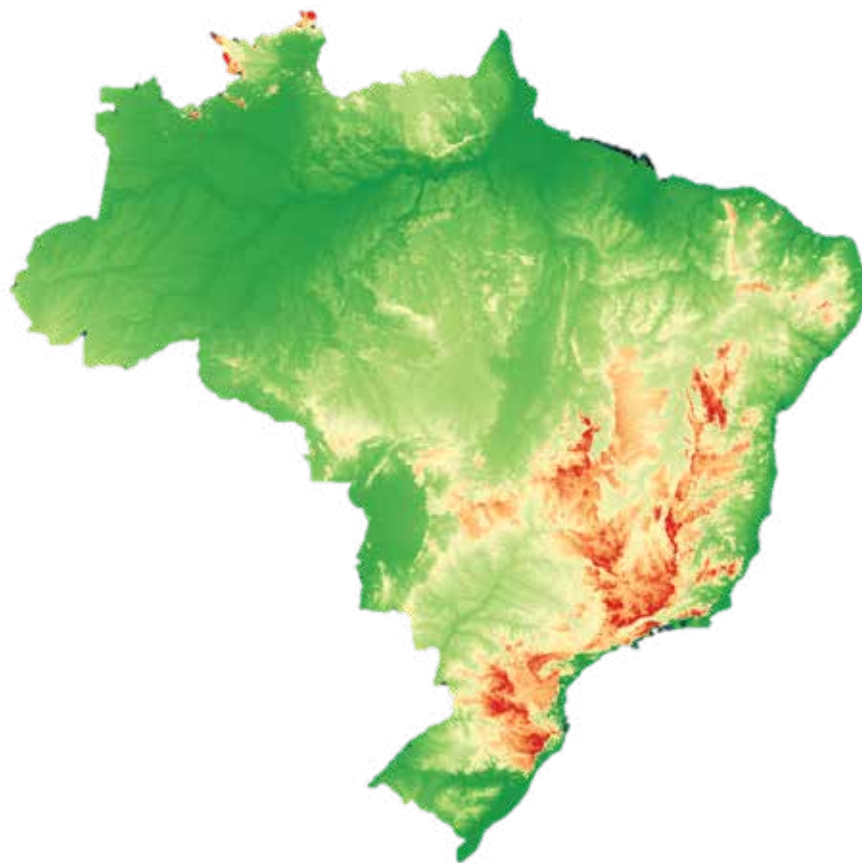


Figura 38. Exemplo de MDE para o Brasil, em que a cor verde representa as áreas mais baixas e a cor vermelha revela as mais altas.

(Fonte: FUNCEME a partir de dados do IBGE).

### *Indicador Combinado de Curto (ICC) e Longo Prazo (ICL)*

Além dos produtos individuais dos indicadores individuais SPI e SPEI de curto (3 e 4 meses) e longos prazos (12, 18 e 24 meses), procede-se o cálculo de um indicador combinado das dimensões meteorológica e agrícola da seca no curto e longo prazos. Estes Indicadores

Combinados de Curto (ICC) e Longo (ICL) prazos são calculados por meio do valor mais intenso (mais negativo) do SPI e SPEI. Um exemplo do produto combinado de curto prazo pode ser observado na Figura 39.

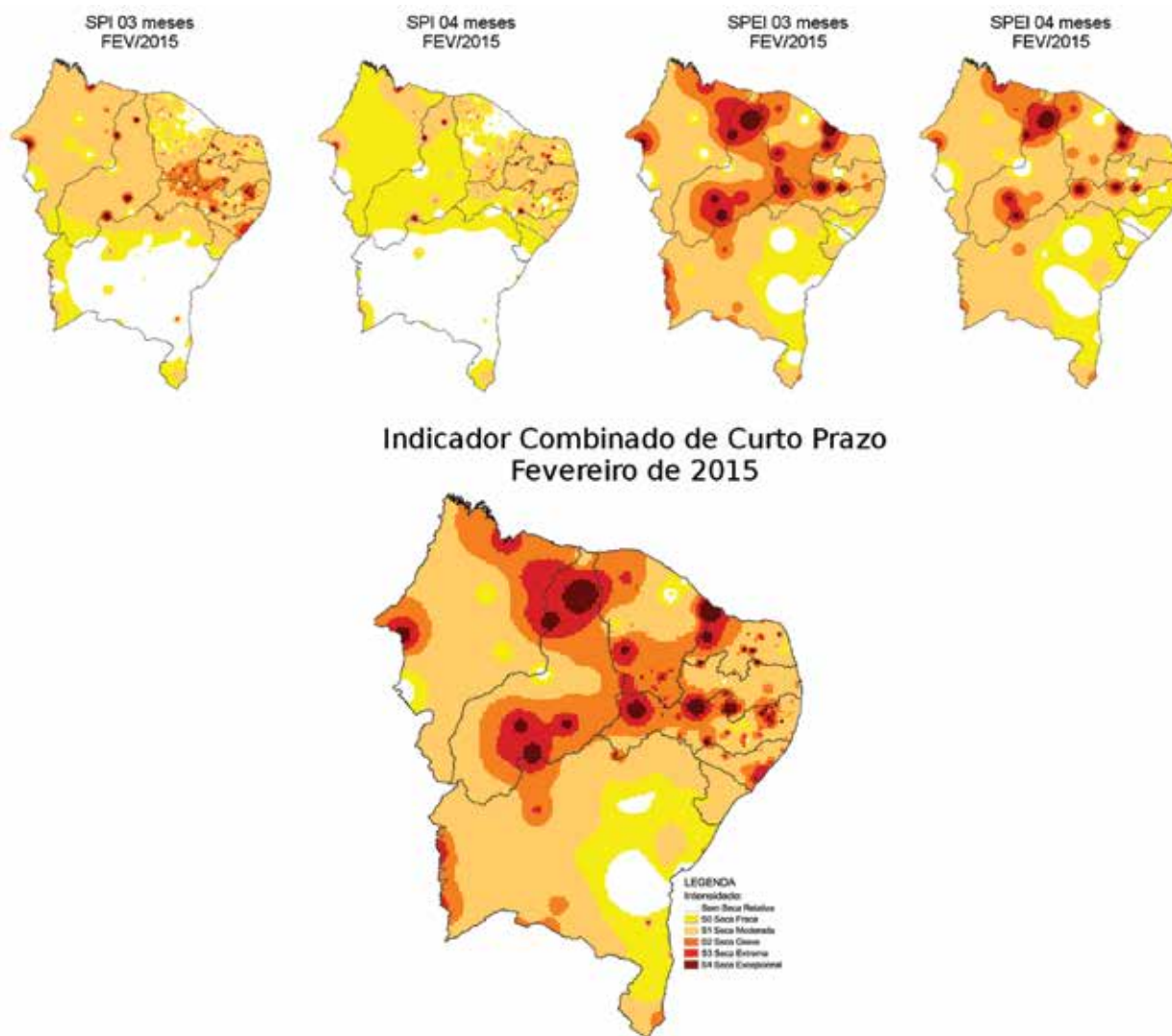


Figura 39. Exemplo de produto combinado com os indicadores de curto prazo.

(Fonte: elaboração própria).

### *Camadas correspondentes ao Monitor do mês anterior*

São disponibilizadas para o autor as camadas correspondentes às categorias do Monitor referentes ao mês anterior ao de traçado. Dessa

maneira, ele pode utilizá-las como ponto de partida para atualização das camadas atuais do Monitor, aproveitando as regiões onde não houve modificações e alterar onde os indicadores de seca e demais produtos de apoio indicam intensificação ou amenização dos impactos da seca.





# 9

## Produtos complementares ao Mapa do Monitor

Ao incluir informações no traçado do Monitor, provenientes de dados observados, indicadores, produtos de apoio ou conhecimento dos profissionais envolvidos, há uma grande preocupação em convergir o máximo de conteúdo, respeitando o conceito de que o Monitor deve representar a seca natural ou física em uma região. Porém, em alguns casos, é importante, principalmente para os usuários e tomadores de decisão, relacionar a situação da seca categorizada pelo Monitor com alguma informação complementar, mesmo que essa esteja sujeita ao gerenciamento humano. Um exemplo é o uso de dados de reservatórios pelo profissional do setor hídrico responsável por determinar as liberações e operações para abastecimento em uma metrópole: sabendo como a seca natural tem se comportado pelo Mapa do Monitor, somado à condição dos reservatórios de sua região, é possível chegar a uma definição mais assertiva em termos de gerenciamento dos recursos hídricos disponíveis. Outros produtos podem ser gerados para facilitar a visualização da informação do Monitor, e para ajudar no entendimento do usuário final, ou mesmo autores e validadores, principalmente considerando que todos têm interesse em saber se a intensidade da seca está aumentando ou diminuindo em uma determinada região e/ou como as categorias de

seca do Monitor estão variando ao longo do tempo. Sendo assim, alguns produtos foram desenvolvidos (ou estão em desenvolvimento) com o intuito de indiretamente contribuir no traçado e na validação do Monitor, dar insumo para os tomadores de decisão ou simplesmente facilitar o entendimento da informação.

### 9.1. Camada complementar: a condição dos reservatórios

A situação dos reservatórios é informação imprescindível na definição dos impactos da seca, porém está muito relacionada com a seca operacional, principalmente quando a informação existente é apenas o nível ou o volume, sem visão histórica. A maior parte dos estados não possuem dados pretéritos, que deveriam incluir situações de liberações e operação dos reservatórios. Isso impede que a informação seja tratada no âmbito do Monitor, na forma de seca relativa e seca natural.

Conforme mencionado anteriormente, o Monitor reflete a seca física e não a seca operacional, ou de um sistema gerenciável. Essa seca operacional seria idealmente refletida por planos de preparação específicos para um dado sistema de reservatórios. Contudo, é incontestável a necessidade de prover a informação dos reservatórios e, por essa razão, será incorporada ao Monitor no futuro, na forma de uma camada complementar.

O conceito sugerido é utilizar figuras geométricas para representar os reservatórios estratégicos do Nordeste, onde será indicada com cores associadas às categorias do Monitor

a criticidade do reservatório em termos de restrição de uso para consumo urbano e irrigação. Na Figura 40, é possível verificar uma sugestão de visualização dessa camada para o estado de Pernambuco. Os círculos representam os reservatórios, divididos ao meio para representar as duas tipologias de demanda consideradas: a metade esquerda representando o abastecimento urbano, e a metade direita, a irrigação. A cor branca sinaliza a situação de não seca; as cores quentes, os níveis de criticidade associados às categorias do Monitor; e preto, a situação de restrição total. A cor cinza representa a falta de informação.

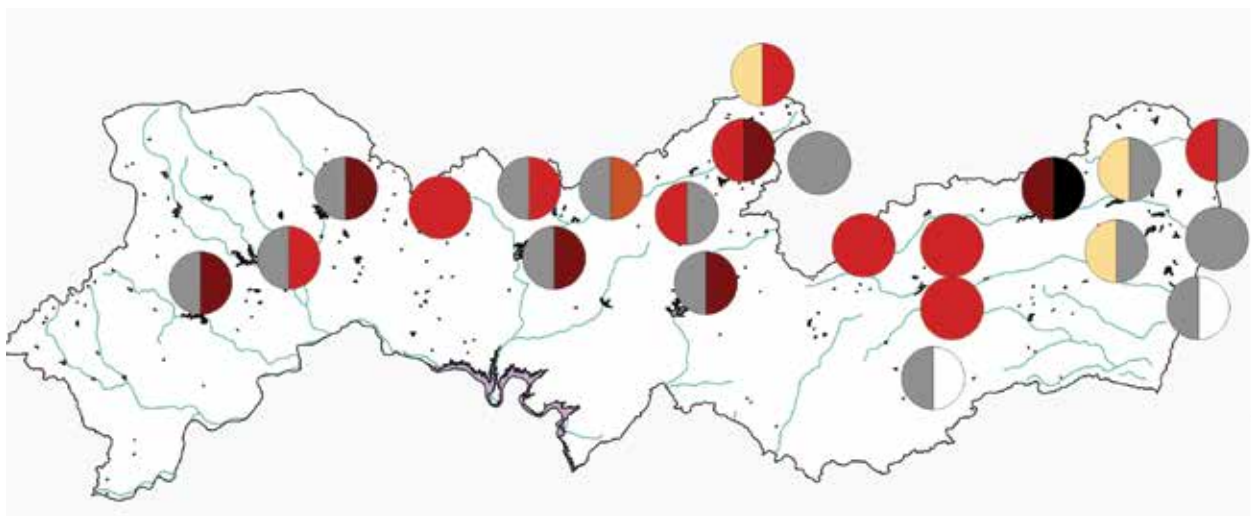
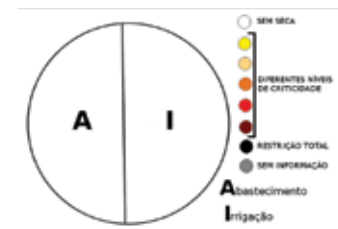


Figura 40. Classificação da severidade da seca em relação aos usos dos reservatórios. Cinza representa falta de informação; branco, sem seca; cores das categorias do Monitor, os níveis de severidade para os diferentes usos; e preto, a restrição total ao uso (abastecimento à esquerda e irrigação à direita).

(Fonte: elaboração própria).



Eventualmente, quando planos de preparação para a seca dos sistemas de reservatórios já tiverem sido elaborados, esses podem ser utilizados para

identificar o nível de criticidade associado a cada tipologia de demanda (por ex. abastecimento urbano, irrigação). Porém, inicialmente, as

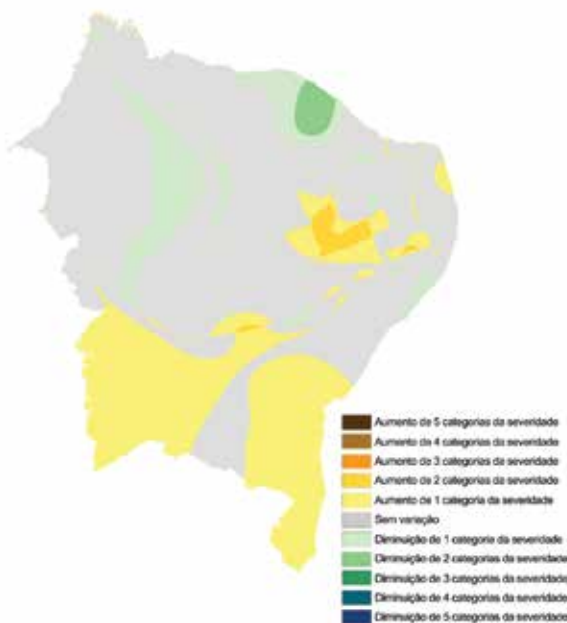
condições de criticidade para atendimento das demandas associadas ao abastecimento urbano e irrigação serão indicadas conjuntamente pelas agências/companhias de gerenciamento de recursos hídricos dos estados e a Agência Nacional de Águas.

## 9.2. Mapa de mudança de categoria

É um produto que apresenta a variação da intensidade da seca em toda a Região Nordeste e é gerado a partir da diferença entre dois mapas do Monitor produzidos, permitindo identificar quais as áreas que obtiveram variação quanto à severidade de seca, seja de aumento, seja de redução de intensidade.

A Figura 41 apresenta exemplos desse produto, gerados a partir da variação da intensidade da seca para 1 mês (esquerda, diferença entre o mapa de fevereiro e o de janeiro de 2015) e 3 meses (direita, variação dos mapas de fevereiro de 2015 e novembro de 2014). Essas alterações das áreas de seca estão representadas em até cinco níveis de redução de secas, cinco níveis de aumento e um nível que representa que não houve alteração, cuja legenda pode ser observada na parte inferior da Figura 41. Em outras palavras, as áreas na cor cinza indicam que não houve alteração na intensidade da seca; as representadas por cores quentes correspondem a um aumento da severidade da seca; e as em cores frias representam redução da severidade da seca. Esse produto é disponibilizado no site do Monitor de Secas do Nordeste (<http://monitordesecas.ana.gov.br/>)

**Monitor de Secas – Mapa de Mudança  
Fevereiro/15–Janeiro/15**



**Monitor de Secas – Mapa de Mudança  
Fevereiro/15–Novembro/14**

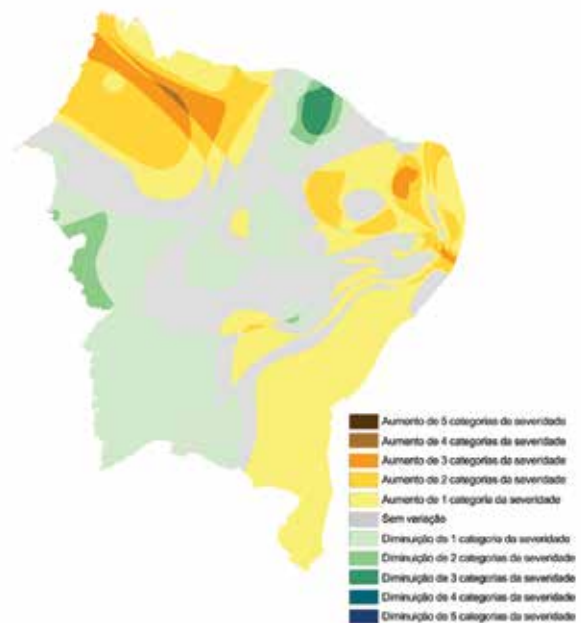


Figura 41. Exemplo de mapas de alterações de 1 mês (esquerda) e 3 meses (direita) em relação ao mês de fevereiro de 2015.

(Fonte: <http://monitordesecas.ana.gov.br/>).

Ao analisar o mapa de alteração de 3 meses (Figura 41 à direita), pode-se observar que as regiões nas quais a seca teve maior intensificação foram no noroeste e no nordeste da região,

onde observam-se as maiores diferenças entre os Monitores de novembro de 2014 e fevereiro de 2015 (Figura 42).

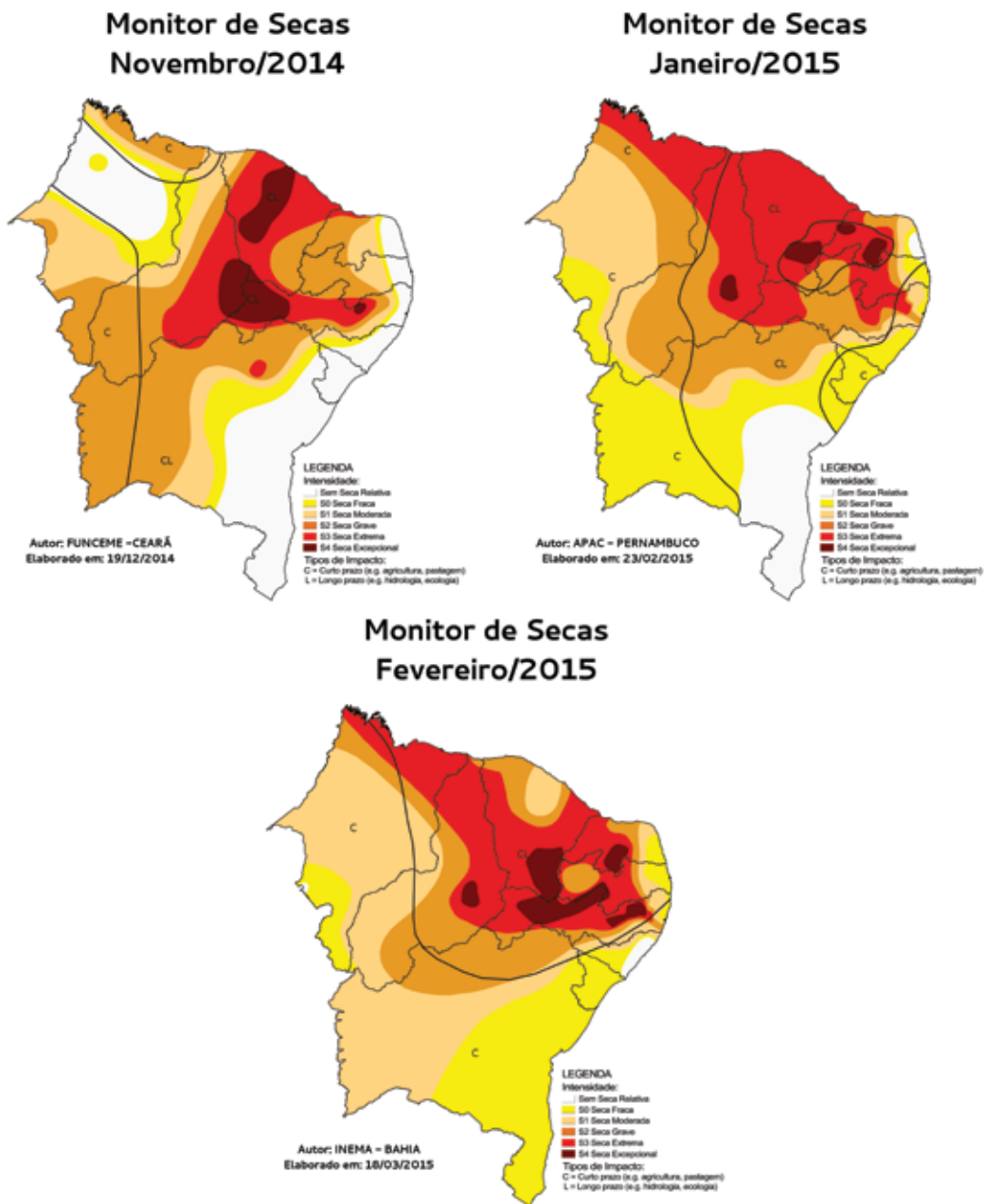


Figura 42. Mapas do Monitor de Secas dos meses de novembro de 2014, janeiro de 2015 e fevereiro de 2015.

(Fonte: <http://monitordesecas.ana.gov.br/>).

### 9.3. Evolução percentual das categorias de seca

Esse produto consiste em representar a evolução do percentual das áreas em diferentes faixas de severidade de seca (S0-S4; S1-S4; S2-S4; S3-S4 e S4) ao longo dos meses, para uma região específica ou a Região Nordeste como um todo. A informação é disponibilizada na forma de histórico dos dados tabulares de seca e o gráfico, a este associado. Na Figura 43, é apresentado um

exemplo da referida evolução do percentual de áreas em diferentes faixas de severidade de seca desde julho de 2014 até novembro de 2015.

O gráfico facilita o acompanhamento da situação de seca ao longo dos meses, no qual é possível verificar o aumento ou a diminuição da porcentagem da região com seca, e se as categorias de seca que são associadas aos impactos estão se intensificando ou amenizando. Esse produto é disponibilizado no site do Monitor de Secas do Nordeste (<http://monitordesecas.ana.gov.br/>)

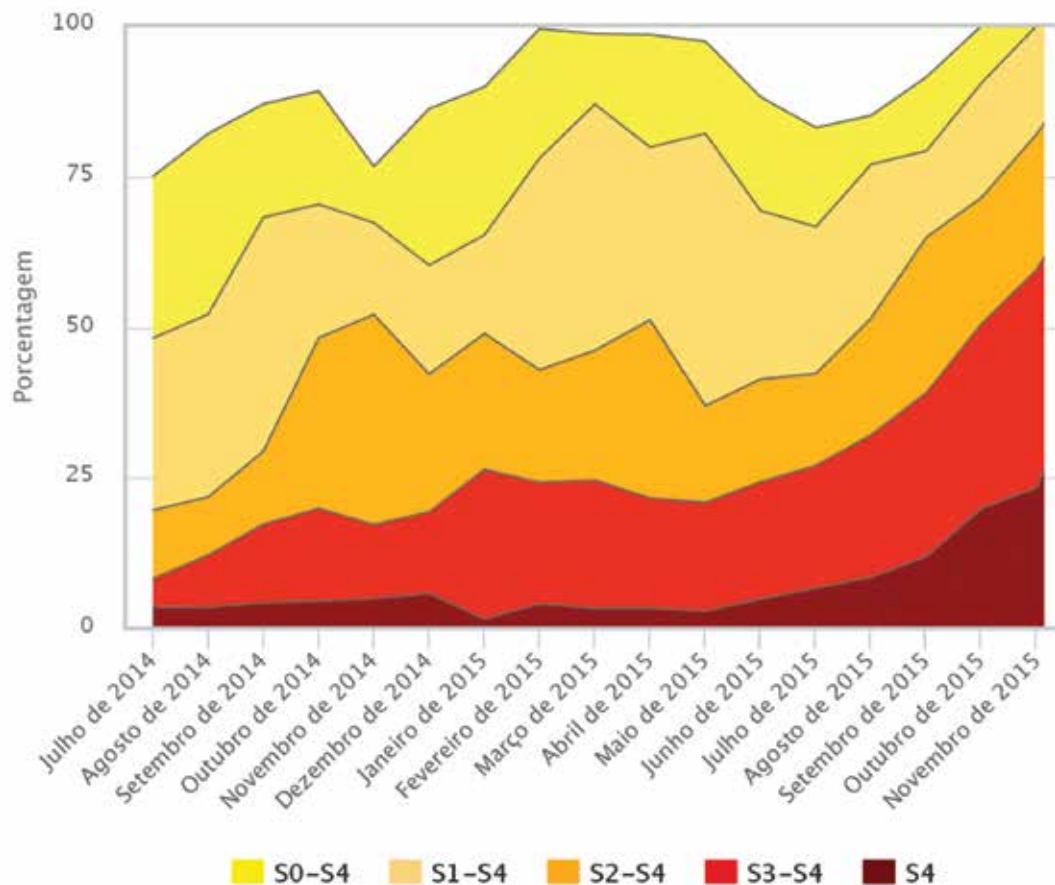


Figura 43. Evolução do percentual de áreas em diferentes faixas de severidade de seca desde julho de 2014 até novembro de 2015.

(Fonte: elaboração própria).



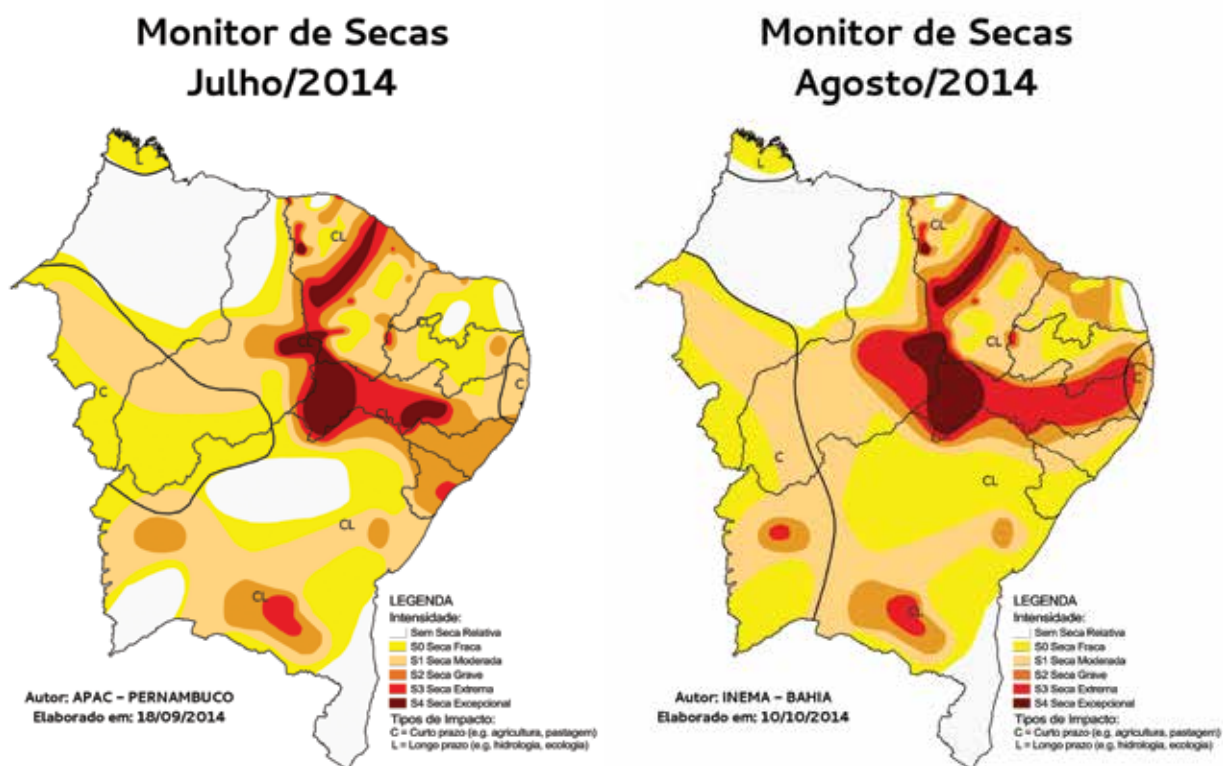
# 10

## Uma iniciativa em constante evolução

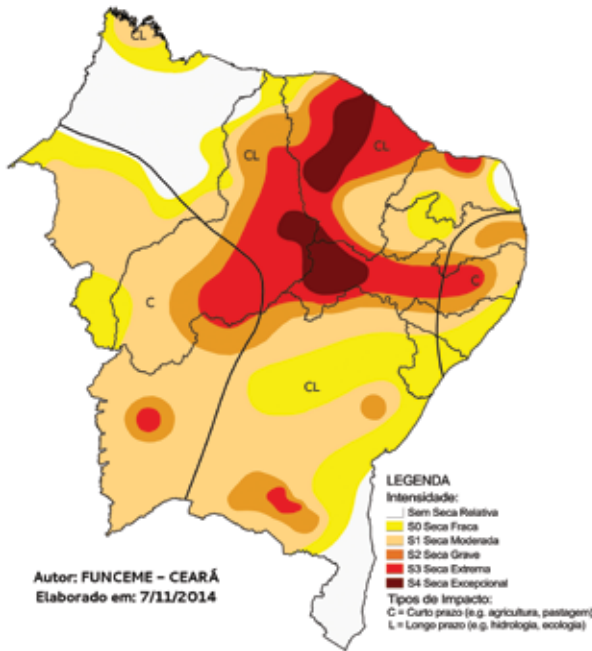
Com as premissas mencionadas na seção 6, de “começar simples” e “aprender fazendo”, nesta seção são apresentados alguns dados que mostram a constante evolução do Monitor desde que, em agosto de 2014, se iniciou a fase experimental, quando o Monitor passou a ser produzido mensalmente. Espera-se que no início de 2016, seja lançado oficialmente o Monitor,

dado o grau de maturidade da iniciativa nos níveis operacional e institucional.

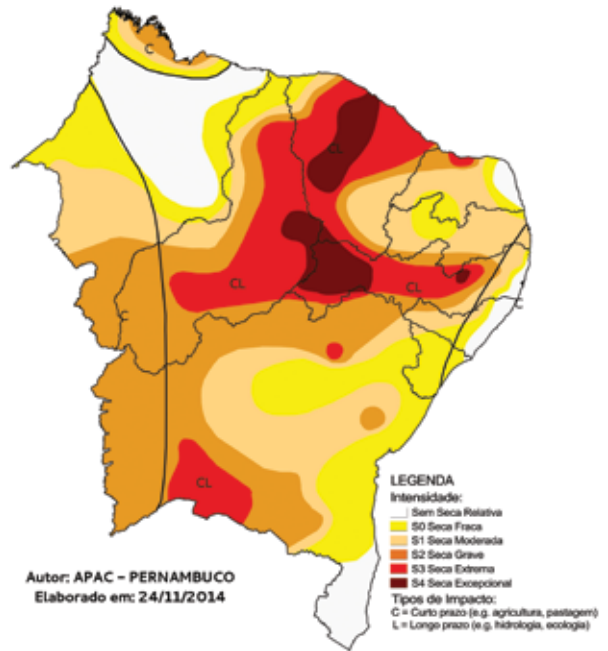
No período de agosto 2014 a dezembro 2015, foram produzidos 17 mapas do Monitor de Secas do Nordeste (mapas dos meses de julho 2014 a novembro de 2015), que podem ser verificados na Figura 44.



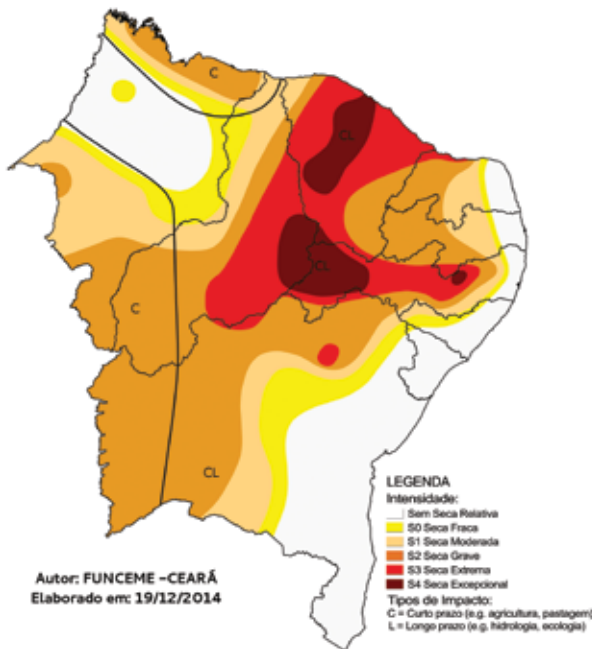
### Monitor de Secas Setembro/2014



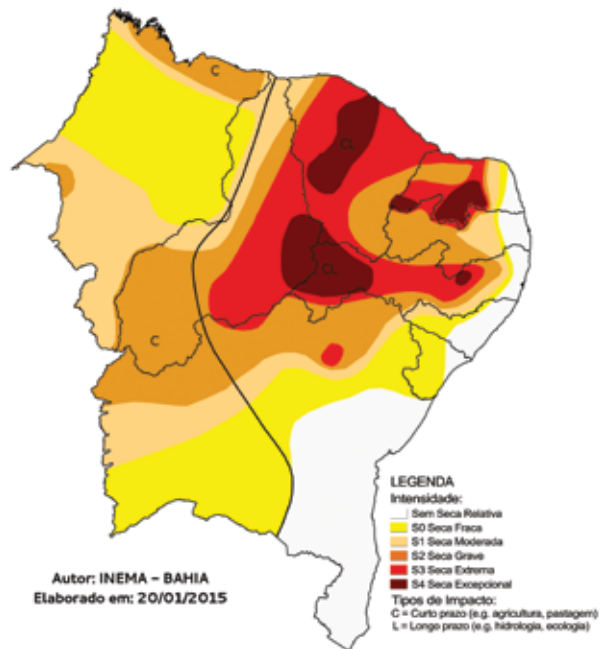
### Monitor de Secas Outubro/2014



### Monitor de Secas Novembro/2014

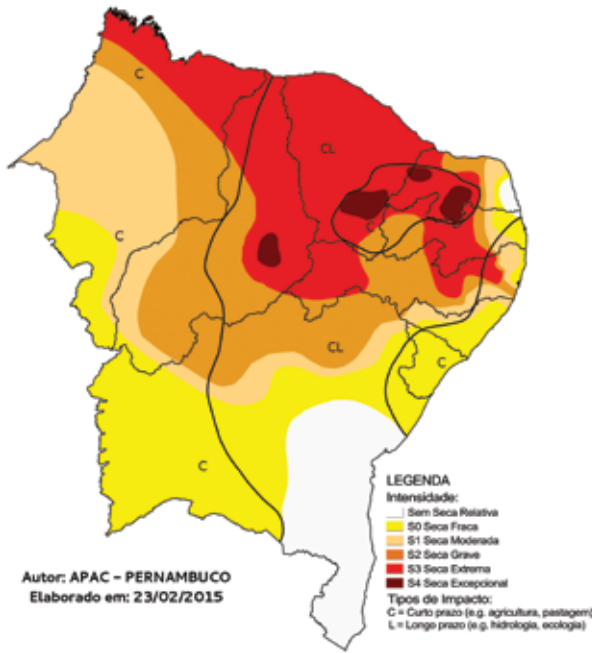


### Monitor de Secas Dezembro/2014

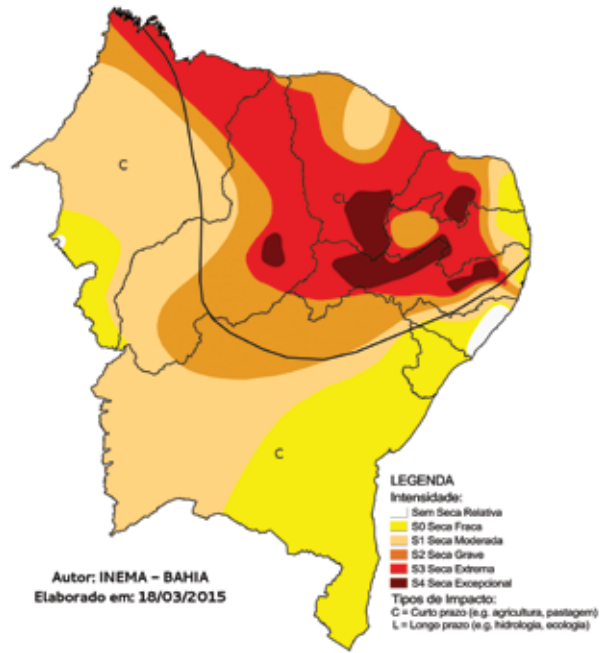




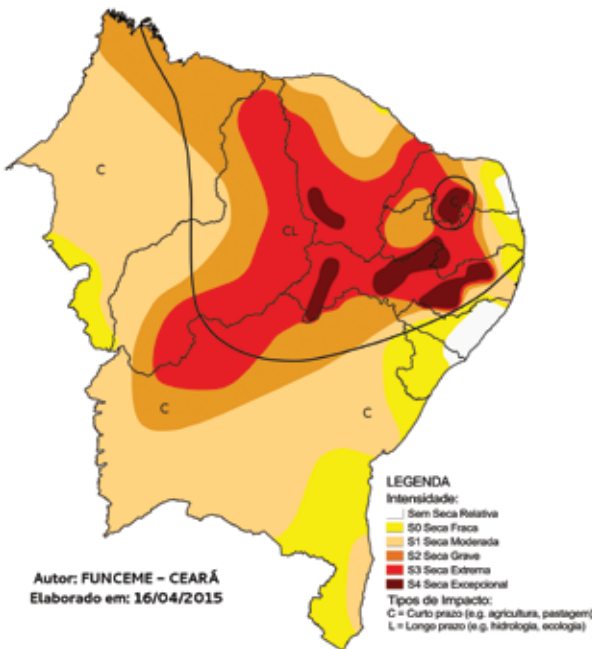
### Monitor de Secas Janeiro/2015



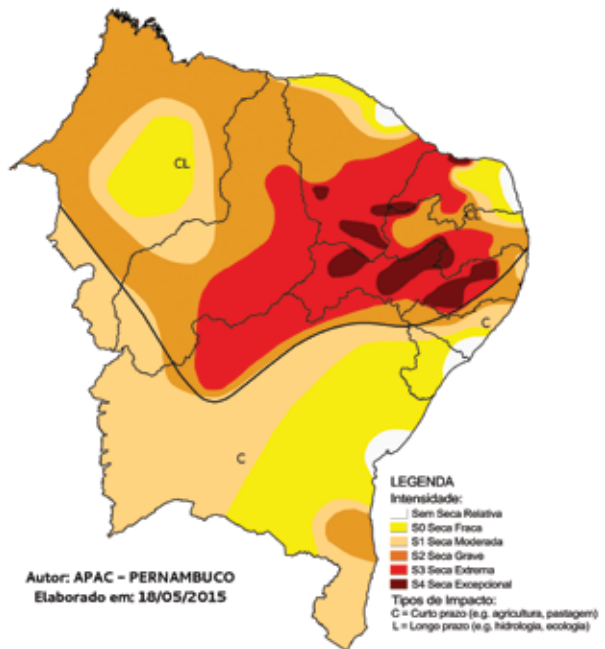
### Monitor de Secas Fevereiro/2015



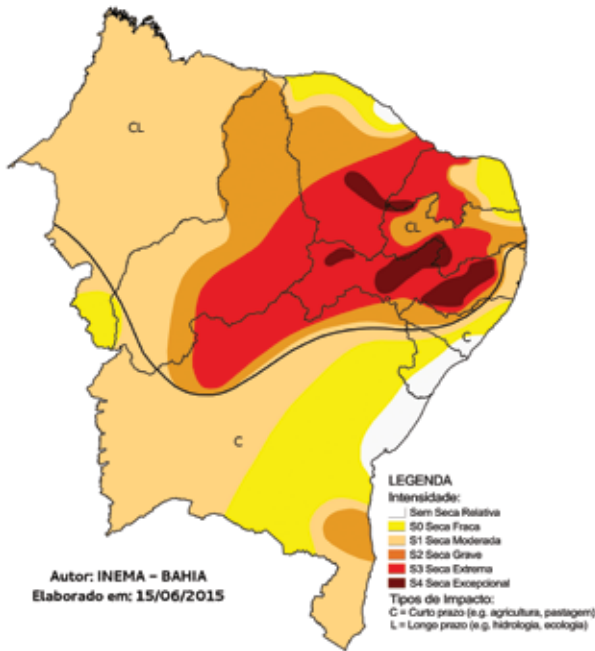
### Monitor de Secas Março/2015



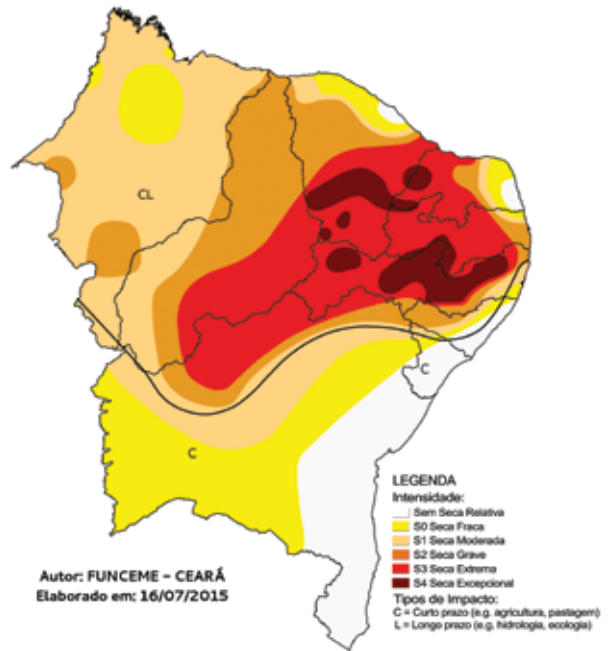
### Monitor de Secas Abril/2015



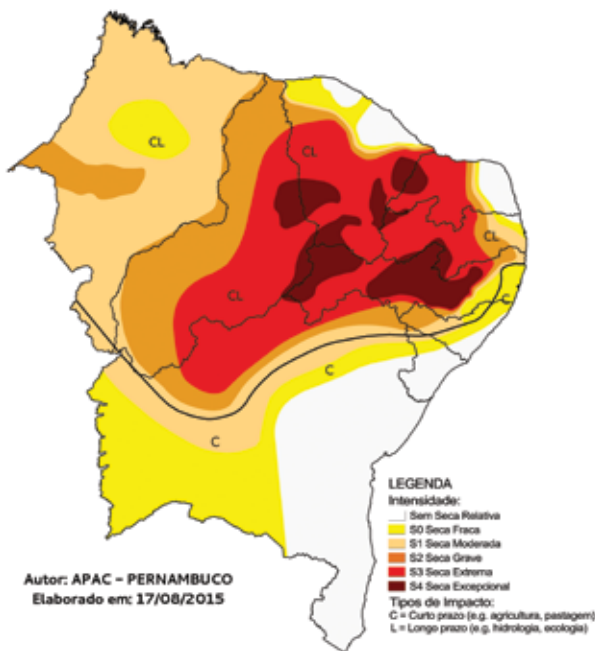
### Monitor de Secas Maio/2015



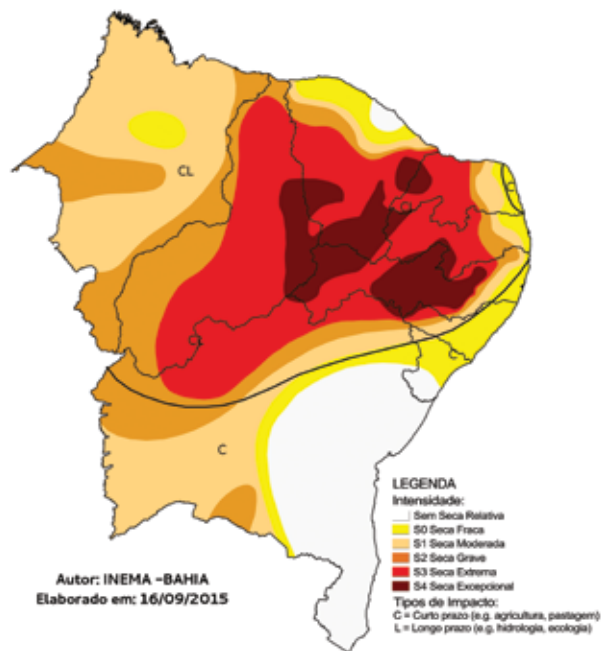
### Monitor de Secas Junho/2015



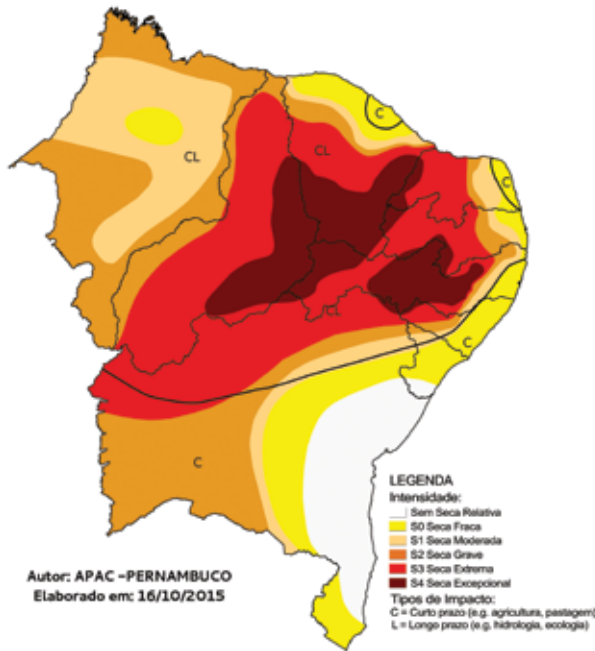
### Monitor de Secas Julho/2015



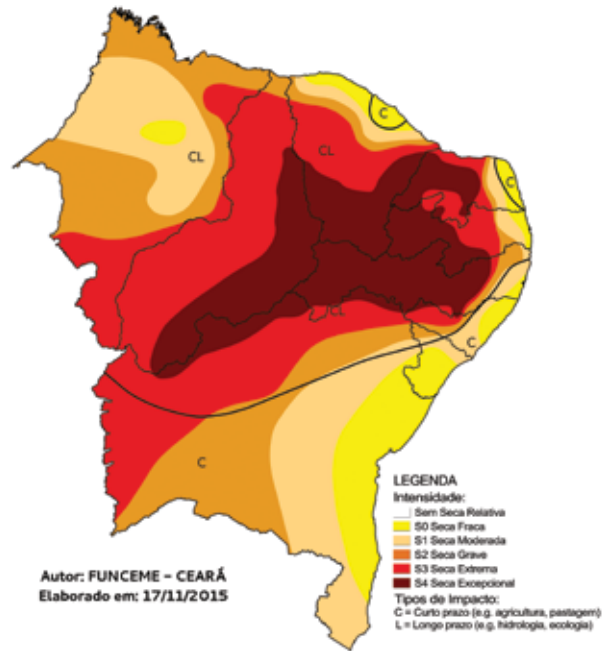
### Monitor de Secas Agosto/2015



**Monitor de Secas**  
**Setembro/2015**



**Monitor de Secas**  
**Outubro/2015**



**Monitor de Secas**  
**Novembro/2015**

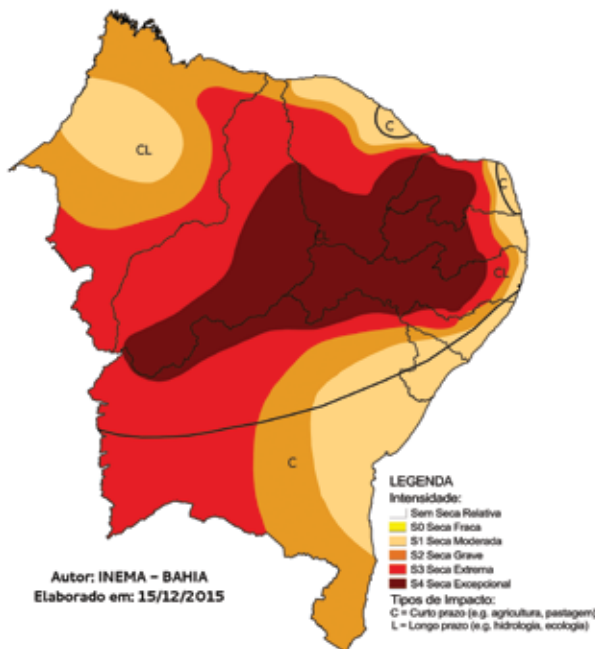


Figura 44. Mapas do Monitor de Secas do Nordeste do período de julho 2014 a novembro de 2015.

(Fonte: <http://monitordesecas.ana.gov.br/>).

Em termos gerais, durante a fase experimental, o processo de traçado e validação foi fortalecido ao longo do tempo, por meio do crescente engajamento dos estados e instituições envolvidos, com o aumento no número de instituições e de participações por mês. A seguir, são apresentados gráficos com informações relevantes sobre esse período, que incluem: (i) a evolução nos dados empregados para o cálculo de indicadores; (ii) o número de autores e de

validadores de instituições estaduais e federais que participaram dos processos de autoria e validação e sua caracterização; e (iii) uma análise da participação ao longo do período.

Em termos de dados, na Figura 45, pode-se observar o número de instituições federais e estaduais que forneceram dados (barras), e o número de estações empregadas no cálculo dos indicadores de seca SPI e SPEI (linhas contínuas).

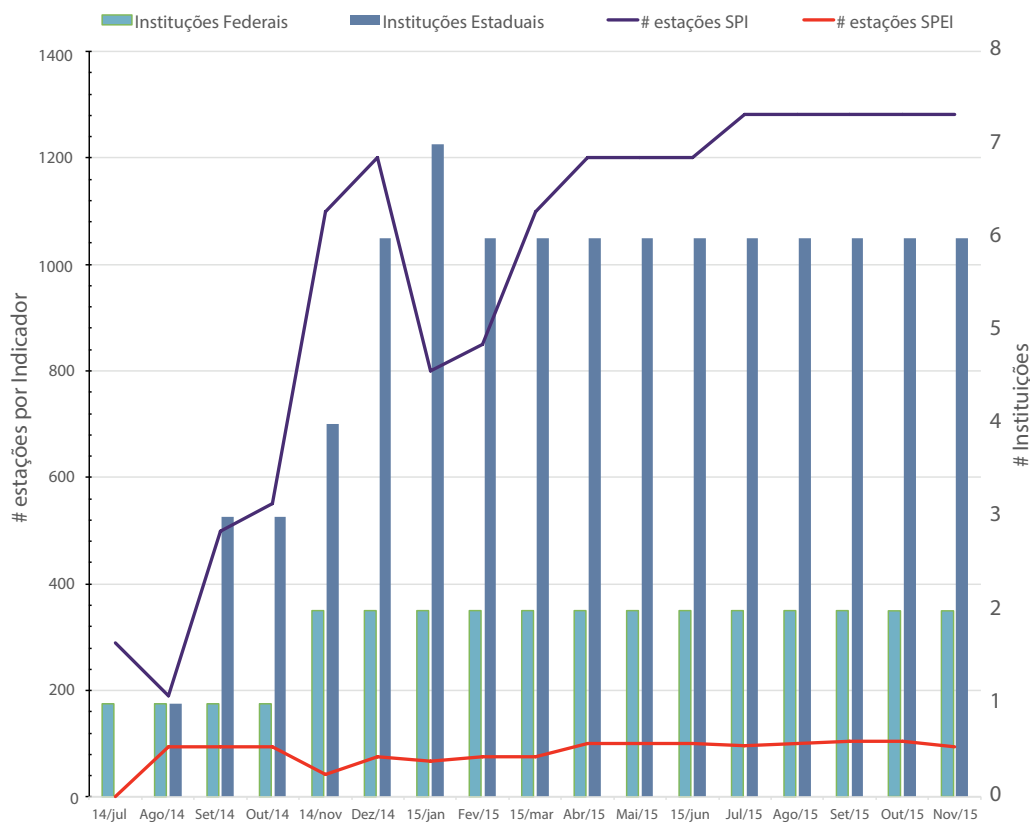
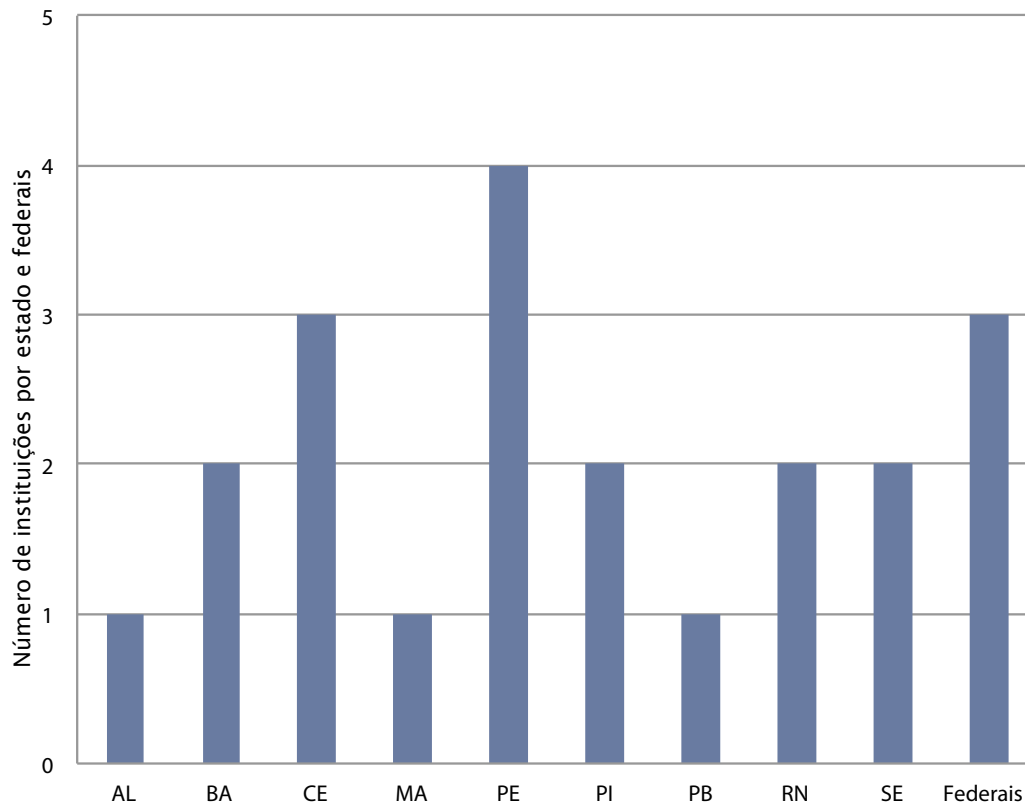


Figura 45. Dados empregados para os indicadores SPI e SPEI. Número de instituições federais (barras claras) e estaduais (barras escuras) e de estações por indicador (linhas - SPI azul e SPEI vermelha) no período de agosto 2014 a dezembro 2015 (Monitores de julho de 2014 a novembro de 2015).

(Fonte: elaboração própria).



**Figura 46. Número de instituições por estado e federais participando como validadoras em dezembro de 2015.**

(Fonte: elaboração própria).

Como foi comentado, atualmente, são três instituições desenvolvendo a função de autores: o INEMA, do estado da Bahia, a FUNCEME, do estado do Ceará, e a APAC, do estado de Pernambuco. Na Figura 46, é possível verificar o número de instituições por estado participando como validadores<sup>15</sup>, totalizando, em dezembro

de 2015, 21 instituições (18 estaduais e 3 federais) e 32 profissionais envolvidos (29 estaduais, somados e 3 federais) tal e como se reflete na Figura 47. No monitor do mês de março de 2015, percebe-se um grande aumento no número de validadores, após o treinamento realizado entre o fim de março e o início de abril

<sup>15</sup> Estão sendo considerando os autores, já que eles atuam também como validadores nos meses que não coordenam a autoria (no sistema de rodízio entre os autores).

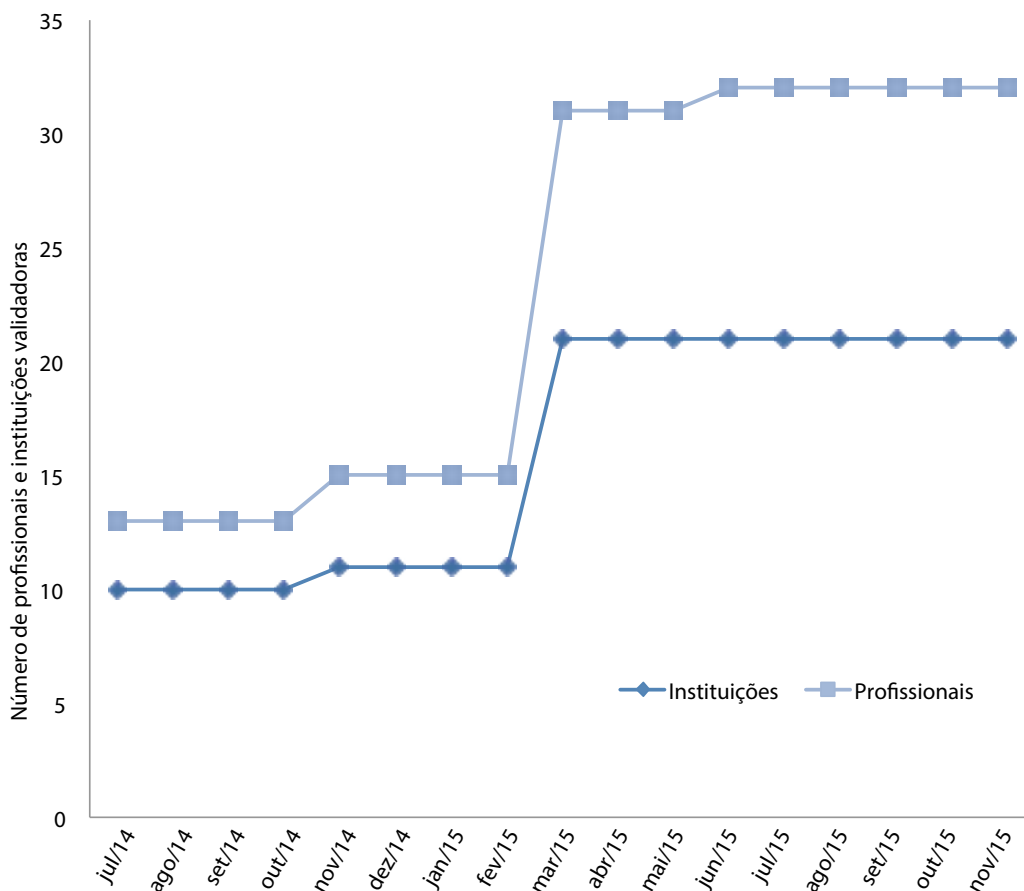


Figura 47. Número de profissionais e de instituições validadoras no período de agosto 2014 a dezembro de 2015 (Monitores de julho de 2014 a novembro de 2015).

(Fonte: elaboração própria).

Outra característica importante da validação é apresentada na Figura 48. É possível observar o número de instituições, separadas por tipologia, envolvidas na validação, e é evidente o viés dos setores de recursos hídricos e meteorologia/climatologia. Há um grande esforço para

incorporar novos validadores de outros setores e equalizar melhor os setores de interesse, para agregar mais conhecimento ao processo e garantir uma informação mais consistente para o usuário final, independentemente da aplicação que esse fará aos resultados do Mapa.

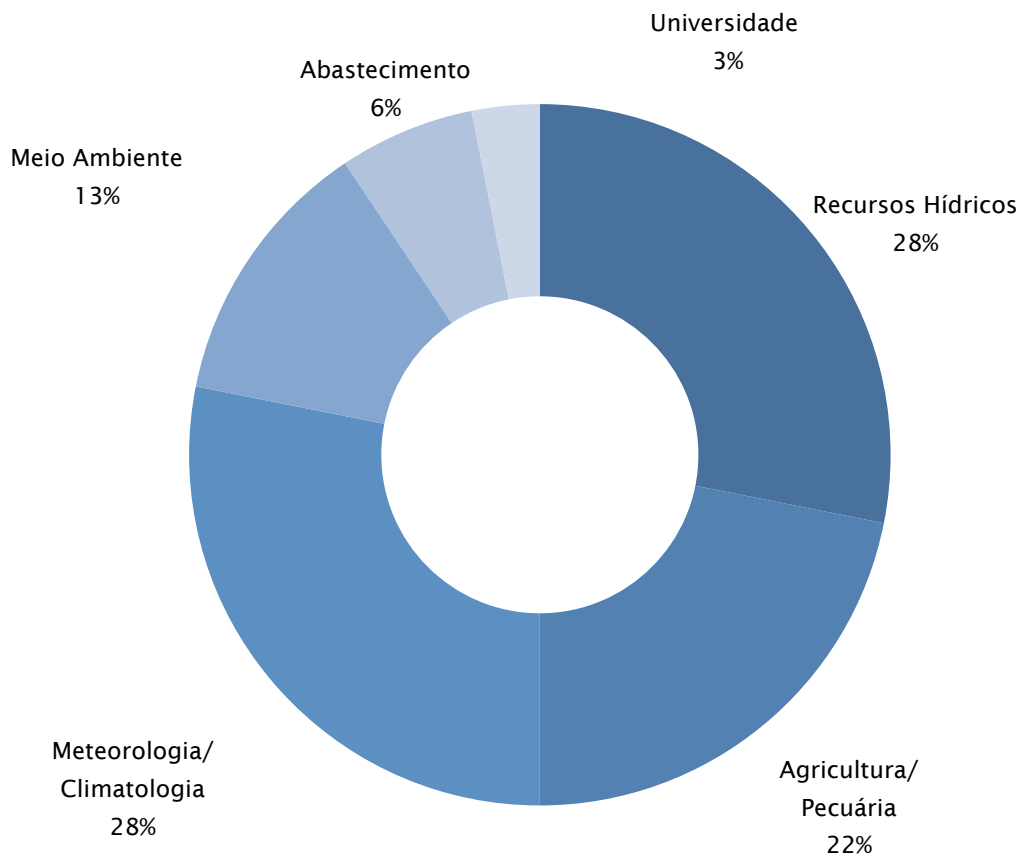
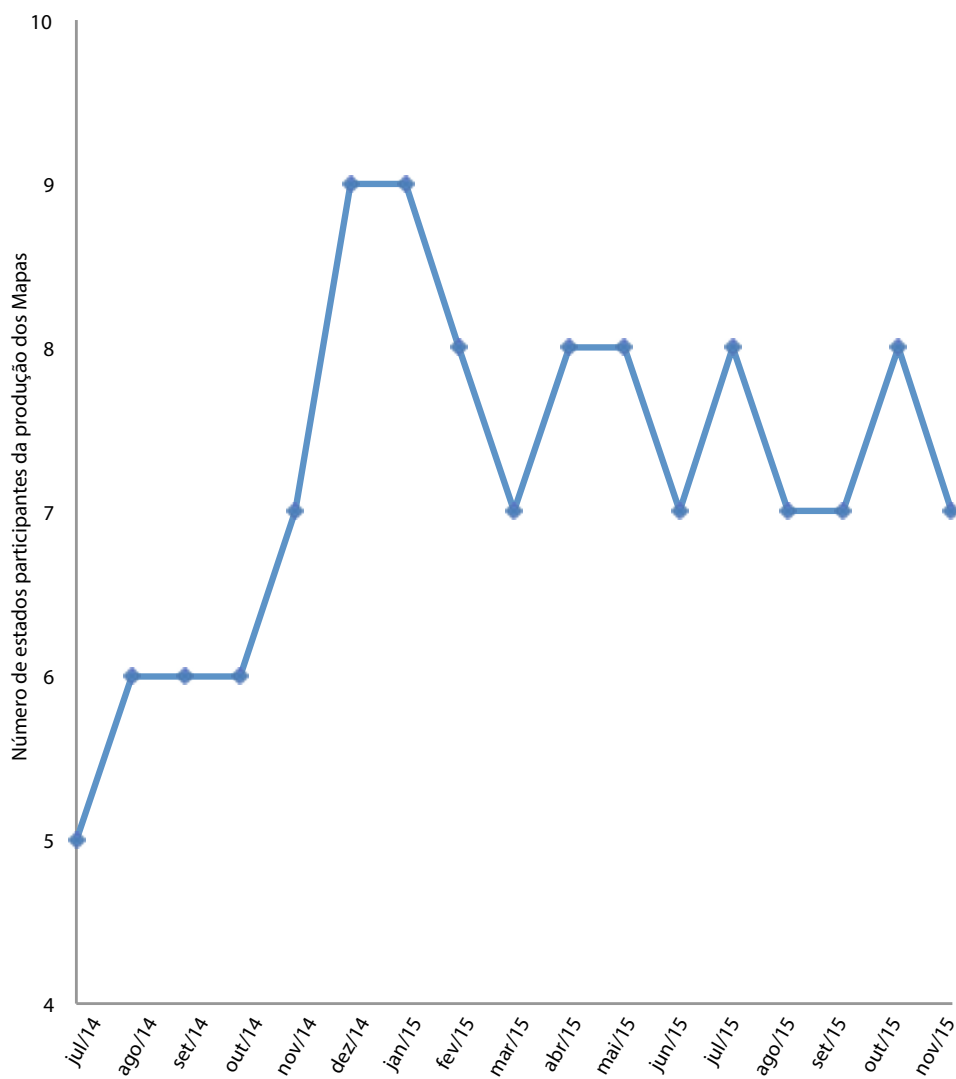


Figura 48. Número de instituições por tipologia participando como validadoras em dezembro de 2015.

(Fonte: elaboração própria).

Na Figura 49, é apresentado o número de estados que participaram na produção do Monitor, considerando a instituição responsável pela autoria e as instituições validadoras do Mapa. É interessante ressaltar que nos Monitores dos meses de dezembro de 2014 e janeiro de 2015 todos os nove estados participaram da produção, porém, nos meses seguintes, não foi possível

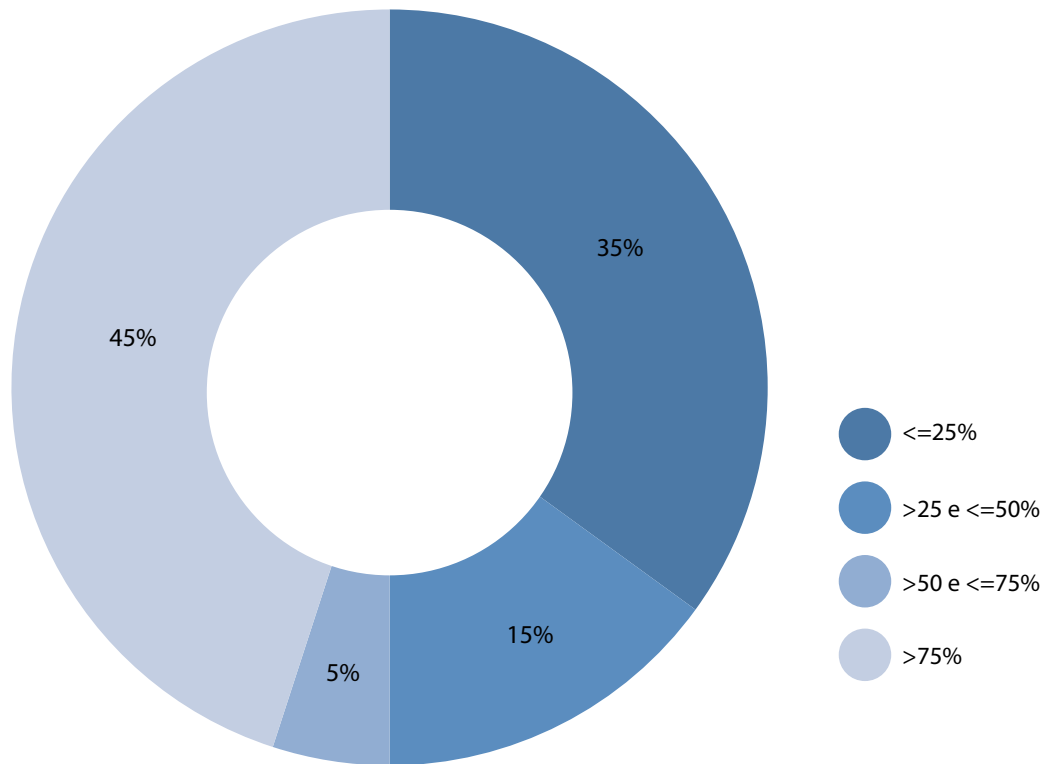
manter essa regularidade. Essa informação de regularidade pode ser complementada pela Figura 50, que apresenta a participação das instituições autoras e validadoras ao longo do período de agosto de 2014 a dezembro de 2015, em termos percentuais, dividida em faixas de abaixo de 25%, de 25 a 50%, 50 a 75% e acima de 75% dos meses.



**Figura 49.** Número de estados do Nordeste participantes da produção do Monitor no período de agosto 2014 a dezembro de 2015 (Monitores de julho de 2014 a novembro de 2015).

(Fonte: elaboração própria).





**Figura 50. Participação das instituições na produção dos Mapas Experimentais, considerando autores e validadores, no período de agosto de 2014 a dezembro de 2015 (Monitores de julho de 2014 a novembro de 2015).**

(Fonte: elaboração própria).

Na Figura 51, é possível observar o número total de instituições participantes como autoras e validadoras a cada mês. Uma das principais diferenças em relação à Figura 49 é que agora são contabilizadas mais de uma instituição por estado, se for o caso. É importante destacar que, embora exista uma tendência de crescimento, há

espaço para melhoria no número de participantes nas atividades, principalmente na validação. O número máximo de instituições participantes por mês não foi maior do que 12, mesmo sendo 21 o número potencial de instituições envolvidas até o momento

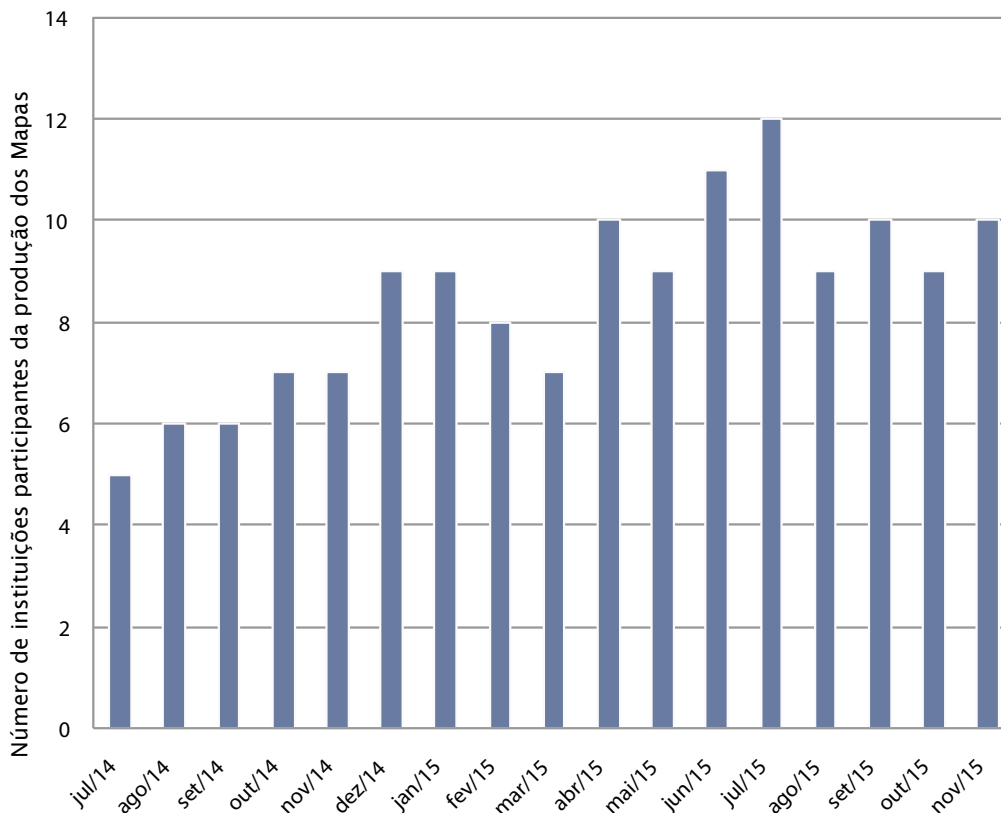
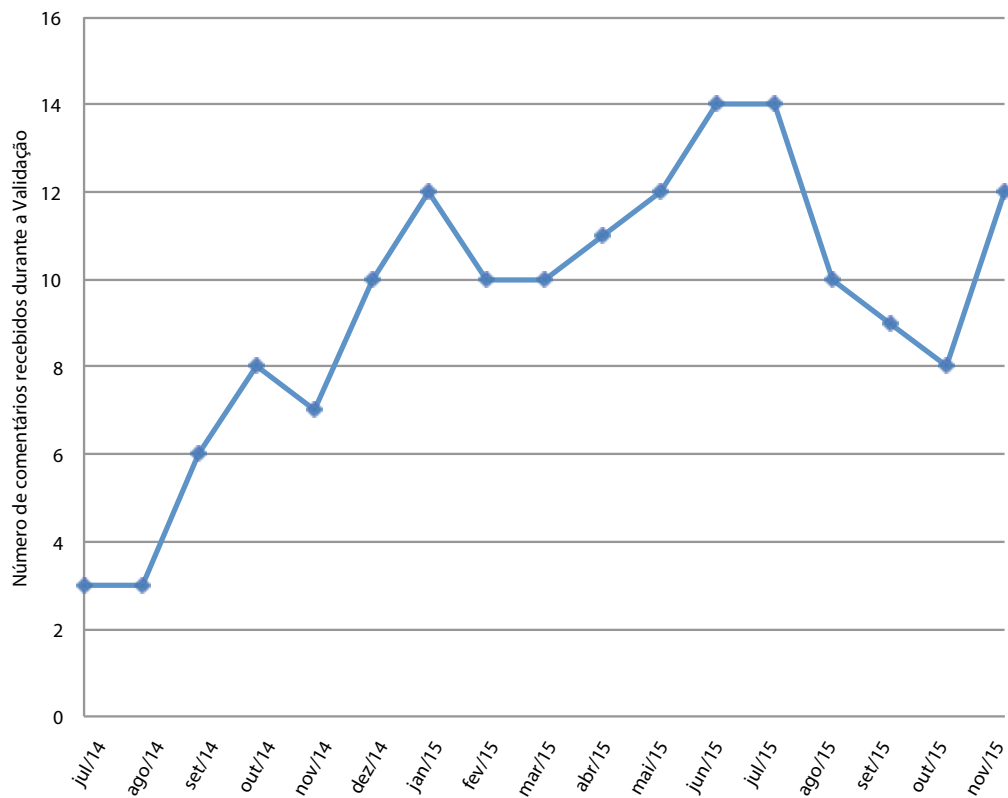


Figura 51. Número de instituições participantes da produção do Monitor, considerando autoras e validadoras, no período de agosto 2014 a dezembro de 2015 (Monitores de julho de 2014 a novembro de 2015).

(Fonte: elaboração própria).

A validação é um dos principais diferenciais do Monitor, motivo pelo qual há grande destaque nos gráficos até agora apresentados. Embora o número real de instituições participantes a cada mês seja menor do que o número potencial, como já ressaltado, a quantidade

de comentários na validação recebidos ao longo dos meses experimentais apresenta uma tendência de aumento, indicando o crescente interesse por parte dos validadores em melhorar a representação local do Mapa final do Monitor de Secas (Figura 52).



**Figura 52. Número de comentários recebidos durante o processo de validação, no período de agosto de 2014 a dezembro de 2015 (Monitores de julho de 2014 a novembro de 2015).**

(Fonte: elaboração própria).

Cabe ressaltar que os eventos realizados que envolveram instituições estaduais e federais realizados no período de agosto de 2014 a dezembro de 2015 - a terceira e última oficina da AT em novembro de 2014 e especialmente, o treinamento de autoria e validação realizado no fim de março/início de abril de 2015 - tiveram um impacto positivo na consolidação

do Monitor, podendo relacionar com esses eventos o aumento de instituições envolvidas (Figura 47) no processo de traçado, assim como a participação ativa (Figura 49 e Figura 51). Isso mostra a importância de realizar eventos como esses no futuro para uma constante evolução e fortalecimento do Monitor.



# 11

## Resultados alcançados e desafios

**O Monitor de Secas do Nordeste** conta com a participação das instituições estaduais e federais na identificação do nível de severidade de seca da Região Nordeste. Esse processo resultou em um nível de alerta compartilhado entre as duas esferas, bem como o uso de um mesmo referencial teórico e de base integrada de dados da região. Além disso, há, como resultados desse processo, uma maior coordenação entre estados e União no monitoramento de secas, lições sobre a importância do fortalecimento das instituições de clima e hidrologia para a adaptação às mudanças climáticas e para garantir a qualidade dos serviços de tempo e clima aos usuários dessa informação, e a delimitação das próximas etapas e necessidades futuras.

Hoje, com a maturidade operacional e institucional alcançada, o Monitor de Secas do Nordeste representa um primeiro passo rumo a uma Política Nacional de Secas abrangente e robusta. Para chegar a esse estágio, foi preciso a combinação de vários resultados intermediários: (i) a construção de um ambiente de participação e integração que facilitou a inclusão de novos parceiros ao longo do tempo; (ii) a adaptação à realidade brasileira da metodologia de traçado e validação usada nos EUA e no México; (iii) a

construção de uma rede de autores e validadores que se apropriou da metodologia de traçado e validação do Monitor e que permitiu que, mensalmente, desde agosto de 2014, o Monitor fosse produzido; (iv) a consolidação de dados estaduais e federais em um Banco de Dados Integrados para o cálculo de indicadores de seca do Monitor; (v) assim como os avanços nos arranjos institucionais.

Espera-se que esses resultados culminem com o lançamento oficial do Monitor nos próximos meses, mostrando a maturidade operacional e institucional alcançada até o momento do Monitor de Secas do Nordeste.

Ao mesmo tempo, considerando a natureza de constante evolução do Monitor, são vários os desafios a serem considerados para continuar fortalecendo a iniciativa. A seguir, são detalhados brevemente:

**Do ponto de vista operacional**, a coordenação operacional do Monitor, por sua vez, deve não só garantir a manutenção e a melhoria das atividades rotineiras, e de todos os processos envolvidos no Monitor, mas promover a expansão do seu uso pelos diversos setores e pela sociedade em geral. Isso inclui também as atividades de divulgação e educação associadas ao Monitor de Secas.

Será necessário ampliar e fortalecer a rede de validadores para tornar o processo mais robusto, trazendo a realidade dos impactos para o processo de monitoramento. Cabe ressaltar que treinamentos em modo continuado devem ser proporcionados para os atores operacionais do processo do Monitor de Secas (autores e validadores), de modo a garantir a robustez e a melhoria continuada do monitoramento.

No entanto, para garantir a participação cada vez maior das instituições em nível estadual, faz-se necessário reconhecer que as fragilidades institucionais a serem vencidas são enormes, devendo as lideranças institucionais do Monitor criar instrumentos, ou fazer uso de instrumentos existentes (tais como o Pacto Nacional pela Gestão das Águas - PROGESTÃO, ou o apoio à instalação de Salas de Situação, ambas as iniciativas da ANA), visando o fortalecimento dessas instituições em termos de pessoal e infraestrutura. É evidente também que, para garantir um engajamento institucional de qualidade, a iniciativa exige um forte investimento em treinamento de caráter continuado para garantir o nível do trabalho desenvolvido ao longo dos anos.

Outra linha de trabalho operacional a considerar no futuro é o fortalecimento e a ampliação do Banco de Dados Integrados do Monitor, concentrando esforços para viabilizar a coleta de informação de forma mais automática das instituições estaduais e federais, assim como para aumentar o número de instituições estaduais que disponibilizam as informações. Nesse sentido, em nível estadual, diante das fragilidades institucionais vivenciadas nesta fase experimental, o Monitor ainda carece de

um acesso mais ágil dos dados disponíveis nas instituições, muito em função das carências em termos de pessoal especializado disponível e tecnologias empregadas, entre outros fatores, que impedem ou dificultam a automação de todo o processo de coleta e organização das informações em uma base de dados única. É recomendável que seja realizado um diagnóstico das necessidades de investimentos em infraestrutura em TI e monitoramento, tecnologias e pessoal necessário sob uma visão de curto (~1 ano), médio (~3 anos) e longo (~10 anos) prazos. As carências nessa área são enormes e podem ser resolvidas por meio de instrumentos pactuados entre os estados e as instituições federais, buscando assumir compromissos de fortalecimento institucional para uma atuação mais coordenada no contexto de uma Política Nacional de Secas.

O Monitor ainda carece de desenvolvimentos e estudos/pesquisas que lhe deem suporte com vistas, entre outros aspectos, a ampliar o número de indicadores e produtos de apoios empregados no processo, a realizar análises de consistência de dados ou de análises históricas de secas passadas recentes. Nesse sentido, MI, ANA e INMET devem criar, ou fazer uso de mecanismos existentes, para fomentar estudos e pesquisas que subsidiem a evolução do Monitor, permitindo uma colaboração efetiva com o Sistema de Ciência e Tecnologia do país. Os recursos poderiam advir do próprio Sistema de Ciência e Tecnologia ou das instituições-chave do Monitor.

Em termos gerais, a ANA vem atuando fortemente em nível operacional atualmente, e, de forma geral, o papel da Agência na coordenação dos desafios operacionais junto dos estados é chave.

**Do ponto de vista institucional**, as instituições-chave do Monitor devem garantir e motivar o engajamento efetivo das instituições em níveis estadual e federal nessa iniciativa do Monitor, o que pode ser alcançado com o desenho de uma agenda do Monitor a ser cumprida com envolvimento de instituições em níveis federal e estadual. A participação em nível estadual é atualmente mais forte nos estados da Bahia, do Ceará e de Pernambuco em termos do Monitor de Secas como um todo, não só com os aspectos operacionais, devendo-se, assim, buscar um maior engajamento dos outros estados na iniciativa.

Em nível federal, os papéis do MI, da ANA e do INMET são estratégicos para envolver as instituições federais ainda não atuantes no Monitor de Secas, entre essas, o CEMADEN, o CPTEC, a CONAB e a EMBRAPA; e para promover a formalização e a efetividade de um arranjo institucional que se consolide com o tempo e que garanta a sustentabilidade do Monitor. MI, ANA e INMET, além dos atores estaduais já incorporados e de outros atores que vierem a se agregar ao esforço, devem buscar esse fortalecimento continuado da rede de instituições envolvidas na iniciativa em um ambiente colaborativo e de corresponsabilidade que propicie a evolução progressiva do Monitor.

Recomenda-se incluir um Fórum Anual para discutir aspectos relevantes para a continuidade e a evolução do Monitor, sendo estratégico envolver aos setores usuários, em particular, os setores de recursos hídricos, saneamento e agricultura. Para o Monitor ganhar impulso, fazem-se necessárias reuniões periódicas para a discussão, não só sobre o andamento

operacional da iniciativa, mas também sobre a evolução futura e o papel das instituições no Monitor. Os fóruns climáticos mensais, por sua regularidade, constituem-se em um ambiente propício para um esforço inicial de engajamento das instituições-chave do Monitor, onde podem ser estimuladas discussões visando a evolução de todo o processo de produção do Mapa, desde a inclusão de novos indicadores e produtos de apoio e uma melhor adequação dos existentes para o Nordeste, até estimular as melhorias necessárias ao processo de validação.

**A ampliação do Monitor de Secas a outras regiões ou estados do país** também se apresenta como um desafio, sendo necessárias a definição e a implementação de uma estratégia operacional e institucional para conseguir essa ampliação.

Um dos principais desafios é o **uso do Monitor na Política Pública**. A incorporação da informação disponibilizada pelo Monitor no processo de tomada de decisões é estratégica para garantir a sustentabilidade dele. Para isso, a gestão estratégica e operacional do Monitor emprega os instrumentos disponíveis para propiciar a utilização de tal informação na gestão de secas da região, sendo em si mesmo uma aprendizagem. Estudos de caso referentes a planos de preparação para as secas voltados a diferentes usuários e escalas (águas urbanas, bacia hidrográfica e agricultura de sequeiro em um município) devem ser fomentados pelos mecanismos existentes, seja no âmbito do Sistema de Ciência e Tecnologia, seja diretamente por meio de recursos das instituições envolvidas na iniciativa.

Com esses planos de preparação, será possível

a identificação de gatilhos de seca e de ações de resposta para os diferentes níveis de intensidade de seca, verificando quando será oportuna a utilização dos mapas do Monitor. Nesses casos, a inclusão de indicadores locais e regionais é necessária para disparar os gatilhos dos planos de seca nos municípios. Esses planos de preparação poderão auxiliar nas reuniões dos comitês de bacia provendo ações de alocação e uso das águas conforme a intensidade da seca.

Esse esforço permitirá o gradativo aumento de seu uso na definição das ações de preparação e resposta à seca, o que serve como demonstração efetiva do valor da iniciativa. O estado do Ceará iniciou em 2015 planos de seca para as principais bacias do estado, assim como um plano focado no Abastecimento Urbano da Região Metropolitana de Fortaleza.

O Monitor, enquanto processo, organizará e fornecerá informação mais consistente e validada localmente relativa a secas, esperando-se com isso uma redução da interferência e pressão política, assim como dos julgamentos personalizados, por exemplo, no momento da declaração de uma seca com relação a uma dada municipalidade. Ademais, como o processo é colaborativo entre instituições federais e estaduais, é esperado o consenso de ambas as

esferas administrativas quanto ao estado de uma seca em desenvolvimento na região. Como resultado, espera-se maior agilidade na definição das respostas a secas a partir de gatilhos definidos para cada sistema gerenciável analisado.

**Avanços na construção da Política Nacional de Secas.** A cooperação institucional que dá suporte ao Monitor tem uma preocupação em particular com o seu efetivo uso na gestão de secas, seja no seu nível estratégico, seja no operacional. A coordenação estratégica de alto nível do Monitor de Secas tem a função de definir as metas gerais deste e avaliar o seu desempenho quanto aos três pilares da Política Nacional de Secas: (1) monitoramento, previsão e redes e sistemas de alerta precoce; (2) avaliação e relatoria do impacto e vulnerabilidade / resiliência; e (3) planejamento e medidas de resposta e mitigação.

O Monitor é, portanto, um processo que representa um primeiro passo rumo a um novo paradigma em gestão de secas, que ainda requer avanços que possam garantir suas continuidade e contribuição para a consolidação de uma Política Nacional de Secas baseada na gestão de riscos.



# 12

## Referências e bibliografia consultada

---

ANA, **Boletim de Acompanhamento dos Reservatórios do Nordeste do Brasil**, v.10, n.20, out. 2015.

Campos, José Nilson B., **Secas e políticas públicas no semiárido: ideias, pensadores e períodos. Estudos Avançados**, São Paulo, v. 28, n. 82, p. 65-88, Dezembro, 2014.

Felsenthal, Dan S., **Applying the Redundancy Concept to Administrative Organizations**, 40 *Pub. Admin. Rev.* 247, 248, 1980.

Guerra, P. D. B. **A civilização da seca**. Fortaleza, Dnocs, 324p., 1981.

Gutiérrez, Ana Paula A., Engle, Nathan L., Nys, Erwin De, Molejón, Carmen, Martins, Eduardo Sávio, **Drought preparedness in Brazil, Weather and Climate Extremes**, 95-106, Volume 3, June 2014.

Heim Jr., Richard R. , **A Review of Twentieth-Century Drought Indices Used in the United States**. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 83, 1149-1165, 2002.

Huang, J., H. M. Van den Dool and K. G. Georgakakos, **Analysis of model-calculated soil moisture over the US (1931-1993) and applications to long range temperature forecasts**, *J. Clim.*, 9, 1350-1362, 1996.

Landau, Martin, **Redundancy, Rationality, and the Problem of Duplication and Overlap**, *Public Administration Review* 29: 346-58, 1969.

Lerner, Ilan W., **There is More than One Way to Be Redundant**, 3 *Admin & Soc.* 334, 337, 1986.

Martins, Eduardo Sávio P. R., Cybelle F Costa, Erwin De Nys, Francisco de Assis de Souza Filho e Marcos Airton de Souza Freitas, **Impacto das Mudanças do Clima e Projeções de Demanda Sobre o Processo de Alocação de Água em Duas Bacias do Nordeste Semiárido**, 1ª Edição, Série Água Brasil, Vol. 8, Banco Mundial, Brasília, 2013.

McKee, Thomas B., Nolan J. Doesken and John Kleist, **The relationship of drought frequency and duration to time scales**, Proceedings of the 8th Conference on Applied Climatology. Vol. 17. No. 22. Boston, MA: American Meteorological Society, 1993.

OCDE, **Governança de Recursos Hídricos no Brasil**, OECD Publishing, Paris. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264238169-pt>, 2015.

OMM, **Final Declaration from the High-Level Meeting on National Drought Policy**. Genebra, Março de 2013. Disponível em: [http://www.unccd.int/Lists/SiteDocumentLibrary/HLM%20drought%20national%20policies/HMNDP%20matrial%202013/HMNDP\\_Final\\_Declaration.pdf](http://www.unccd.int/Lists/SiteDocumentLibrary/HLM%20drought%20national%20policies/HMNDP%20matrial%202013/HMNDP_Final_Declaration.pdf)

Rios, Kênia Sousa. **Isolamento e poder: Fortaleza e os campos de concentração na seca de 1932**. Fortaleza: Imprensa Universitária, 2014. 144 p.

Rozante, J. R., Moreira, D. S., de Goncalves, L. G. G., & Vila, D. A., **Combining TRMM and surface observations of precipitation: technique and validation over South America**. *Weather and Forecasting*, 25(3), 885-894, 2010.

Scott, W. Richard, **Systems within Systems**, *American Behavioral Scientist* 28: 603, 1985.

Thornthwaite, Charles Warren, **An approach toward a rational classification of climate**, *Geographical review*, 55-94, 1948.

Van den Dool, H., J. Huang and Y. Fan, **Performance and analysis of the constructed analogue method applied to U.S. soil moisture over 1981–2001**, *J. Geophys. Res.*, 108(D16), 8617, doi:10.1029/2002JD003114, 2003.

Vicente-Serrano, Sergio M., Santiago Beguería and Juan I. López-Moreno, **A multiscalar drought index sensitive to global warming: the standardized precipitation evapotranspiration index**, *Journal of Climate* 23.7: 1696-1718, 2010.

Wilhite, D.A., Hayes, M.J., Knutson, C.L., **Drought preparedness planning: building institutional capacity**". In: Wilhite, D.A. (Ed.), *Drought and Water Crises: Science, Technology, and Management Issues*. CRC Press, Boca Raton, Florida, 2005.

Wilhite, D. A., **Drought as a natural hazard: Concepts and definitions**, Chapter 1, in D. A. Wilhite (ed.), *Drought: A Global Assessment*, Natural Hazards and Disasters Series, Routledge Publishers, U.K., 2000.

# ANEXO I

## Glossário Técnico

---

**BANCO DE DADOS INTEGRADO** - local onde são armazenados todos os dados de estações e informações utilizadas no traçado do Monitor, provindas de instituições internacionais e nacionais, das esferas federal e estadual.

**CONVERGÊNCIA DE EVIDÊNCIAS** - combinar diferentes informações com o objetivo de obter um resultado único, e que seja a melhor representação possível de todas as informações que foram combinadas.

**GATILHO** - protocolo utilizado para executar alguma tarefa, normalmente ao se ultrapassar limiares preestabelecidos.

**INDICADORES COMBINADOS** - combinação de um ou mais indicadores de seca, para facilitar o trabalho da convergência de evidências realizada pelo autor.

**INDICADORES DE SECA** - índices calculados a partir de dados das redes de estações federais e estaduais do Nordeste, cujos resultados são utilizados para classificar a intensidade da seca em relação aos impactos a ela associados. São apresentados em diferentes intervalos de tempo, visando verificar como os impactos afetam as secas de curto e longo prazos. Baseados nos conceitos de seca relativa e

seca natural, as informações desses indicadores são calculadas em relação ao registro histórico de cada localidade e considerando somente a seca natural (não gerenciável).

**LIMIARES** - intervalos ou limites predeterminados para alguma grandeza.

**MODELAGEM** - atividade de construir um ou mais programas de computador (combinados ou não) que expliquem as características ou o comportamento de um sistema, como a atmosfera, por exemplo.

**NARRATIVA DO MONITOR** - a Narrativa é um texto no qual são apresentadas as condições climáticas atuais e uma síntese do traçado, em que são descritas todas as etapas de construção do Monitor e as iterações entre autor e validadores durante a atualização do mapa. Também podem estar presentes na Narrativa os impactos associados à seca, evolução/diminuição de regiões de seca e informações sobre a gestão de recursos hídricos que não entram no traçado do Monitor, como a condição dos reservatórios, por exemplo.

**PLANOS DE PREPARAÇÃO PARA AS SECAS** - são instrumentos operacionais que definem sistemas de monitoramento e de avaliação de vulnerabilidades e impactos específicos ao setor objeto do Plano,

assim como estabelecem diferentes ações em função da severidade de seca.

**PRODUTOS COMPLEMENTARES** – informações que possuem relação com a temática da seca e são complementares aos indicadores de seca e produtos de apoio, mas que não entram de forma direta no traçado do Monitor, por não estarem ligados à seca natural. Um bom exemplo é a condição dos reservatórios, que se trata de uma informação gerenciável. Produtos complementares são também aqueles produtos analíticos derivados do próprio Monitor de Secas.

**PRODUTOS DE APOIO** – são informações que possuem alguma relação com a temática da seca e obtidas com instituições nacionais e internacionais, que auxiliam no traçado do Monitor, de forma complementar aos indicadores de seca. Devem, preferencialmente, ser apresentados considerando o histórico da informação, para manter o conceito de seca relativa, e são especialmente importantes em regiões com pouca densidade de informação ou sem nenhuma informação. No Monitor se diferencia os produtos calculados a partir de dados observados e que servem de base ao processo de obtenção do mapa, ou simplesmente “indicadores de seca”, e aqueles obtidos junto de alguma instituição, os quais servem como “produtos de apoio” ao traçado do mapa.

**RASCUNHO DO MONITOR** – mapas preliminares do Monitor feito pelo autor, baseado nos indicadores de seca e produtos de apoio atuais em que são incluídas as categorias de seca e impactos relacionados. Na elaboração, também são agregada a experiência do profissional, conhecimento geográfico e climatológico, situação climática atual e evolução da seca ao longo dos últimos meses.

Representa apenas a seca física/natural, não os sistemas gerenciáveis. É atualizado a cada validação, sendo refinado pela informação local fornecida pelos validadores que estão vivenciando a seca.

**SECA DE CURTO PRAZO** – seca que se instala ou retrocede de maneira rápida, com intervalo da ordem de poucos meses, e que impacta normalmente a agricultura.

**SECA DE LONGO PRAZO** – seca que se instala ou retrocede em período de 12 meses ou mais, normalmente impactando o abastecimento.

**SECA FÍSICA OU NATURAL** – seca baseada somente no sistema natural (precipitação, temperatura, balanço de água no solo, escoamento etc.), em que não são considerados os sistemas que estão sujeitos à gestão humana, de maneira a evitar possíveis conflitos de interesse e questionamentos que possam abalar a credibilidade do Monitor.

**SECA OPERACIONAL** – seca que está sujeita à gestão humana. Embora não entre no traçado do Monitor, pode ser utilizada pelos planos de preparação para as secas desenhados para sistemas específicos. Um exemplo é o uso de dados de reservatórios pelo profissional do setor hídrico: sabendo como a seca natural tem se comportado pelo Mapa do Monitor, somado à condição dos reservatórios de sua região, pode chegar a uma definição mais assertiva em termos de preservar a água armazenada nos reservatórios.

**SENSORIAMENTO REMOTO** – conjunto de técnicas que possibilita a obtenção de informações sobre alvos na superfície terrestre por meio da interação desta com a radiação eletromagnética emitida por sensores a bordo de satélites, aviões ou em nível de campo.







# SÉRIE Água Brasil 10

MONITOR DE SECAS DO NORDESTE, EM BUSCA DE UM  
NOVO PARADIGMA PARA A GESTÃO DE SECAS

Para informações adicionais sobre o Banco Mundial consulte:

[www.bancomundial.org.br](http://www.bancomundial.org.br)

[www.worldbank.org/br](http://www.worldbank.org/br)

ou diretamente em nosso escritório:

Banco Mundial

SCN Quadra 02 - Lote A

Ed. Corporate Financial Center - Salas 702/703

Brasília Brasil

Telefone +55 (61) 3329-1000

Fax: +55 (61) 3329-1010



Ministério do  
Meio Ambiente

Ministério da  
Integração Nacional

