



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM ENGENHARIA CIVIL



DANIELA FERREIRA BATISTA

AVALIAÇÃO DE IMPACTOS DE SECAS NO ESTADO DE SERGIPE

São Cristóvão - SE

2021

DANIELA FERREIRA BATISTA

AVALIAÇÃO DE IMPACTOS DE SECAS NO ESTADO DE SERGIPE

Defesa de Mestrado apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Sergipe como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Tatiana Máximo Almeida Albuquerque.

São Cristóvão, SE

2021

MEMBROS DA BANCA EXAMINADORA DA DEFESA DE MESTRADO

DANIELA FERREIRA BATISTA

APRESENTADA AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA
CIVIL DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE EM 25 DE OUTUBRO DE 2021

BANCA EXAMINADORA:

Prof^ª. Dr^ª. Tatiana Máximo Almeida Albuquerque
Orientadora (PROEC/UFS)

Prof. Dr. Inajá Francisco de Sousa
1^a Examinador
Examinador externo (PRORH/UFS)

Prof. Pós-Doutor Francisco das Chagas Vasconcelos Júnior
2^o Examinador
Examinador externo (UECE/FUNCEME)

Prof^ª. Dr^ª. Rosinete Batista dos Santos Ribeiro
3^o Examinador
Examinador externo (UFCG)

AGRADECIMENTOS

A Deus pela sua infinita bondade e misericórdia que até aqui tem me sustentado.

A minha família, meus pais Izabel e Josevan, minhas irmãs Isabela, Mariana, e Letícia e ao meu esposo Valfran por todo amor e incentivo.

Agradeço a Tatiana pela orientação e por me apresentar o desafio de trabalhar com esse tema tão importante. Obrigada pelas motivações, além de orientadora tornou-se uma amiga.

Ao grupo de pesquisa do Monitor de Secas pela parceria.

Agradeço a Denise, que sempre foi referência para minha vida acadêmica e pessoal. Obrigada pela orientação no estágio de docência e demais orientações durante a graduação.

Às instituições que contribuíram com informações e dados para o desenvolvimento desta pesquisa: SERHMA, Defesa Civil do estado de Sergipe, 28º Batalhão dos Caçadores do Exército Brasileiro, EMDAGRO e COHIDRO.

E à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa concedida.

BATISTA, D. F. **Avaliação de impactos de secas no estado de Sergipe**. 2021. Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil), Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão. 163p.

RESUMO

A gestão de risco busca reduzir impactos futuros das secas, através do monitoramento, elaboração de planos de preparação para as secas e redução de vulnerabilidades. No Brasil, o Monitor de Secas do Brasil (MSB) representa o primeiro passo para alcançar este modelo de gestão. O MSB é um processo colaborativo de acompanhamento regular e periódico da situação das secas, através da elaboração de um mapa mensal. Este mapa resulta da combinação de indicadores e produtos de apoio e objetiva alcançar um entendimento comum sobre as condições de seca, quanto a sua severidade, a evolução espacial e no tempo, e seus impactos sobre os setores agrícola e hidrológico. Um aspecto importante deste processo de monitoramento é a identificação da seca física, baseada em aspectos naturais, desconsiderando sistemas sujeitos à gestão humana. O monitor classifica a seca em cinco níveis de severidade que variam de fraca a excepcional, e cada nível está associado a possíveis impactos que cada classificação pode gerar nesses dois setores: agrícola e hidrológico. Os impactos foram obtidos do *National Drought Mitigation Center*, já que o MSB é baseado no Monitor de Secas dos Estados Unidos, ou seja, não é adaptada a realidade do Brasil. Identificar impactos locais das secas integra o processo para alcançar a gestão de riscos, além disso, pode contribuir para o monitoramento das secas e para a definição das ações adequadas para diminuir futuros impactos deste evento. Diante deste contexto, esta pesquisa analisou territórios e setores mais impactados pelas secas em algumas regiões no estado de Sergipe. Para isto, foi determinada a relação entre as categorias de secas definidas mensalmente pelo MSB, variáveis meteorológicas e os impactos agrícolas e hidrológicos em territórios do estado sergipano. Ao final desta pesquisa identificou-se que o território Alto Sertão foi o mais impactado quanto às temperaturas médias mais elevadas, maiores perdas de safras dos pequenos produtores e maior demanda no abastecimento emergencial de água. Em relação aos desvios de precipitação e situação hídrica dos reservatórios, o Agreste Central assemelhou-se ao Alto Sertão. Para o Centro-Sul a principal diferença foi nos desvios de evapotranspiração, que para este território mantiveram-se próximo do normal. Em relação aos setores pesquisados, os pequenos produtores e o abastecimento de água humano e animal foram os mais impactados pelas secas. A partir dos resultados obtidos foram propostas alterações na tabela de impacto de secas do MSB, de forma a ajudar os tomadores de decisão a identificarem as ações de mitigação adequadas para diminuir os impactos de secas nestes territórios.

Palavras-chave: Monitor de Secas; Gestão de Risco; Tabela de Impacto.

BATISTA, D. F. **Avaliação de impactos de secas no estado de Sergipe**. 2021. Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil), Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão. 163p.

ABSTRACT

Risk management seeks to reduce future impacts of droughts through monitoring, preparation of drought preparedness plans and vulnerability reduction. In Brazil, the Brazil Drought Monitor (MSB) represents the first step towards achieving this management model. The MSB is a collaborative process of regular and periodic monitoring of the situation of droughts, through the elaboration of a monthly map. This map results from the combination of indicators and support products and aims to achieve a common understanding about drought conditions, their severity, spatial evolution and time, and their impacts on the agricultural and hydrological sector. An important aspect of this monitoring process is the identification of physical drought, based on natural aspects, disregarding systems subject to human management. The monitor classifies drought into five severity levels ranging from weak to exceptional, and each level is associated with possible impacts that each classification can generate in these two sectors: agricultural and hydrological. The impacts were obtained from the National Drought Mitigation Center, since the MSB is based on the Drought Monitor of the United States, that is, it is not adapted to the reality of Brazil. Identifying local impacts of droughts integrates the process to achieve risk management, in addition, it can contribute to the monitoring of droughts and to the definition of appropriate actions to reduce future impacts of this event. In this context, this research analyzed territories and sectors most impacted by droughts in the state of Sergipe. For this, the relationship between the categories of droughts defined monthly by the MSB, climatological variables and the agricultural and hydrological impacts in these territories of the Sergipe state was determined. At the end of this research it was identified that the Alto Sertão territory was the most impacted regarding the highest average temperatures, higher crop losses of small producers and higher demand in the emergency water supply. In relation to the deviations of precipitation and situation of the reservoirs, the Agreste Central resembled the Alto Sertão. For the Centro-Sul, the main difference was in evapotranspiration deviations, which for this territory remained close to normal. In relation to the sectors surveyed, small producers and the supply of human and animal water were the most impacted by droughts. From the results obtained, changes were proposed in the drought impact table of the Drought Monitor, in order to help decision makers identify appropriate mitigation actions to reduce the impacts of droughts in these territories.

Keywords: Drought Monitor; risk management; impact table.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Esquema de evolução das secas.....	6
Figura 2. Ciclo de gestão de desastres.....	13
Figura 3. Fluxograma do processo de construção do mapa do MSB.	17
Figura 4. Mapa mensal do MSB.....	23
Figura 5. Mapa semanal do Monitor de Secas dos Estados Unidos.....	31
Figura 6. Mapa quinzenal do Monitor de Secas do México.....	35
Figura 7. Produção de Grãos (Ton.) e Precipitação Pluviométrica: Ceará, 2000/2014.....	37
Figura 8. Divisões territoriais do estado de Sergipe.....	42
Figura 9. Mapa de divisões climáticas do estado de Sergipe	45
Figura 10. Bacias Hidrográficas do estado de Sergipe.....	46
Figura 11. Categorias de balanço hídrico das bacias hidrográfica do estado de Sergipe.	49
Figura 12. Fluxograma de etapas da pesquisa.....	51
Figura 13. Localização dos postos pluviométricos da área de estudo.....	53
Figura 14. Localização dos reservatórios monitorados.	59
Figura 15. Gráfico de precipitação (mm) x produção de grãos (t) para o território Agreste Central.	78
Figura 16. Gráfico de precipitação (mm) x rendimento médio da produção de milho (kg/ha) para o território Agreste Central.	79
Figura 17. Gráfico precipitação (mm) x produção de grãos (t) para o território Alto Sertão.....	81
Figura 18. Gráfico precipitação (mm) x rendimento médio do milho (kg/ha) para o território Alto Sertão.....	82
Figura 19. Gráfico precipitação (mm) x produção de grãos (t) para o território Centro-Sul.	84
Figura 20. Gráfico precipitação (mm) x rendimento médio do milho (kg/ha) para o território Centro-Sul.	84
Figura 21. Gráfico precipitação acumulada anual x pessoas atendidas com o programa garantia- safra no território Agreste Central.....	87
Figura 22. Gráfico precipitação x pessoas atendidas com o programa garantia-safra no território Alto Sertão.	88
Figura 23. Gráfico precipitação x pessoas atendidas com o programa garantia-safra no território Centro-Sul.	89
Figura 24. Gráfico de precipitação anual (mm) x rebanho bovino (nº cabeças) para o território Agreste Central.....	91
Figura 25. Gráfico de precipitação anual (mm) x produção de leite (mil litros) para o território Agreste Central.....	91
Figura 26. Gráfico de precipitação anual (mm) x rebanho bovino (nº cabeças) para o território Alto Sertão.....	93
Figura 27. Gráfico de precipitação anual (mm) x produção de leite (mil litros) para o território Alto Sertão.....	93

Figura 28. Gráfico de precipitação anual (mm) x rebanho bovino (nº cabeças) para o território Centro-Sul.	94
Figura 29. Gráfico de precipitação anual (mm) x produção de leite (mil litros) para o território Centro-Sul.	95
Figura 30. Mapa de indicadores de abastecimento de água da rede pública para os territórios Alto Sertão, Agreste Central e Centro-Sul.	103
Figura 31. Gráfico precipitação (mm) X volume micromedido (1000m³/ano) para o território Agreste Central.....	104
Figura 32. Gráfico precipitação (mm) X volume micromedido (1000m³/ano) para o território Alto Sertão.....	105
Figura 33. Gráfico precipitação (mm) X volume micromedido (1000m³/ano) para o território Centro-Sul.	105
Figura 34. Gráfico do número de pessoas atendidas mensalmente com caminhão pipa no Agreste Central.	107
Figura 35. Gráfico do número de pessoas atendidas mensalmente com caminhão pipa no Alto Sertão.....	108
Figura 36. Gráfico do número de pessoas atendidas mensalmente com caminhão pipa no Centro-Sul.	108

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Tabela de Impactos de Secas para o Brasil	24
Quadro 2. Tabela de Impactos de Secas do estado da Califórnia (EUA).....	32
Quadro 3. Tabela de Impactos de Seca do estado da Georgia (EUA).....	33
Quadro 4. Tabela de Impactos de Seca do MSM.....	35
Quadro 5. Ações do Plano de Convivência com as Secas (Ceará).....	37
Quadro 6. Classificação da situação hídrica dos reservatórios monitorados.....	59
Quadro 7. Valores de C e respectiva intensidade da associação	65
Quadro 8. Valores de r e respectiva intensidade da correlação.....	66
Quadro 9. Tabela de Impactos de Secas para os territórios Agreste Central, Alto Sertão e Centro-Sul do estado de Sergipe.	111

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. SPI relacionado com período de ocorrência de 100 anos.....	19
Tabela 2. Municípios monitorados pelo Agritempo, para a área de estudo.	55
Tabela 3. Exemplo genérico para Tabela de Contingência.....	62
Tabela 4. Tabela de Contingência das categorias de seca e dos desvios de precipitação trimestral (em %) para o território Agreste.	67
Tabela 5. Tabela de Contingência das categorias de seca e dos desvios de precipitação semestral (em %) para o território Agreste.	67
Tabela 6. Tabela de Contingência categorias de seca x desvios de precipitação trimestral (em %) para o território Alto Sertão.	68
Tabela 7. Tabela de Contingência categorias de seca x desvios de precipitação semestral (em %) para o território Alto Sertão.	68
Tabela 8. Tabela de Contingência das categorias de seca e dos desvios de precipitação trimestral (em %) para o território Centro-Sul.	69
Tabela 9. Tabela de Contingência das categorias de seca e dos desvios de precipitação semestral (em %) para o território Centro-Sul.	70
Tabela 10. Tabela de Contingência de categorias de secas e temperatura média (em °C) para o Agreste Central.....	71
Tabela 11. Tabela de Contingência das categorias de seca e temperatura média (em °C) para o Alto Sertão.....	72
Tabela 12. Tabela de Contingência das categorias de seca e temperatura média (em °C) para o Centro-Sul.	73
Tabela 13. Tabela de Contingência categorias de seca x desvio de evapotranspiração (em %) para Agreste Central.....	75
Tabela 14. Tabela de Contingência para desvio de evapotranspiração (em %) para Alto Sertão....	76
Tabela 15. Tabela de Contingência para desvio de evapotranspiração (em %) para o Centro-Sul..	76
Tabela 16. Tabela de contingência para a situação hídrica do reservatório Alagadiço e as categorias de secas do Agreste Central.	96
Tabela 17. Tabela de contingência para a situação hídrica do reservatório Ribeirópolis e as categorias de secas do Agreste Central.	97
Tabela 18. Tabela de contingência para a situação hídrica do reservatório Itabaiana e as categorias de secas do Agreste Central.	97
Tabela 19. Tabela de contingência para a situação hídrica do reservatório Coité e as categorias de secas do Agreste Central.	97
Tabela 20. Tabela de contingência para a situação hídrica do reservatório Carira e as categorias de secas do Agreste Central.	97
Tabela 21. Tabela de contingência para a situação hídrica da barragem Governador João Alves Filho e as categorias de secas do Agreste Central.....	98
Tabela 22. Tabela de contingência para a situação hídrica do reservatório Algodoeiro e as categorias de secas do Alto Sertão.	99
Tabela 23. Tabela de contingência para a situação hídrica do reservatório Glória e as categorias de	

secas do Alto Sertão	100
Tabela 24. Tabela de contingência para a situação hídrica do reservatório Lagoa do Rancho e as categorias de secas do Alto Sertão.	100
Tabela 25. Tabela de contingência para a situação hídrica da barragem Governador Dionísio Machado e as categorias de secas do Centro-Sul.	101
Tabela 26. Tabela de contingência para a situação hídrica da barragem do Jabiberi e as categorias de secas do Centro-Sul.	101
Tabela 27. Volume de água (m ³) distribuído em caminhão pipa nos municípios do território Alto Sertão pela Depec.....	110
Tabela 25. Dados meteorológicos e categorias de seca do território Agreste Central.....	124
Tabela 26. Dados meteorológicos e categorias de seca do território Alto Sertão.	128
Tabela 27. Dados meteorológicos e categorias de seca do território Centro-Sul.	132
Tabela 28. Dados anuais de produção agrícola, seguro-safra, pecuária, e volume micromedido para os territórios Agreste Central, Alto Sertão e Centro-Sul.....	135
Tabela 29. Dados de monitoramento de reservatórios.	136
Tabela 30. Dados da operação caminhão pipa do 28º Batalhão dos Caçadores do Exército Brasileiro	138
Tabela 31. Dados dos reservatórios cadastrados no Sistema Nacional de Informações sobre segurança de Barragens (SNISB).....	140
Tabela 32. Valores de radiação solar extraterrestre (Ra) para o hemisfério sul, em milímetro de evaporação equivalente, no dia 15 de cada mês.	145
Tabela 33. Tabela de distribuição do Qui-Quadrado.	146

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Agritempo	Sistema de Monitoramento Agrometeorológico
ANA	Agência Nacional de Águas
APAC	Agência Pernambucana de Águas e Clima
BNB	Banco do Nordeste do Brasil
CEDEC	Coordenadoria Estadual de Defesa Civil do Rio Grande do Sul
CEPED/UFSC	Centro universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres da Universidade Federal de Santa Catarina
CGEE	Centro de Gestão e Estudos Estratégicos
CHESF	Companhia Hidrelétrica do São Francisco
CMT	Centro de Análises, Previsão do Tempo e Clima, Meteorologia e Mudanças Climáticas
COHIDRO	Companhia de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Irrigação de Sergipe
Conab	Companhia Nacional de Abastecimento
CONAGUA	Comissão Nacional de Água
CPC	<i>Climate Prediction Center</i>
CPTEC	Centro de Previsão de Tempo e Estudos
Depec	Departamento Estadual de Proteção e Defesa Civil
DNOCS	Departamento Nacional de Obras Contra as Secas
EDII	<i>European Drought Impact report Inventory</i>
Embrapa	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EMDAGRO	Empresa de Desenvolvimento Agropecuário de Sergipe
ENSO	<i>El Niño Southern Oscillation</i>
ETP	Evapotranspiração Potencial
EUA	Estados Unidos da América
FMP	Formulário Mínimo Padrão
FUNCEME	Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos
IC	Instituição Central
IFOCS	Inspetoria Federal de Obras Contra as Secas
IFS	Instituto Federal de Sergipe
IGAM	Instituto Mineiro de Gestão de Água
INCAPER	Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural
INEMA	Instituto de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do estado da Bahia

INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
IOCS	Inspetoria de Obras Contra as Secas
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MDE	Modelo Digital de Elevação
MI	Ministério da Integração Nacional
MSB	Monitor de Secas do Brasil
MSM	Monitor de Secas do México
NADM	Monitor de Secas da América do Norte
NASA	<i>National Aeronautics and Space Administration</i>
NDMC	Centro Nacional de Mitigação de Secas da Universidade de Nebraska - Lincoln
NDVI	Índice de Vegetação da Diferença Normalizada
NESDIS	<i>Satellite and Information Service</i>
NOAA	<i>National Oceanic and Atmospheric Administration</i>
OSGeo	<i>Open Source Geospatial Foundation</i>
PDSI	Índice de Severidade de Seca de Palmer
PERH/SE	Plano Estadual dos Recursos Hídricos de Sergipe
PIB	Produto Interno Bruto
PIN	Programa de Integração Nacional
PRONACOSE	Programa Nacional de Seca
PRONAF	Programa Nacional de Agricultura Familiar
Proterra	Programa de Redistribuição de Terras
RNA	Rede Nacional de Agrometeorologia
SAR	Sistema Nacional de Informação sobre Recursos Hídricos
SERHMA	Superintendência Especial de Recursos Hídricos e Meio Ambiente
SIDRA	Sistema IBGE de Recuperação Automática
SIG	Sistema de Informações Geográficas
SNIS	Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento
SNISB	Sistema Nacional de Informação Sobre Segurança de Barragem
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

TRMM	<i>Tropical Rainfall Measuring Mission</i>
TSM	Temperatura da Superfície do Mar
UFC	Universidade Federal do Ceará (UFC)
UFS	Universidade Federal de Sergipe
USDM	Monitor de Secas dos Estados Unidos da América
VCAS	Vórtices Ciclônicos de Ar Superior
VHI	Índice de Saúde da Vegetação
ZCIT	Zona de Convergência Intertropical

SUMÁRIO

RESUMO	V
ABSTRACT	VI
LISTA DE FIGURAS	VII
LISTA DE QUADROS	IX
LISTA DE TABELAS.....	X
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	XII
SUMÁRIO	IV
1 INTRODUÇÃO	1
2 OBJETIVOS	4
2.1 <i>Geral</i>	<i>4</i>
2.2 <i>Específicos.....</i>	<i>4</i>
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	5
3.1 Secas: definições, tipos e ocorrências	5
a) <i>Canadá</i>	<i>7</i>
b) <i>Estados Unidos da América (EUA).....</i>	<i>7</i>
c) <i>África.....</i>	<i>7</i>
d) <i>Europa.....</i>	<i>8</i>
e) <i>Brasil.....</i>	<i>8</i>
3.2 A Seca no Nordeste.....	9
3.2.1 Condições climáticas.....	9
3.2.2 Convivência com as secas nos últimos anos	10
3.3 Gestão de secas.....	12
3.4 Monitor de Secas do Brasil	15
3.4.1 Conceitos e definições.....	15
3.4.2 Atores envolvidos.....	16
3.4.3 Elaboração do mapa do MSB.....	17
3.4.4 Indicadores de seca e produtos de apoio utilizados.....	19
a) <i>Indicador padronizado de precipitação (SPI).....</i>	<i>19</i>
b) <i>Indicador padronizado de precipitação-evapotranspiração (SPEI).....</i>	<i>19</i>
c) <i>Indicador padronizado de escoamento (SRI).....</i>	<i>20</i>
d) <i>Produtos de apoio</i>	<i>20</i>
3.4.5 Mapa do Monitor de Secas.....	22
3.5 Avaliação de vulnerabilidade aos impactos das secas.....	25
3.6 Modelos de gestão de secas.....	28
3.6.1 EUA.....	28
3.6.2 México.....	33

3.6.3	Ceará, Brasil	36
3.7	Gestão de secas no estado de Sergipe	38
4	ÁREA DE ESTUDO	41
4.1	Divisões territoriais	41
4.2	Divisões climáticas.....	44
4.3	Hidrografia do estado de Sergipe	46
4.4	Secas no estado de Sergipe.....	49
5	MATERIAIS E MÉTODOS	51
5.1	Pesquisa de dados.....	52
5.1.1	Categorias de severidade de seca	52
5.1.2	Precipitação	52
5.1.3	Temperatura	54
5.1.4	Evapotranspiração	55
5.1.5	Impactos de secas	57
5.1.5.1	<i>Impactos agrícolas</i>	57
5.1.5.2	<i>Impactos hidrológicos</i>	58
5.2	Associação entre categorias de severidade das secas, variáveis meteorológicas e impactos das secas	62
5.2.1	Tabelas de Contingência	62
5.2.2	Coeficiente de Contingência	64
5.3	Coeficiente de Correlação de Pearson.....	65
6	RESULTADOS E DISCUSSÕES	66
6.1	Variáveis meteorológicas	66
6.1.1	Precipitação	66
a)	Agreste Central.....	66
b)	Alto Sertão	68
c)	Centro-Sul	69
6.1.2	Temperatura	71
a)	Agreste Central.....	71
b)	Alto Sertão	72
c)	Centro-Sul	73
6.1.3	Evapotranspiração	74
a)	Agreste Central.....	75
b)	Alto Sertão	75
c)	Centro-Sul	76
6.2	Impactos agrícolas.....	78
6.2.1	Produção anual de grãos e rendimento médio.....	78
a)	Agreste Central.....	78
b)	Alto Sertão	81

c) Centro-Sul	83
6.2.2 Programa garantia-safra	87
a) Agreste Central.....	87
b) Alto Sertão	88
a) Centro-Sul	88
6.2.3 Pastagens	90
a) Agreste Central.....	90
b) Alto Sertão	92
c) Centro-Sul	94
6.3 Impactos hidrológicos	95
6.3.1 Reservatórios.....	95
a) Agreste Central.....	95
b) Alto Sertão	99
c) Centro-Sul	101
6.3.2 Abastecimento público de água.....	102
6.3.3 Abastecimento emergencial de água.	107
6.4 Tabela de Impactos de secas	111
7 CONCLUSÃO	114
REFERÊNCIAS	116

1 INTRODUÇÃO

A seca é um fenômeno natural que ocorre em diversas partes do mundo e resulta em consequências para as atividades humanas e para o meio ambiente. Durante muito tempo a falta de uma definição precisa e objetiva de seca tornou-se um obstáculo para entender este fenômeno, o que resultou na indecisão e inação por parte de gestores, formuladores de políticas e outros (WILHITE e GLANTZ, 1985).

Atualmente, o entendimento comum existente é que as secas surgem de um período prolongado de precipitação abaixo do normal ou esperado (WILHITE, 2005; NDMC, 2020a). Os efeitos destes déficits de precipitação se acumulam lentamente e se espalham por áreas além do local onde a seca incide, impactando no setor econômico, social e ambiental (WILHITE et al., 2014; MISHRA e SINGH, 2010).

Os impactos das secas podem ser observados em diversos continentes e países. No Brasil, a região Nordeste é marcada por um longo histórico de ocorrência deste fenômeno, que por muitos anos causou perdas de produção agrícola, mortes de animais, danos ambientais e êxodo populacional (MAGALHÃES, 2016; CAMPOS, 2014). Este histórico é acompanhado por ações assistenciais e emergenciais de resposta às secas. Apesar de necessárias, estas ações não foram suficientes para diminuir os efeitos negativos da seca plurianual de 2012-2015, a mais severa das últimas décadas (BANCO MUNDIAL, 2015).

No estado de Sergipe, as ocorrências de secas se concentram principalmente nos territórios de clima semiárido e agreste. No entanto, a seca de 2016 teve impactos sobre todo estado, resultando em perdas para o setor agrícola e hídrico, com efeitos que persistiram até anos seguintes. De acordo com Rocha (2017), esta seca plurianual teve início em 2010 e pode ser considerada a mais severa registrada há décadas. Diante dos efeitos deste evento, as soluções estruturantes desenvolvidas ao longo dos anos foram consideradas insuficientes para suportar os índices pluviométricos abaixo da média, tornando evidente a necessidade de substituir o modelo de gerenciamento adotado por uma gestão mais proativa.

Dentro deste contexto, foram definidos três pilares de preparação para as secas no Brasil, fundamentados na gestão de riscos: (1) monitoramento e previsão/alerta precoce; (2) avaliação de vulnerabilidade/resiliência e de impacto de secas; e (3) mitigação e planejamento e medidas de resposta (DE NYS et al., 2016). O Monitor de Secas do Brasil (MSB) é parte do primeiro pilar e constitui o início da gestão de risco no país.

O MSB é um processo colaborativo de acompanhamento regular e periódico da situação das secas no Brasil, através da elaboração mensal do mapa do MSB (ANA, 2020). Este mapa é a representação da seca física, baseada somente no sistema natural, não considerando sistemas sujeitos à gestão humana (BANCO MUNDIAL, 2015). No entanto, de acordo com Wilhite e Glantz (1985), a seca é um fenômeno complexo com ramificações sociais generalizadas e, apesar de muitos estudos darem maior ênfase ao fator físico, é importante considerar que fatores humanos ou sociais muitas vezes agravam os efeitos deste fenômeno. Desta forma, a avaliação de vulnerabilidade e de impactos integra o segundo pilar para o gerenciamento de secas no Brasil e constitui ferramenta importante para alcançar a gestão de risco.

De maneira complementar, associado ao mapa do MSB existe a tabela de classificação de severidade das secas, chamada de tabela de impacto, que apresenta as categorias de severidades das secas e os impactos associados a estas categorias. Apesar do MSB utilizar o conceito de seca relativa, a tabela de impacto do MSB é única para todo o país. De acordo com a publicação do Banco Mundial (2015), para melhorar a definição e a caracterização das secas no Brasil, esta tabela deverá ser adaptada e contextualizada, a exemplo do que já ocorre no Monitor de Secas dos Estados Unidos da América (USDM).

A elaboração do mapa do MSB conta com a etapa de validação, que acontece por estado e tem como objetivo verificar se a categoria de seca definida no mapa condiz com a realidade local. No estado de Sergipe a instituição validadora é a Superintendência Especial de Recursos Hídricos e Meio Ambiente (SERHMA), que atua em parceria com o Comitê Técnico e Científico do Monitor de Secas do Instituto Federal de Sergipe (IFS) e da Universidade Federal de Sergipe (UFS). Um dos principais desafios enfrentados na etapa de validação que acontece no estado de Sergipe é distinguir impactos decorrentes da seca física, definidos na tabela de impacto do MSB, dos impactos resultantes da infraestrutura hídrica e agricultura do estado.

De acordo com Wilhelmi e Wilhite (2002), os fatores que influenciam a vulnerabilidade aos impactos da seca são numerosos, difíceis de serem mensurados e estudos que envolvem esses fatores dependem da disponibilidade de dados. Apesar das limitações, informações regionais sobre impactos de secas podem ajudar os tomadores de decisão a identificarem as ações de mitigação adequadas antes do próximo evento de seca e diminuir impactos desse evento.

Diante do exposto, esta pesquisa buscou identificar impactos de secas no estado de

Sergipe. Para isto, identificou-se a relação entre as categorias de secas definidas mensalmente pelo MSB, variáveis meteorológicas e os impactos agrícolas e hidrológicos observados em territórios do estado sergipano, no período de 2014 a 2020. Desta forma, espera-se contribuir para o processo de validação do mapa do MSB e para o entendimento das secas no estado.

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

Avaliar impactos de secas no estado de Sergipe, quanto as variáveis meteorológicas, agrícolas e hidrológicas.

2.2 Específicos

- Identificar impactos regionais em Sergipe associados às categorias de secas no período dos anos de 2014 a 2020;
- Associar as categorias de secas definidas pelo MSB com variáveis meteorológicas e os impactos de secas, através das tabelas de contingência e coeficiente de contingência;
- Associar precipitação acumulada anual com impactos de seca, através do coeficiente de correlação;
- Identificar territórios e setores impactados pelas secas no estado de Sergipe, quanto aos aspectos climáticos, agrícola e hidrológico.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Secas: definições, tipos e ocorrências

A seca é um fenômeno natural decorrente da deficiência de precipitação por período prolongado, que resulta em impactos nas atividades humanas e no meio ambiente (WILHITE, 2005). Este evento ocorre de forma lenta e com efeitos que se acumulam lentamente, tornando difícil a definição das secas quanto ao início e fim (WILHITE et al., 2014; CIRILO, 2015).

O fenômeno da seca difere-se de outros desastres naturais, sobretudo pela duração e cobertura espacial. Ao contrário de outras catástrofes, as secas geralmente levam de 2 a 3 meses para se estabelecerem e podem durar por meses ou anos. Quanto à cobertura espacial, as áreas afetadas por este evento evoluem gradualmente e as regiões de intensidade máxima (epicentro) mudam de temporada para temporada (WILHITE, 2005). Além disso, os impactos podem chegar muito além da área que a seca incide, afetando vários setores da economia e da sociedade (MISHRA e SINGH, 2010).

Segundo o NDMC (2020a), as secas podem ser classificadas em quatro tipos:

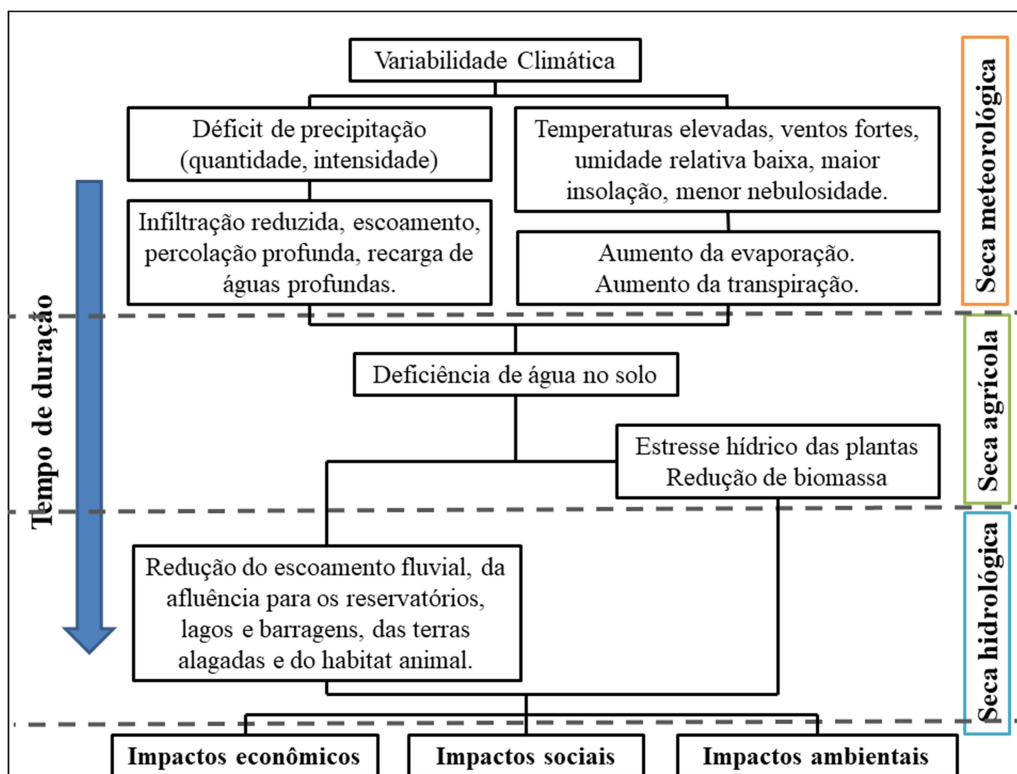
- *Meteorológica*: ocorre quando as precipitações para determinada região ficam abaixo do normal ou esperado e essa deficiência se estende por período prolongado.
- *Agrícola*: diminuição da disponibilidade de água do solo afetando o crescimento de culturas e pastagens.
- *Hidrológica*: deficiência de disponibilidade hídrica superficial e subsuperficial.
- *Socioeconômica*: Ocorre quando a falta de precipitação afeta a oferta ou demanda por alguma mercadoria ou bem econômico, como por exemplo, água, pastagens, energia elétrica.

O primeiro tipo, a seca meteorológica, decorre de causas naturais e pode afetar qualquer regime pluviométrico do globo terrestre. Esta característica torna ainda mais difícil alcançar uma definição precisa e universal das secas, já que cada região do planeta possui características climáticas distintas (WILHITE, 2005). Os demais tipos de secas mencionados evoluem desta deficiência de precipitação (NDMC, 2020a).

A Figura 1 esquematiza a evolução da seca de acordo com os tipos e impactos

associados. Os três primeiros tipos tratam de formas de medir a seca como um fenômeno físico. O último trata este evento em termos de oferta e demanda, acompanhando os efeitos da escassez de água conforme ela se espalha pelos sistemas socioeconômicos (NDMC, 2020a).

Figura 1. Esquema de evolução das secas.



Fonte: Adaptado de NDMC, 2020a.

A percepção sobre as secas pode variar de acordo com o observador e de como este fenômeno afeta as atividades humanas ou determinado setor. Assim, a seca pode significar algo diferente para um gestor de água, um agricultor, uma hidrelétrica, um operador de usina, e um biólogo da vida selvagem (WILHITE, 2005). O conceito de seca também se difere do conceito de aridez e escassez de água. Aridez é uma característica permanente de um clima seco, enquanto que a seca é definida como um desvio de precipitação de longo prazo. Além disso, a seca é um fenômeno natural, já escassez de água ocorre quando há maior demanda em relação ao disponível naturalmente (MAGALHÃES, 2016).

Apesar de toda seca partir de um evento natural, a magnitude dos impactos deste evento pode aumentar por causa da mudança na frequência da seca meteorológica, mudança na vulnerabilidade social à escassez de água, ou ambos (WILHITE et al., 2014). De acordo com Mishra e Singh (2010), tem aumentado a frequência das secas nas últimas

três décadas na maioria dos continentes. Esta situação está sendo agravada devido ao crescimento das demandas de água e pelas mudanças espaço-temporal dos padrões climáticos.

A seguir estão destacados alguns exemplos recentes de ocorrência de secas em alguns países e continentes:

a) Canadá

A seca de 2001 e 2002 foi excepcional para o Canadá, devido à gravidade e a duração. Este evento também se destacou pela abrangência, de forma que todas as províncias passaram por alguma experiência de seca em um ou ambos os anos. Como consequência, os impactos persistiram até o ano seguinte, produzindo desafios significativos, especialmente para a agricultura, gestores de água e comunidades rurais (WHEATON et al., 2008).

b) Estados Unidos da América (EUA)

Desde o início do ano 2000 os EUA têm passado por eventos sucessivos de secas, evento conhecido como “seca da virada do século”. A ocorrência de 1999-2002 provocou diversos incêndios florestais no sudoeste americano, bem como resultou em impactos generalizados sobre os recursos hídricos. Nos anos seguintes, a seca que até então castigava a região sudoeste deslocou-se para a região norte, próximo da fronteira Canadá/EUA (SEAGER, 2007). A partir de 2006, eventos de secas retornaram à região sudoeste, persistindo nos anos seguintes (COOK et al., 2010).

Secas extremas recentes nos EUA também incluem a seca da Califórnia de 2011 a 2016, da bacia hidrográfica do Rio Colorado de 2000 a 2015 e da bacia hidrográfica do Rio Missouri, principal bacia hidrográfica dos Estados Unidos (MARTIN et al., 2020).

c) África

A seca é um evento natural e recorrente do clima do sul da África. Nos últimos anos, muitos países registraram condições de secas severas e generalizadas, devido à variabilidade das chuvas na região. A seca de 1991-1992 foi o mais grave no registro, destruiu plantações, causou perda da agricultura, reduziu em 40% a safra normal da África do Sul, gerando desemprego e insegurança alimentar. Além disso, também resultou em

impactos hidrológicos, uma vez que esgotou as águas subterrâneas e reservatórios, reduziu a disponibilidade de água doce e forçou a população a usar água de fontes com qualidade inferior (BAUDOIN et al., 2017).

Recentemente, entre os anos de 2015 e 2016, a África do Sul passou pela pior seca dos últimos 23 anos. Os efeitos deste evento perduraram durante vários meses, resultando em perda da colheita e restrições de uso da água (BAUDOIN et al., 2017).

d) Europa

Em 2003, a seca afetou 19 países da Europa, gerando um custo estimado em 11,6 bilhões de euros. Em 2005, este fenômeno trouxe novos prejuízos para o continente europeu, com destaque para Portugal, onde 80% do país passaram pela pior seca dos últimos 60 anos. Os custos resultantes deste evento foram estimados em 285 milhões de euros, em decorrência de perdas no setor de produção de energia elétrica, agricultura, silvicultura, abastecimento de água, entre outros (SANTOS et al., 2010).

e) Brasil

As secas do Brasil frequentemente estão relacionadas ao fenômeno *El Niño Southern Oscillation* (ENSO). A fase ENSO positiva, conhecida como *El Niño*, está associada às secas na parte norte e nordeste do país, incluindo a floresta Amazônica e o semiárido nordestino. Por outro lado, a fase ENSO negativa (*La Niña*) normalmente intensifica os períodos de seca no sul do Brasil (GUTIÉRREZ et al., 2014). Adicionalmente, flutuações da Temperatura da Superfície do Mar (TSM) do Atlântico Tropical também têm forte influência na variabilidade de precipitação nestas regiões (NOBRE e SUKLA, 1996).

Em 2005, a seca na Amazônia resultou do baixo índice pluviométrico do período, o menor dos últimos 40 anos, superando períodos como os de 1925-1926, 1968-1969 e 1997-1998, até então considerados os mais intensos (INPE, 2005). Por consequência, esta seca provocou a redução dos níveis de rios e lagos, impactando nos setores de transporte, pesca e agricultura, bem como contribuiu para maior número de incêndios florestais (ZENG et al., 2008).

Déficits de precipitação na região Sudeste do Brasil entre 2013 e 2015 contribuíram para o estabelecimento de condições de seca e para grave crise hídrica na região. Este evento resultou em impactos no setor de abastecimento humano, agricultura e na geração

de energia hidroelétrica (COELHO et al., 2016).

Eventos de secas também são recorrentes na região Sul do país. De acordo com as decretações de seca da Coordenadoria Estadual de Defesa Civil do Rio Grande do Sul (CEDEC), analisadas por Nedel et al. (2010), episódios intensos de secas foram registrados entre 2003 e 2009 no estado do Rio Grande do Sul. Os impactos destas secas se estenderam a inúmeros municípios, resultando em diversos prejuízos, sobretudo na agricultura.

Apesar das secas estarem presentes em todas as regiões do Brasil, é na região Nordeste que estas se manifestam com maior frequência e intensidade e tem impactos mais acentuados, em decorrência da maior variabilidade do clima desta região (MAGALHÃES, 2016). O tópico a seguir trata especificamente da ocorrência de secas na região Nordeste.

3.2 A Seca no Nordeste

3.2.1 Condições climáticas

De acordo com Uvo e Berndtsson (1996) apud Ferreira e Mello (2005), três fenômenos principais determinam as precipitações da região Nordeste: i) Eventos *El Niño*-Oscilação Sul (ENOS); ii) anomalia da Temperatura da superfície do mar (TSM); iii) atuação ou não da Zona de Convergência do Atlântico Tropical (ZCIT). A posição da ZCIT é o principal sistema causador de chuvas no norte da região Nordeste, costuma atuar entre os meses de fevereiro a maio, caracterizando a principal quadra chuvosa dessa região. Normalmente, a ZCIT migra sazonalmente de sua posição mais ao norte, em agosto-setembro, para posições mais ao sul em março-abril. O posicionamento e intensidade deste fenômeno é muito influenciado pela variabilidade da anomalia TSM (CGEE, 2016).

Adicionalmente, eventos de *El Niño* caracterizam-se pelo aquecimento das águas superficiais do Oceano Pacífico. A depender da intensidade, este fenômeno pode afetar a formação de nuvens e o posicionamento da ZCIT e, conseqüentemente, resultar em deficiência de precipitação na região Nordeste (FERREIRA e MELLO, 2005).

Além da falta de chuva, outros fatores climáticos também contribuem para oferta insuficiente de água no Nordeste e para o fenômeno da seca que periodicamente assola a população (CGEE, 2016). Dentre estes fatores, destaca-se que maior parte do Nordeste está inserida na delimitação do Semiárido brasileiro, região que se caracteriza pela má

distribuição das precipitações, altas taxas de evapotranspiração (em torno de 2.000 mm anuais), maiores índices de aridez, temperaturas acima de 23° e umidade relativa do ar em torno de 50% (CGEE, 2016; MAGALHÃES, 2016).

Ao longo dos anos, a delimitação do Semiárido brasileiro sofreu algumas alterações. A primeira configuração oficial desta área corresponde à delimitação do chamado Polígono das Secas, definido pela Lei n.º 175, de 7 de janeiro de 1936, posteriormente revisada pelo Decreto Lei n.º 9.857, de 13 de setembro de 1946 (CGEE, 2016). A delimitação mais recente do Semiárido brasileiro foi definida pelo Ministério da Integração Nacional em 2017, e inclui os municípios que atendem os seguintes critérios: apresentam precipitação pluviométrica média anual inferior a 800 milímetros; índice de aridez de Thornthwaite igual ou inferior a 0,50; percentual diário de déficit hídrico igual ou superior a 60%, considerando todos os dias do ano (BRASIL, 2017).

Além dos aspectos climáticos, a disponibilidade hídrica da região Nordeste também é fator determinante para a maior vulnerabilidade às secas. De acordo com Campos (1997), 50% da área do Polígono das Secas são formados por terrenos com embasamento cristalino, que apresenta baixa capacidade de acumulação de águas. Devido a estas condições fisiográficas e as irregularidades no regime pluvial, a maioria dos rios apresenta regime intermitente. O autor destaca que no Polígono das Secas apenas os rios Parnaíba e São Francisco apresentam um significativo volume perenizado sem a necessidade de reservatórios e/ou barragens.

3.2.2 Convivência com as secas nos últimos anos

As secas fazem parte da variação natural do clima da região Nordeste (MARENGO et al., 2016). De acordo com Magalhães (2016), estes eventos sempre ocorreram nesta região. Antes da ocupação humana no interior da região, que começou no século XVI, os problemas eram mínimos, pois o ecossistema predominante (a Caatinga) era adaptado ao clima e suas variações periódicas. No entanto, ainda segundo o autor, há relatos de casos de secas extremas que obrigavam os indígenas a migrarem em direção ao litoral. Depois da ocupação do sertão, seguido da modificação da paisagem, estabelecimento de fazendas e desmatamento para criação de gado e produção de alimentação, a vulnerabilidade às secas aumentou.

O longo histórico de secas do Nordeste é acompanhado de diversas ações de

assistência às famílias atingidas. Os tópicos a seguir resumem as principais ocorrências de secas no Nordeste e as principais ações de mitigação/alívio adotadas, segundo Campos (2014), Magalhães (2016) e Teixeira e Machado (2015):

- 1859: nomeação de comissão científica para estudar a seca do Nordeste;
- 1877 – 1879: a seca plurianual deste período resultou em grande êxodo, perdas econômicas e até humanas, em decorrência de doenças ligadas à fome e a má qualidade dos alimentos;
- 1886 – 1945: período chamado de fase hidráulica, na qual prevaleceu a construção de açudes como forma de amenizar os efeitos das secas;
- 1909: criação da Inspetoria de Obras Contra as Secas (IOCS), que deu origem, em 1919, à Inspetoria Federal de Obras Contra as Secas (IFOCS). Mais tarde, em 1945, a IFOCS se transformou no Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS). O DNOCS atuou em políticas voltadas ao desenvolvimento de obras hidráulicas e avançou nos estudos para o melhor conhecimento da realidade da região Nordeste;
- 1952: criação do Banco do Nordeste do Brasil (BNB), voltado ao financiamento de atividades econômicas;
- 1958: ano marcado pela ocorrência de outra seca intensa;
- 1959: em resposta à seca de 1958, foi criada a Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (Sudene), com o objetivo de promover o desenvolvimento econômico da região e reduzir os impactos das secas;
- 1970: uma nova seca motivou a criação do Programa de Integração Nacional (PIN) e do Programa de Redistribuição de Terras (Proterra). Estes programas objetivaram incentivar a emigração da população para a Amazônia, através da criação de rodovias importantes e do estabelecimento de núcleos de colonização na Amazônia. Paralelamente, estes programas também desenvolveram novas oportunidades para a região Nordeste, especialmente através da irrigação;
- 1997: Promulgada a Lei 9.433, que instituiu a Política Nacional dos Recursos Hídricos e os instrumentos de gestão de recursos hídricos;

- 1999: a rigorosa seca deste período fez aumentar as críticas às medidas até então adotadas, desencadeando um processo de mobilização e organização dos movimentos sociais. Neste contexto, foi criado o programa Um Milhão de Cisternas, fruto da parceria entre sociedade civil e os governos federal e estaduais;
- 2000: Fundada a Agência nacional de Águas (ANA), autarquia federal vinculada ao Ministério do Desenvolvimento Regional, responsável pelo desenvolvimento da gestão de recursos hídricos no Brasil;
- 2003: a partir deste ano, foram criados programas sociais voltados para a redução de vulnerabilidades econômicas e sociais, a exemplo dos programas governamentais “Fome Zero”, “Brasil sem Miséria” e “Bolsa Família”. Destaca-se que tais programas não foram desenvolvidos especificamente para a população da região Nordeste, mas desempenharam papel importante na redução de impactos sofridos em decorrência de secas nesta região;
- 2010 – 2015: período marcado pela pior seca plurianual das últimas décadas;
- 2014: Início do monitoramento das secas no Nordeste, através da criação do programa Monitor de Secas;

Durante esta seca plurianual mais recente foram intensificadas as discussões sobre a necessidade de mudança do modelo de gestão de secas até então adotado, para um modelo mais proativo, conforme discutido no tópico seguinte.

3.3 Gestão de secas

Normalmente, quando o desastre da seca ocorre a abordagem mais frequentemente seguida por nações em desenvolvimento e desenvolvidas corresponde às ações de pós-impacto (WILHITE et al., 2014). Magalhães (2016) cita as principais ações emergenciais adotadas para atender a população atingida quando ocorre uma seca:

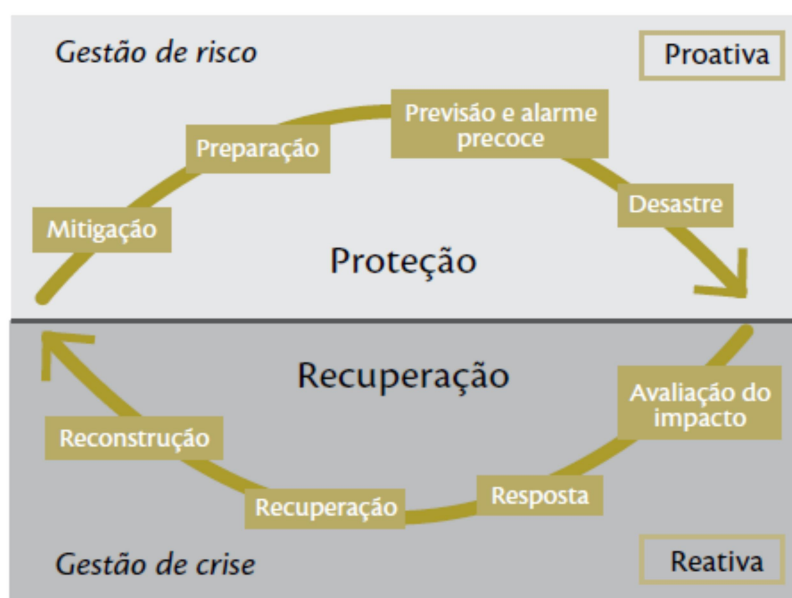
- Abastecimento emergencial de água;
- Criação de empregos;

- Seguro ou outra forma de compensação para os produtores que perderam a safra por causa da seca;
- Venda de milho a preços subsidiados para alimentar os rebanhos, uma vez que as pastagens foram dizimadas.

Esta abordagem frequentemente adotada caracteriza a gestão de crise, que consiste em uma série de ações de caráter reativo e subsequentes a um desastre, incluindo avaliação do impacto sofrido, ações de resposta, recuperação e reconstrução do local ou região afetada (DE NYS et al., 2016). Por conta dessa ênfase na gestão de crises, ao longo dos anos a sociedade passou de um desastre para outro sem qualquer redução dos riscos (WILHITE et al, 2014). Sobretudo, porque o foco deste tipo de gestão é o tratamento dos sintomas e não das vulnerabilidades, sendo basicamente uma resposta à crise já instalada, ou seja, uma gestão reativa às secas (BANCO MUNDIAL, 2015).

A gestão de risco, por outro lado, preocupa-se em reduzir impactos futuros, de modo a diminuir a necessidade de intervenção do governo na forma de medidas emergenciais (WILHITE et al., 2014). As ações que caracterizam este tipo de gestão incluem alerta precoce, monitoramento, planejamento, mitigação e desenvolvimento de políticas nacionais de gestão da seca baseadas em risco (DE NYS et al., 2016). Esta definição é exemplificada na Figura 2.

Figura 2. Ciclo de gestão de desastres



Fonte: DE NYS et al., 2016.

O conceito de gestão proativa, baseada em riscos, foi abordado por Wilhite et al. (2014). De acordo com os autores, este novo modelo de gestão inclui monitoramento abrangente, aviso antecipado e sistemas de informação, procedimentos de avaliação de impacto, gerenciamento de riscos, planos de preparação da seca e programas de resposta emergenciais.

Para Martins et al. (2016a), o modelo de gestão de risco deve promover articulação entre as respostas individuais das várias instituições envolvidas nos três níveis de governo (municipal, estadual e federal). Adicionalmente, Gutiérrez et al. (2014) afirmam que é importante que este modelo a ser implementado leve em consideração a heterogeneidade e contexto local de cada município e comunidade, a fim de alcançar soluções específicas para o acesso à água para consumo humano, agricultura, pastagem animal e segurança alimentar.

No Brasil historicamente adotou-se o modelo de resposta à seca baseado na gestão reativa de crises, através de ações assistenciais e obras públicas emergenciais, muitas vezes orquestradas por comitês temporários estabelecidos em épocas de crise. No entanto, a gravidade da seca plurianual de 2010-2015, considerada a mais grave dos últimos 80 anos, evidenciou a inadequação dessa abordagem (MARTINS et al., 2016b).

Os impactos da seca 2010-2015 e a percepção da necessidade de mudança de modelo de gestão motivou a união de instituições de diversas esferas administrativas com o objetivo comum de superar a gestão de crises, substituindo-a por outro modelo mais proativo e baseado na gestão de risco. Dentre estas instituições envolvidas, destaca-se a participação do Ministério da Integração Nacional (MI), a Agência Nacional de Águas (ANA), o Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE), o Banco Mundial e os governos estaduais, com destaque para a Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME) (TEIXEIRA e MACHADO, 2015).

A criação deste programa participativo entre instituições foi marcada pela definição dos três pilares que funcionam como ferramentas da política de preparação para a seca no Brasil. Tais pilares consistem em: (1) monitoramento e previsão/alerta precoce; (2) avaliação de vulnerabilidade/resiliência e de impacto; e (3) mitigação e planejamento e medidas de resposta (DE NYS et al., 2016).

Baseado nestes pilares, o programa de colaboração técnica desenvolveu o Monitor de Secas, sendo este o primeiro passo para a instituição da gestão de risco no Brasil. O processo de criação do Monitor de Secas é discutido no tópico seguinte.

3.4 Monitor de Secas do Brasil

3.4.1 Conceitos e definições

O Monitor de Secas é um processo participativo de monitoramento do avanço das secas no Brasil, inspirado nos esforços de gestão de secas do México e dos Estados Unidos da América (MARTINS et al., 2016b). Inicialmente esta ferramenta foi elaborada para atuar apenas na região Nordeste e recebeu o nome de Monitor de Secas do Nordeste. No entanto, dado o sucesso do desenvolvimento e adoção de políticas públicas de combate à seca no Nordeste, o projeto foi expandido para outras regiões, passando a ser chamado de Monitor de Secas do Brasil (MSB), ou apenas Monitor de Secas (ANA, 2020). Até o momento, o MSB, além da região Nordeste, também inclui os estados das regiões Sudeste, Sul, Centro-Oeste e o estado de Tocantins.

O MSB é um processo que reúne informações de instituições federais e estaduais para produzir um único mapa mensal das condições de secas no Brasil (BANCO MUNDIAL, 2015). O objetivo deste mapa único é alcançar um entendimento comum sobre as condições de seca, como: sua severidade, a evolução espacial e no tempo, e seus impactos sobre os diferentes setores envolvidos (ANA, 2020).

A elaboração do mapa do MSB decorre da compilação de indicadores hidrometeorológicos e entre outras informações (CIRILO, 2015). Esta combinação de diversos dados, somado a natureza participativa e a inclusão de informações locais por quem realmente vivencia a seca, é o que diferencia o MSB dos modelos de monitoramento tradicionais (BANCO MUNDIAL, 2015).

Para compreender o processo de elaboração do mapa do MSB, é importante ter conhecimento de três conceitos inerentes a este processo:

1. Seca relativa: os indicadores de secas utilizados pelo MSB são calculados a partir do histórico de dados de cada estação, assim, o que é avaliado é a situação de uma localidade em relação ao seu histórico (BANCO MUNDIAL, 2015). Com isto, é possível que em algum mês a região Sul ou Sudeste apresente categoria de seca mais severa que a região Nordeste, mesmo esta região possuindo menor pluviometria que as demais.
2. Seca natural ou física: o processo de construção do mapa do MSB preocupa-se

em considerar dados físicos, não considera sistemas que estão sujeitos à gestão humana, de maneira a evitar conflitos de interesse (BANCO MUNDIAL, 2015). Portanto, é importante distinguir a severidade da seca representada no mapa do MSB de problemas de escassez hídrica decorrentes da falta de gestão, por exemplo. Ainda de acordo com a publicação do Banco Mundial (2015), a seca sujeita à gestão humana é denominada seca operacional. Embora não entre no traçado do monitor, este conceito pode ser empregado em planos de preparação elaborados para sistemas específicos, a exemplo do gerenciamento de reservatórios (BANCO MUNDIAL, 2015).

3. Caráter regional do Monitor de Secas: o mapa do MSB é uma visão macro da situação da secas, por isso, o mapa não leva em consideração as divisões políticas e não representa as secas em nível municipal (BANCO MUNDIAL).

3.4.2 Atores envolvidos

Em nível operacional, o processo de construção do mapa do MSB conta com a participação de uma Instituição Central (IC), autores, validadores e observadores locais. A IC é responsável pela coordenação e administração do MSB (TEIXEIRA e MACHADO, 2015). Além disso, também é responsável por: garantir a manutenção e ampliação do banco de dados integrado ao MSB; preparação dos dados para o traçado do mapa (indicadores de secas e produtos de apoio); suporte aos autores e validadores no processo de traçado e validação; e publicação do mapa final no site oficial do MSB (BANCO MUNDIAL, 2015).

Os autores são representantes de instituições, preferencialmente na área de clima e recursos hídricos, que atuam em forma de rodízio na elaboração do traçado do mapa do MSB (TEIXEIRA e MACHADO, 2015). São responsáveis por representar a situação atual de seca natural/física no MSB e coordenar a processo de validação (BANCO MUNDIAL, 2015).

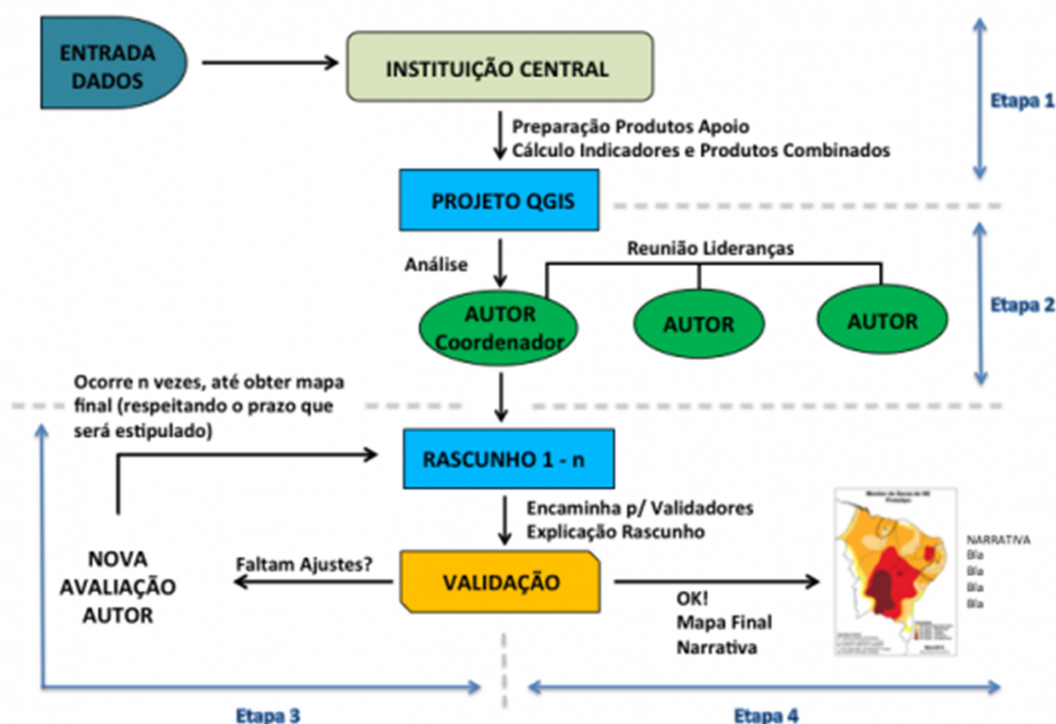
Os validadores são os representantes locais, em geral técnicos de órgãos estaduais e/ou municipais, que são responsáveis por confirmar, ou não, se as informações contidas no mapa correspondem ao que efetivamente está sendo observado na realidade local (TEIXEIRA e MACHADO, 2015).

Por fim, os observadores são parceiros mapeados pelos validadores a fim de fornecer informações mensais dos impactos locais decorrentes das secas. Estas informações são reportadas por meio do Formulário Mínimo Padrão (FMP), geralmente preenchido por funcionários das prefeituras municipais, da defesa civil, entre outras instituições.

3.4.3 Elaboração do mapa do MSB

O processo de elaboração do mapa do MSB ocorre sempre no mês subsequente ao mês de referência, com duração de onze dias úteis. A Figura 3 representa o processo de construção do mapa do MSB.

Figura 3. Fluxograma do processo de construção do mapa do MSB.



Fonte: ANA, 2020.

Na etapa 1, a IC é responsável por coletar, junto aos institutos de monitoramento, uma série de dados do mês anterior (chuva, umidade do solo, entre outras informações) (ANA, 2020). É importante utilizar o maior número de informações possíveis, por isso, além dos indicadores calculados, nesta etapa também são incorporados produtos de apoio,

que funcionam como dados auxiliares no traçado do mapa (BANCO MUNDIAL, 2015). Atualmente, a Agência Nacional de Águas (ANA) desempenha o papel de IC do MSB e recebe apoio da FUNCEME e da Universidade Federal do Ceará (UFC).

A etapa 2 é marcada pela elaboração do rascunho 0 (R0) do mapa do MSB. A cada mês uma ou duas instituições são responsáveis pelo traçado do R0 e também por coordenar a etapa de validação. O traçado do mapa é fundamentado na análise do mapa publicado no mês anterior, nos indicadores obtidos na etapa 1 e nos produtos de apoio (BANCO MUNDIAL, 2015). Atualmente as instituições que desenvolvem o papel de autores são o Instituto de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do estado da Bahia (INEMA), a FUNCEME, a Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC), o Instituto Mineiro de Gestão de Água (IGAM) e o Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER).

O R0 é debatido mensalmente em uma reunião, chamada de reunião de autoria, na qual fazem parte os autores e a IC. Após a reunião de autoria o autor de cada mês faz os ajustes necessários e elabora o novo rascunho do mapa, o R1. Este, por sua vez, é encaminhado aos validadores na etapa 3 (BANCO MUNDIAL, 2015).

Na etapa 3 a representação baseada em indicadores de secas e produtos de apoio (o R1) é comparada com a situação local, por meio do processo de validação. Para isso, atualmente os validadores contam com os Formulários Mínimo Padrão (FMP) que são preenchidos pela rede de observadores, que se encontram mais próximos da realidade de cada localidade. Nesta etapa os validadores podem concordar ou discordar do R1. Em caso de discordância alterações podem ser sugeridas para o mapa, desde que a alteração seja justificada. Em Sergipe, a instituição validadora é a SERHMA, que conta com o apoio do Comitê Técnico e Científico do Monitor de Secas (IFS/UFS).

Após receber os comentários dos validadores sobre o R1, o autor os analisa e prepara um novo rascunho, o R2. Esse novo mapa preliminar é encaminhado novamente para a validação e este procedimento pode ser repetido n vezes até atingir um consenso que permita a produção do mapa final (BANCO MUNDIAL, 2015).

Depois de finalizado o processo iterativo de validação, chega-se a última etapa do processo, que é a etapa de publicação (etapa 4). Nesta etapa o autor encaminha a versão final do mapa do MSB para a IC, juntamente com a Narrativa do mapa. A Narrativa deve conter informações sobre as principais interações autor-validador, informações climáticas, impactos associados, evolução/diminuição de regiões de seca, condição dos reservatórios e

entre outras informações (BANCO MUNDIAL , 2015).

3.4.4 Indicadores de seca e produtos de apoio utilizados

a) Indicador padronizado de precipitação (SPI)

O SPI foi desenvolvido por McKee et al. em 1993 e é considerado um indicador de fácil obtenção, pois utiliza apenas precipitação como dado de entrada. Este indicador é calculado para diversas estações e para intervalos relativos a 3 e 4 meses, a fim de identificar secas de curto prazo, para 12, 18 e 24 meses, com o objetivo de identificar secas de longo prazo, e para intervalo de 6 meses para verificar a transição entre curto e longo prazo (BANCO MUNDIAL, 2015).

Como o objetivo do Monitor de Secas é representar períodos secos, apenas valores negativos de SPI são considerados no processo de elaboração do MSB. Para realizar a classificação da seca, leva-se em consideração o período de ocorrência, tomando-se como base o tempo de 100 anos: maiores números de ocorrências estão relacionados a menores magnitudes, e menores números de ocorrências a maiores magnitudes, conforme apresentado na Tabela 1 (BANCO MUNDIAL, 2015).

Tabela 1. SPI relacionado com período de ocorrência de 100 anos.

SPI	Ocorrência em 100 anos	Severidade do evento
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

Fonte: McKee et al., 1993 apud Banco Mundial, 2015.

b) Indicador padronizado de precipitação-evapotranspiração (SPEI)

O SPEI é um indicador de balanço hídrico simplificado que determina as diferenças mensais entre precipitação e Evapotranspiração Potencial (ETP), desenvolvido por Vicente-Sarrano. Para o cálculo deste indicador são utilizados dados de estações meteorológicas que possuem medições de precipitação e temperatura. ETP pode ser

calculada a partir da fórmula de Hargreaves ou Thornthwaite com base na temperatura e em outras informações básicas da estação (BANCO MUNDIAL, 2015).

Assim como o SPI esse indicador também é calculado para os intervalos de 3 a 4 meses para curto prazo, 12, 18 e 24 meses para longo prazo e 6 meses para o intermediário (BANCO MUNDIAL, 2015).

c) Indicador padronizado de escoamento (SRI)

O indicador SRI é um proxy de escoamento superficial, proposto pela FUNCEME em parceria com a ANA. Este indicador caracteriza-se por: i) ser um indicador simples; ii) ser consistente com o processo de escoamento; iii) não considerar dados diretos de vazão e nível (a fim de evitar a influência de reservatórios e de inconsistências na série); iv) fazer uso das características da distribuição temporal de precipitação diária, que estão relacionadas com o escoamento superficial; e v) ser calculado para cada estação pluviométrica (BANCO MUNDIAL, 2015; MARTINS et al., 2016b).

O SRI pode ser calculado de acordo com a Equação (1) a seguir. Quanto maior o valor do índice, maior o escoamento.

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

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 é definido como três ou mais dias consecutivos com precipitação maior do que 10 mm. Além disso, um peso maior é atribuído a períodos úmidos que duram pelo menos 10 dias, sendo esses pesos calibrados de acordo com os dados da região (BANCO MUNDIAL, 2015).

d) Produtos de apoio

Os produtos de apoio complementam as informações dos indicadores de secas calculados, de forma a auxiliar no traçado do mapa do MSB, sobretudo em regiões com pouca densidade de estações (MARTINS et al., 2016b).

Ainda de acordo com Martins et al. (2016b), os principais produtos de apoio utilizados pelo MSB são:

- Camadas com indicadores combinados de curto e longo prazo, organizados para representar a seca em diferentes escalas de tempo;
- Precipitação acumulada para curto e longo prazo, normais climatológicas, SPI (calculado somente com dados federais), desvios de precipitação e precipitação classificada por quantis do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET);
- Precipitação acumulada para curto e longo prazo, climatologias e anomalias do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC);
- Precipitação combinada entre dados observados e estimativas de precipitação do *Tropical Rainfall Measuring Mission* (TRMM) da *National Aeronautics and Space Administration* (NASA), baseado em rotina do CPTEC;
- Umidade do Solo do *Climate Prediction Center do National Oceanic and Atmospheric Administration* (CPC/NOAA);
- Índice de Saúde da Vegetação (VHI), da *Center for Satellite Applications and Research, da NOAA Satellite and Information Service* (STAR/NESDIS/NOAA);
- Modelo Digital de Elevação (MDE); e
- Camadas correspondentes ao Monitor do mês anterior.

Observa-se que no processo de elaboração do mapa mensal do Monitor de Secas são considerados índices baseados em variáveis meteorológicas como precipitação, temperatura e evapotranspiração. No entanto, por se tratar de um processo em nível nacional, os dados climáticos utilizados no cálculo destes índices são retirados de sistemas de monitoramento nacionais, a exemplo do INMET e do CPTEC. O estado de Sergipe atualmente possui três postos de monitoramento climático, com séries históricas, registrados nestas instituições, que estão localizados nos municípios de Propriá, Aracaju e Itabaianinha. Destaca-se ainda que nenhum destes três postos estão localizados na região semiárida, onde as secas são mais recorrentes. Desta forma, o estado de Sergipe, por possuir poucas estações de monitoramento registradas nestas instituições e por, em termos de extensão territorial, ser o menor estado do país, não têm as regiões climáticas do estado

claramente representadas no mapa do Monitor de Secas, principalmente as referentes ao Semiárido.

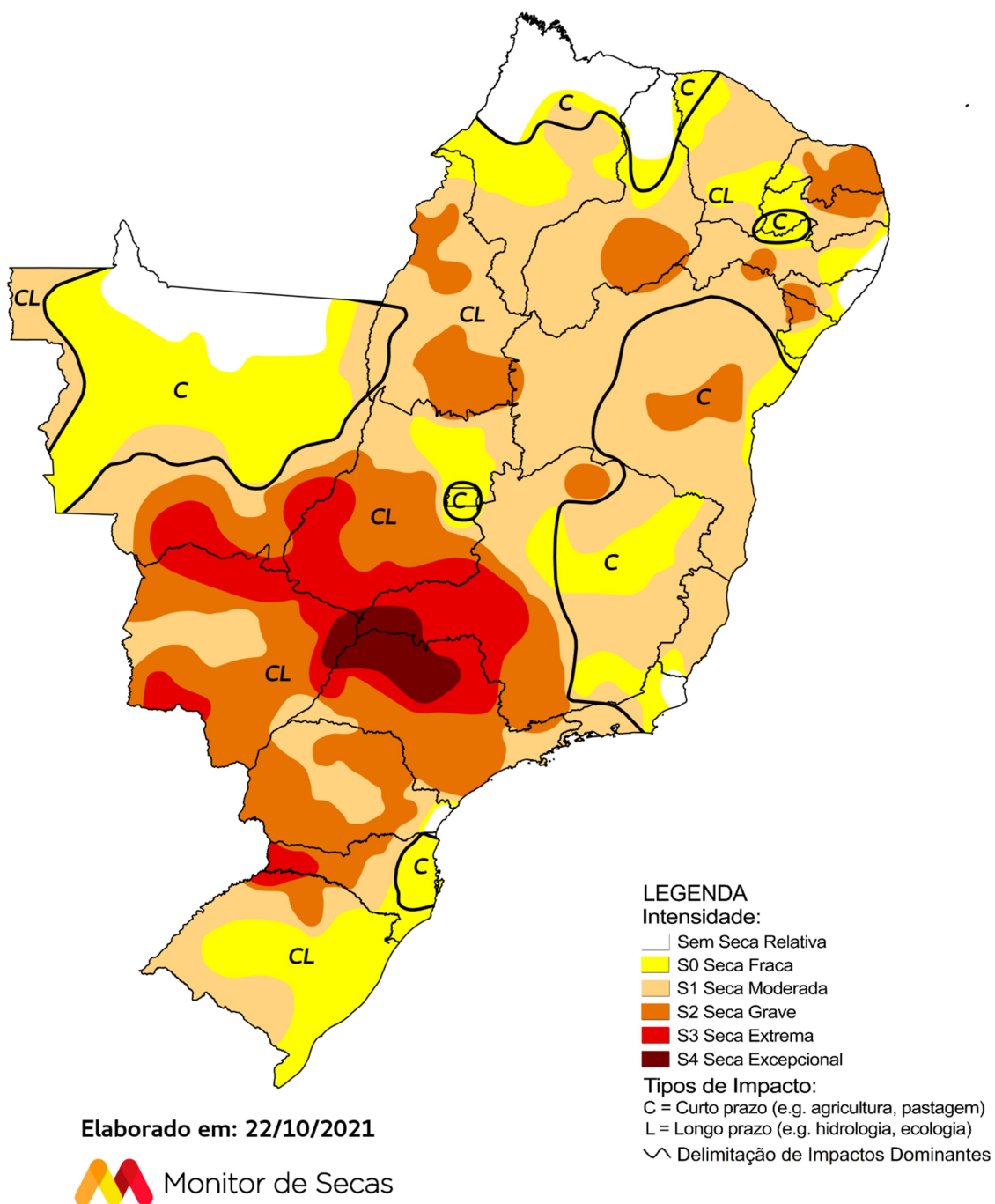
3.4.5 Mapa do Monitor de Secas

No mapa do MSB as regiões de seca são classificadas em até 5 (cinco) categorias (S0 a S4) e são representadas por cores, de acordo com a intensidade e o tempo de duração (BANCO MUNDIAL, 2015). O S1 refere-se à seca menos intensa, o S4 diz respeito a mais intensa e S0 indica que são áreas com condições de umidade anormalmente baixa e estão secando e podem, possivelmente, virar áreas de secas (ANA, 2020). Além disso, existe a categoria “sem seca relativa”, representada pela cor branca, que corresponde às áreas sem anomalias negativas de precipitação e sem ocorrência de impactos associados às secas.

Na Figura 4 destaca-se o mapa da situação das secas referente ao mês de setembro de 2021.

Figura 4. Mapa mensal do MSB

Monitor de Secas Setembro/2021



Fonte: ANA, 2021.

As letras representadas no mapa do Monitor de Secas indicam a intensidade do impacto da seca e são delimitadas pela “linha de impacto”. A letra C representa o impacto de curto prazo e normalmente pode atuar por 4 meses ou menos, o L diz respeito aos impactos de longo prazo e pode durar mais de 12 meses. Também é possível que os impactos sejam de curto e longo prazo ao mesmo tempo, nesta situação são representados pelas letras CL (ANA, 2020).

A seca de curto prazo geralmente está associada aos impactos na agricultura e em pastagens, já a seca de longo prazo normalmente está associada aos impactos hidrológicos. Esta classificação foi definida a partir do exemplo do monitoramento de secas empregado nos EUA, o *National Drought Mitigation Center* (NDMC) (BANCO MUNDIAL, 2015).

Também fundamentado no exemplo do NDMC, associada ao mapa do Monitor de Secas existe a Tabela de Classificação de Severidade da Seca ou simplesmente Tabela de Impacto de Secas (Quadro 1), que representa as categorias ou estágio de seca e os possíveis impactos para cada situação.

Quadro 1. Tabela de Impactos de Secas para o Brasil

Categoria	Descrição	Impactos possíveis
S0	Seca Fraca	Entrando em seca: veranico de curto prazo diminuindo plantio, crescimento de cultura ou pastagem. Saindo de seca: alguns déficits hídricos prolongados, pastagens ou culturas não completamente recuperadas.
S1	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 solicitada.
S2	Seca Grave	Perdas de cultura ou pastagens prováveis; escassez de água comum; restrições de águas impostas.
S3	Seca Extrema	Grandes perdas de culturas/pastagem; escassez de água generalizada ou restrições.
S4	Seca Excepcional	Perdas de cultura/pastagem excepcionais e generalizadas; escassez de água nos reservatórios, córregos e poços de água, criando situações de emergência.

Fonte: Adaptado de ANA, 2020.

Apesar do MSB utilizar o conceito de seca relativa para definir a categoria de severidade de seca para cada região, a tabela de impacto de seca associada ao mapa do MSB é única para todo país. Desta forma, embora do ponto de vista climatológico a mesma categoria de seca possa ser definida de forma distinta de uma região para outra, os impactos listados na tabela de impacto de seca serão os mesmos.

Um passo importante para o processo de gestão de secas que já acontece em outros países, a exemplo dos EUA, é a existência de tabelas de impactos de seca por região ou estado. Estas tabelas distintas são mais adequadas, pois levam em consideração as particularidades de cada região, por exemplo, a vulnerabilidade da população, a disponibilidade hídrica da localidade e a existência de políticas de convivência com as secas.

Desta forma, o primeiro passo para a elaboração de tabelas de impactos de secas é conhecer estas particularidades e entender como cada uma destas regiões é impactada pelas secas. Comumente, para alcançar este conhecimento, são realizadas avaliações de vulnerabilidades aos impactos de secas, comentados no tópico a seguir.

3.5 Avaliação de vulnerabilidade aos impactos das secas

A seca possui dimensões naturais (ou física) e sociais, o mapa do MSB é a representação da seca física. No entanto, normalmente, o aspecto natural por si só não representa um desastre, na maioria dos casos a dimensão social é o fator que leva ao desastre (WILHITE et al., 2014). Para Marengo et al. (2016) e Mishra e Singh (2010), os impactos da seca resultam da interação entre o evento natural (menos precipitação do que o esperado) e social (aumento da demanda por recursos hídricos, por exemplo).

A dimensão natural diz respeito a fatores climáticos, os quais são inevitáveis. A dimensão social, por outro lado, envolve o conceito de vulnerabilidade, que depende de características demográficas, existência de políticas governamentais, degradação do meio ambiente, tendências de uso da água e comportamento social, sendo, portanto, passíveis de alteração (WILHITE et al., 2014).

De acordo com o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) (2012), a vulnerabilidade é a predisposição da população ser afetada por uma ameaça e depende de fatores como exposição, sensibilidade e capacidade adaptativa. A exposição diz respeito à amplitude e a frequência que o evento ocorre em determinada localidade; a

sensibilidade é caracterizada pela redução do bem-estar social, em decorrência dos impactos provocados pelo evento; e capacidade de adaptação representa as respostas aos impactos, com vistas à redução da vulnerabilidade (ROSENDO, 2014).

Segundo Gutiérrez et al. (2014), avaliações de vulnerabilidade e resiliência são importantes para a gestão proativa baseada em riscos e podem melhorar a preparação para a seca no Brasil. Segundo os autores, tais benefícios ocorrem por três razões principais: primeiro, por promover o diálogo entre as partes interessadas antes da crise da seca, a fim de evitar que prioridades sejam definidas e negociadas durante situações de crises. Em segundo lugar, indicadores e relatórios de impactos estabelecidos através dessas avaliações podem ajudar a melhorar a experiência de planejamento e gestão das secas. E terceiro, rastrear impactos (ou falta destes) pode fornecer informações críticas para monitoramento, além disso, pode fornecer aos formuladores de políticas benefícios socioeconômicos e os custos de preparação para as secas.

Para Wilhite et al. (2014) a gestão de risco envolve melhor compreensão e consciência do risco de seca e as causas subjacentes da vulnerabilidade social. A importância da identificação das vulnerabilidades também foi destacada por Wilhelmi e Wilhite (2002), segundo os autores um dos principais aspectos da mitigação e planejamento da seca é a avaliação de “quem é vulnerável”, “o que é vulnerável”, “e por qual razão é vulnerável”. No entanto, pesquisadores alertam que mais esforço tem sido gasto na previsão e monitoramento climático, condições hidrológicas e biológicas, do que na identificação de vulnerabilidades sociais (DOWNING e BAKKER, 2000 apud WILHELM e WILHITE, 2002).

Tánago et al. (2016) comentaram a respeito da diversidade de metodologias que existem para avaliar a vulnerabilidade às secas. Dentre esses estudos, os autores destacaram a existência de avaliações que focam em um único setor socioeconômico ou inclui outros setores; estudos que utilizam modelagem, curvas de vulnerabilidade, entre outras técnicas; estudos que incluem aspectos ambientais, humanos, ou ambos; e que consideram diferentes escalas geográficas e temporais. Adicionalmente, os autores complementaram que essa variedade dificulta comparações de resultados obtidos por diferentes avaliações de vulnerabilidade às secas.

Wilhelmi e Wilhite et al. (2002) utilizaram ferramentas do Sistema de Informações Geográfica (SIG) para elaborar um mapa da vulnerabilidade à seca agrícola no estado de Nebraska (EUA). Para isto, os autores sintetizaram os principais fatores que definem a

vulnerabilidade da seca agrícola nesta região, sendo estes: deficiência de umidade sazonal da cultura, capacidade de retenção de água no solo, tipos de uso da terra e áreas irrigadas.

Lindoso et al. (2014) realizaram uma avaliação da vulnerabilidade de pequenos agricultores à seca em alguns municípios do interior do estado do Ceará. Neste estudo os autores agregaram dados socioeconômicos, agrícolas, institucionais e climáticos em três grupos de indicadores de vulnerabilidade: sensibilidade, capacidade adaptativa e exposição. A partir destes indicadores, calculou-se o índice de vulnerabilidade, que permitiu medir o grau de vulnerabilidade de pequenos agricultores às secas, variando de 0 a 1. Quanto mais perto o resultado for de 1, maior é a vulnerabilidade do setor no contexto estudado.

Para Whilite (2005) é importante que um estudo de avaliação de vulnerabilidade aos impactos de secas busque identificar tendências e processos dinâmicos, uma vez que, vulnerabilidade não é um conceito estático. Para exemplificar, o autor cita que altos níveis de vulnerabilidade significam que uma população apresenta maiores riscos aos impactos negativos da seca. Por sua vez, o impacto de uma seca prolongada pode corroer a base de ativos dessa população, deixando-a mais vulnerável aos eventos de secas futuras, na ausência de medidas mitigadoras ou de preparação.

Uma forma de identificar as tendências e dinâmicas das secas é através da avaliação da vulnerabilidade à seca baseada em estudos de eventos de secas anteriores, considerando o histórico de observações de impactos locais.

Através deste método, Wheaton et al. (2008) desenvolveram um trabalho de avaliação dos impactos da seca de 2001 e 2002 para o Canadá, a fim de identificar os setores mais vulneráveis e determinar as medidas necessárias para melhorar a capacidade adaptativa da população. A metodologia adotada pelos autores baseou-se em análises de dados climáticos, hidrológicos, econômicos e de produção agrícola, correspondentes ao período de ocorrência desta seca. Para a avaliação das variáveis meteorológicas foram utilizados dados de temperatura, precipitação e evapotranspiração. Além disso, foi utilizado o Índice de Severidade de Seca de Palmer (PDSI), para a definição dos extremos de seca, tendências e extensão espacial. A análise dos impactos agrícolas foi fundamentada na avaliação do crescimento de culturas e nas perdas de produção. Já para a análise hidrológica, foram avaliados os níveis de reservatórios, córregos e pântanos. Por fim, também foram exploradas variáveis de impacto econômico, incluindo lucro líquido, falências, comércio e valor da produção.

Blauhut et al. (2015), também fundamentados em estudo de impactos de secas passadas, realizaram o mapeamento de setores com maior risco às secas na Europa. Para isto, os autores quantificaram a associação entre índice de seca e os impactos relatados de seca para quatro macrorregiões europeias. Como índice de seca foi utilizado o SPEI, já as informações sobre impactos de seca foram obtidas com base no *European Drought Impact report Inventory* (EDII), um banco de dados único que reúne diversos relatórios de impacto de secas de países europeus.

Além de ajudar a entender como as secas afetam determinada localidade, a avaliação das vulnerabilidades aos impactos das secas constitui etapa fundamental para a elaboração dos planos de convivência com as secas. A elaboração destes planos faz parte do conceito de gestão de risco e constitui o terceiro e último pilar para alcançar este modelo de gestão (DE NYS et al., 2016). De acordo com o NDMC (2020b), depois de monitorar, pesquisar impactos e definir opções de gestão, é necessário apresentar um plano detalhando de como reconhecer e responder à seca. Em muitos casos, pode ser apropriado usar gatilhos para graduar as ações de resposta de acordo com o nível de severidade da seca. Também é importante considerar o que pode ser feito para reduzir a vulnerabilidade de longo prazo à seca.

Algumas nações e estados já avançaram quanto ao monitoramento, estudos de vulnerabilidade e elaboração dos planos de preparação para as secas. O tópico a seguir destaca alguns destes exemplos de modelos de gestão de secas.

3.6 Modelos de gestão de secas

3.6.1 EUA

A seca é um problema recorrente para os EUA e ao longo dos anos resultou em diversos impactos econômicos, sociais e ambientais. De acordo com Wilhite et al. (2000), as condições de seca generalizadas que ocorreram em 1996, 1998 e 1999 foram importantes para enfatizar a vulnerabilidade e a necessidade de uma gestão de riscos mais proativa, com maior ênfase na preparação, planejamento e mitigação.

Dentro desse contexto, o Conselho de Coordenação da Seca Ocidental dos EUA desenvolveu um manual para ajudar indivíduos e organizações no processo de transição para a gestão de riscos. Neste guia são listadas cinco etapas que devem ser seguidas para

entender os riscos associados às secas e identificar as ações específicas que podem ser tomadas para reduzir estes riscos, a curto e longo prazo (KNUTSON et al., 1998). Estas etapas são: formação da equipe e aquisição de dados; avaliação dos impactos das secas; classificação dos impactos; avaliação das vulnerabilidades; identificação das ações apropriadas para reduzir o risco de secas.

Ainda de acordo com Knutson et al. (1998), este guia pode servir de base para a elaboração ou atualização de planos de contingência de seca.

O planejamento de secas baseado na gestão de risco também foi abordado por Wilhite et al. (2000). Neste trabalho, os autores revisaram o processo de planejamento de secas em 10 etapas elaborado por Whilite et al. (1991), a fim de dar maior ênfase à avaliação de risco e incentivar a elaboração dos planos de secas nos estados sem planos. Além disso, os autores também destacaram a necessidade de que os planos existentes fossem atualizados, visto que a maioria dos planos estaduais de seca estabelecidos durante a década de 1980 e início dos anos 1990 enfatizavam a resposta de emergência ou o gerenciamento de crises em vez da gestão de risco. As 10 etapas do planejamento foram atualizadas por Wilhite et al. (2014):

1. Nomear uma força-tarefa de seca;
2. Definir o propósito e os objetivos do plano de mitigação das secas;
3. Buscar participação das partes interessadas e resolver conflitos;
4. Elaborar o inventário de recursos financeiros disponíveis e identificar grupos de risco;
5. Preparar e escrever o plano de secas. Esta etapa deverá incluir três componentes primários: monitoramento, previsão e alerta precoce; avaliação de riscos e impactos; e mitigação e resposta.
6. Identificar a necessidade de pesquisas e preencher lacunas institucionais;
7. Integrar ciência e política;
8. Divulgar o plano de mitigação das secas e conscientizar a população;
9. Desenvolver programas educacionais;
10. Avaliar e revisar o plano de mitigação das secas.

Em 2010, a parceria entre o NDMC e algumas instituições resultou na elaboração do Guia de Preparação para a Seca, que tem como objetivo ajudar as comunidades nos EUA a aumentarem a resiliência à seca e reduzirem os impactos da seca. Este guia reúne 5

passos importantes destacados a seguir (SVOBODA et al., 2011):

1. Envolver uma seção transversal representativa da comunidade;
2. Saber como a seca os afetou no passado e como isso provavelmente os afetaria no futuro;
3. Criar um sistema para monitorar e comunicar sobre as condições de seca na comunidade;
4. Preparar e documentar um conjunto de ações a serem tomadas antes e em resposta a uma seca;
5. Educar o público sobre água, seca e plano de seca da comunidade.

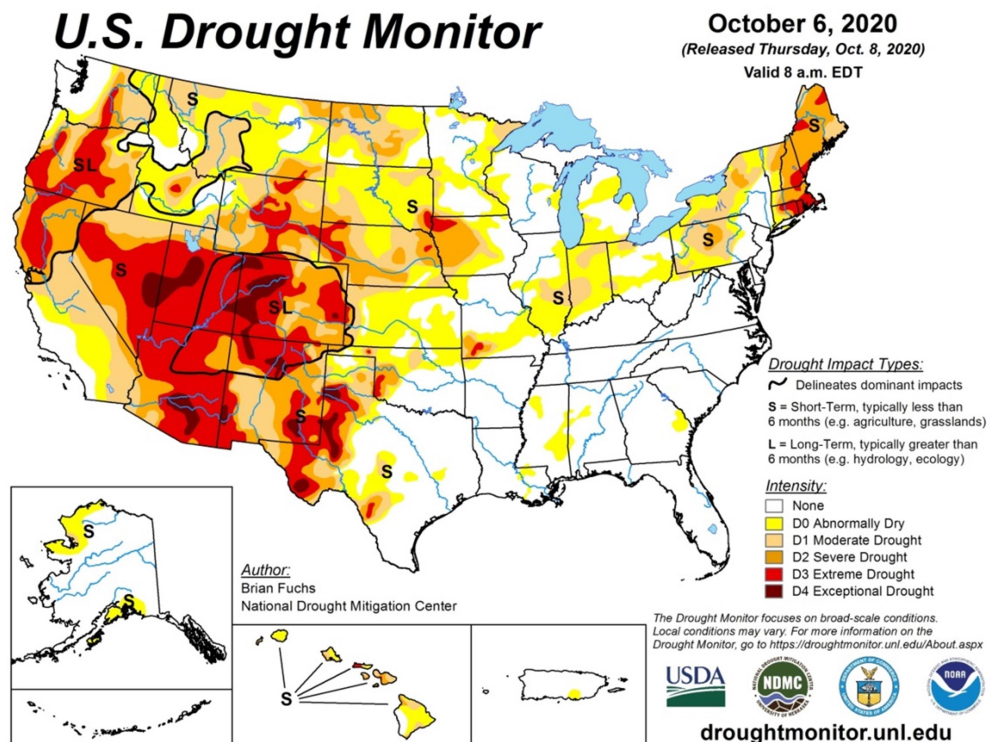
Baseados nestas iniciativas, os EUA avançaram no desenvolvimento de políticas de gestão de secas tornando-se referência para outros países. Atualmente, 47 estados possuem planos de preparação para as secas, o que corresponde a 94% da nação (NDMC, 2020b).

Outra importante iniciativa dos EUA foi a criação do *United States Drought Monitor* (USDM), em 1999, produzido por meio de uma parceria entre o Centro Nacional de Mitigação de Secas da Universidade de Nebraska - Lincoln (NDMC), o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos e a Administração Oceânica e Atmosférica Nacional. O USDM, Monitor de Secas dos EUA, é responsável pela elaboração do mapa semanal das condições de seca, que tem como objetivo informar a população onde a seca está ocorrendo, sua extensão espacial e severidade, e a escala de tempo dos impactos associados (NDMC, 2020c).

O mapa semanal do USDM é elaborado a partir de vários tipos de informações e produtos de todas as entidades e níveis de governo que lidam com a seca e em várias escalas de tempo. Estas informações incluem: precipitação, vazão, níveis de reservatório, temperatura e demanda evaporativa, umidade do solo, saúde da vegetação, relatórios de impacto da seca capturados de meios de comunicação e apresentados por cidadãos, e opinião local de mais de 400 indivíduos. O mapa final produzido a cada semana representa uma convergência de evidências ou um resumo das informações representadas por todos os dados (NDMC, 2020c).

A Figura 5 representa o mapa semanal do USDM publicado dia 06 de outubro de 2020.

Figura 5. Mapa semanal do Monitor de Secas dos Estados Unidos



Fonte: USDM, 2020c.

Diferente do adotado no MSB, o USDM possui tabelas de impactos distintas para os estados. Estas tabelas foram desenvolvidas a partir dos impactos observados em cada estado, para cada categoria do USDM, durante o surgimento de uma grande seca em 2005. Estes impactos foram obtidos do *Drought Impact Reporter* (DIR), um banco de dados abrangente de impactos de secas no país.

Os Quadros 2 e 3 a seguir correspondem a tabela de impactos para os estados da Califórnia e Georgia, respectivamente. Observa-se que para uma mesma categoria de secas diferentes impactos são esperados nestes dois estados. Isto ocorre porque, considerando o estudo de impactos de secas realizado, verificou-se que estes dois estados não experimentam o mesmo conjunto de impactos durante uma mesma seca, seja em função da disponibilidade hídrica do estado, existência de setores mais vulneráveis, maior resiliência às secas, entre outros fatores.

Quadro 2. Tabela de Impactos de Secas do estado da Califórnia (EUA)

Categoria	Impacto
D0	O solo está seco; necessidade de irrigação cedo; germinação da safra é atrofiada; início da temporada de incêndio; redução da visitação em resorts de inverno; a neve é mínima.
D1	O crescimento de pastagens é atrofiado; produtores fornecem ração suplementar ao gado; necessidade de irrigação de paisagismo e jardins; mudança nos padrões de vida selvagem; redução do nível de lagoas e riachos.
D2	Pastagens são inadequadas; os produtores aumentam os métodos de eficiência hídrica e optam por culturas resistentes à seca; necessidade de reforço das equipes de bombeiros, em virtude do prolongamento das estações de incêndios, alta intensidade de queima, aumento dos combustíveis secos e grande extensão espacial do fogo; aumento do turismo vinícola; declínio do turismo em pontos turísticos de lagos e rios; aumento das doenças de vida selvagem; aumento da temperatura da água; necessidade de programas para proteção dos peixes; redução da vazão dos rios; queda de níveis de reservatórios.
D3	Aumento do custo para alimentação de animais; cavalos e gado são vendidos; árvores frutíferas brotam cedo, sendo necessário iniciar a irrigação; outorgas para a irrigação são comprometidas; fechamento das operações de laticínios; as temporadas de incêndio duram o ano todo; proibição de queimas; aumento da procura pelos serviços de perfuração de poços; queda da taxa de sobrevivência dos peixes; animais selvagens invadem áreas urbanizadas; aumento dos usos ilegais da água; aumento dos programas de incentivo à conservação da água; restrições de uso da água são implementadas; redução da qualidade e quantidade de água disponível para uso urbano, agricultura e vida selvagem; restrições de energia hidrelétrica.
D4	Queda da produção de vegetais; aumento dos custos para combate a incêndios florestais; atividades recreativas são afetadas; resgate e realocação de peixes; aumento da proliferação de pragas; morte de animais selvagens; aumento do desemprego na agricultura; necessidade de ajuda alimentar para as famílias afetadas; a má qualidade do ar afeta a saúde; redução da produção

	de energia hidrelétrica; escassez de água generalizada; aumento do preço da água; necessidade de perfurar poços profundos; redução da qualidade da água;
--	--

Fonte: Adaptado de USDM, 2020c.

Quadro 3. Tabela de Impactos de Seca do estado da Georgia (EUA)

Categoria	Impactos
D0	Redução da umidade superficial do solo; atraso do plantio; aumento do risco de incêndio.
D1	Aumento da vulnerabilidade das colheitas; necessidade de irrigação de jardins e gramados; níveis de riachos e reservatórios estão baixos; aumento da temperatura da água; aumento do estresse das árvores.
D2	Safras são afetadas; redução da produção de feno; necessidade de ração para alimentação do gado; plantio atrasado; ações de educação para conservação de água; pequenos riachos secam; rios estão muito baixos; árvores começam a morrer.
D3	Pastagens são perdidas; são implementadas proibições de queima externa; setor de paisagismo é afetado; perdas econômicas no setor agrícola; rios e tanques de gado estão secos; poços começam a secar; são impostas obrigações de conservação da água.
D4	Setor agrícola sofre grande impacto econômico; alto risco de incêndio; aumento de pragas; alta mortalidade de árvores; redução da produção de energia hidrelétrica.

Fonte: Adaptado de USDM, 2020c

3.6.2 México

As secas são fenômenos recorrentes no México, isto ocorre porque maior parte do território mexicano apresenta características de aridez e baixa disponibilidade hídrica. Nas últimas duas décadas, muitos estados do país vivenciaram episódios de seca, particularmente em 2011 quando houve a pior seca desde 1941, resultando em diversos impactos severos (CONAGUA, 2014).

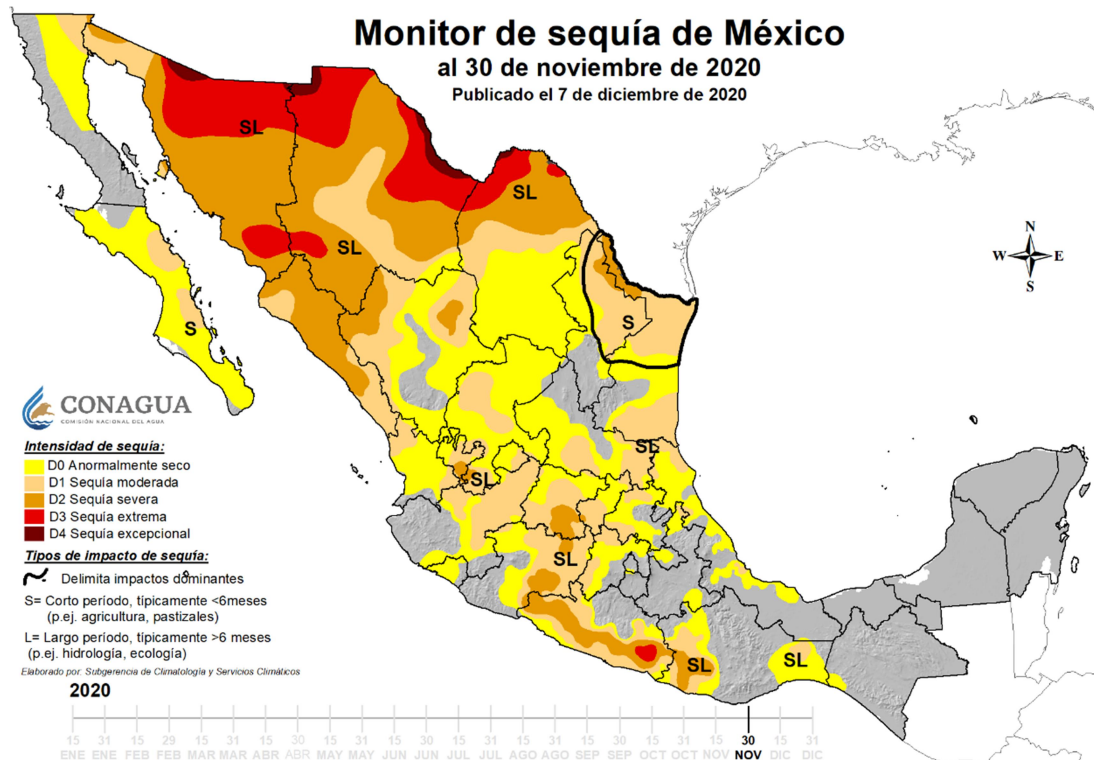
Diante destas circunstâncias, autoridades responsáveis passaram a desenvolver programas de gestão de secas, baseadas em ações preventivas. A exemplo, a implementação da "Estratégia de Cuidado dos Estados Afetados pela Seca", em 2011, e o "Acordo instruindo ações para mitigar os efeitos de seca através de vários entes federados", em 25 de janeiro de 2012 (CONAGUA, 2014).

Em 2013, foi desenvolvido o Programa Nacional de Seca (PRONACOSE), programa que objetiva desenvolver ações de monitoramento, mitigação e prevenção do fenômeno recorrente das secas no território mexicano. Este programa é administrado pelo governo federal do México, através da Comissão Nacional de Água (CONAGUA), e foi idealizado por um grupo de instituições, que inclui universidades públicas, agências governamentais, bem como especialistas nacionais e internacionais (CONAGUA, 2014).

No ano seguinte, em 2014, o México deu mais um passo importante para a gestão das secas. Neste ano, o Monitor de Secas do México (MSM) passou a ter caráter nacional, com produção de mapas de monitoramento em escala quinzenal. Destaca-se que desde o ano de 2002, o MSM já fazia parte das atividades do Monitor de Secas da América do Norte (NADM) (CONAGUA, 2020).

Na Figura 6 observa-se o mapa quinzenal do MSM para 30 de novembro de 2020. A representação do MSM também é baseada no USDM e segue as mesmas categorias de secas, cores e definições de linhas de impactos.

Figura 6. Mapa quinzenal do Monitor de Secas do México



Fonte: CONAGUA, 2020.

A tabela de impacto do MSM é única para todo o país, e foi criada a partir de impactos definidos pelo NADM. O Quadro 4 a seguir traça os impactos para as categorias de secas do MSM. Observa-se que os impactos se assemelham aos estabelecidos na tabela de impactos do MSB, com exceção dos riscos de incêndio, que não estão listados como prováveis impactos de secas no Brasil. Isto ocorre porque, assim como no Brasil, a tabela de impactos do MSM foi elaborada a partir do exemplo do USDM e não é adaptada para a realidade local.

Quadro 4. Tabela de Impactos de Seca do MSM

Categoria	Impacto
D0	No início do período de seca: devido à seca de curta duração, pode causar atrasos na semeadura das safras anuais; limitação do crescimento das safras ou pastagens e há risco de incêndios. No final do período de seca: podem persistir déficits de água; pastagens ou colheitas podem não se recuperar totalmente.
D1	Há alguns danos às plantações e pastagens; há alto risco de incêndios; níveis baixos em rios, córregos, reservatórios, valas e poços; sugere-se a restrição voluntária do uso da água.

D2	Prováveis perdas em lavouras ou pastagens, alto risco de incêndio; a falta de água é comum; restrições devem ser impostas ao uso de água.
D3	Grandes perdas em lavouras e pastagens; o risco de incêndios florestais é extremo; as restrições ao uso da água são generalizadas devido à sua escassez.
D4	Perdas excepcionais e generalizadas de colheitas ou pastagens; risco excepcional de incêndios; falta total de água em reservatórios, riachos e poços; uma situação de emergência é provável devido à falta de água.

Fonte: CONAGUA, 2020.

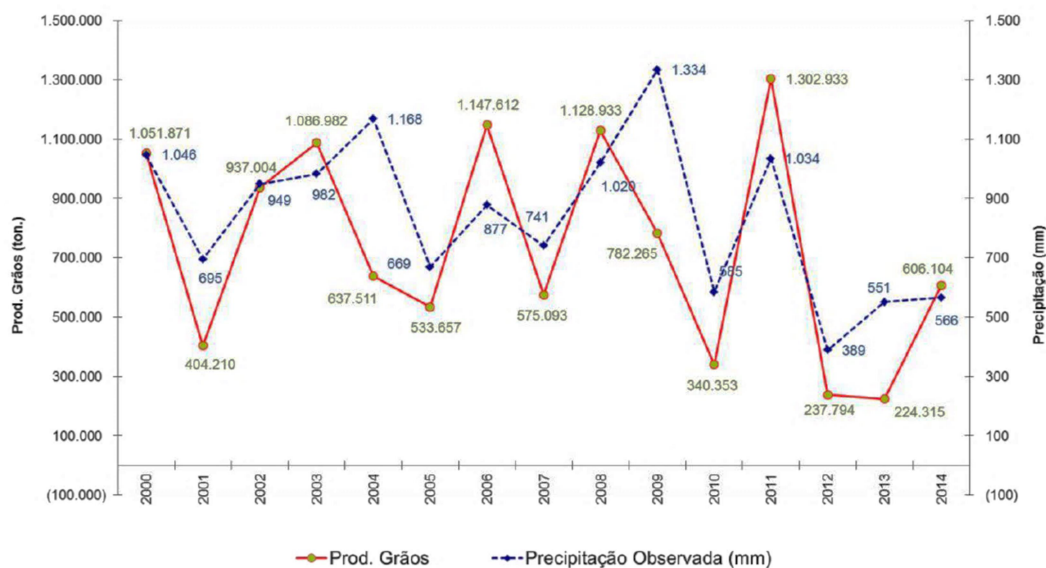
3.6.3 Ceará, Brasil

O estado do Ceará possui boa parte do território inserido na região do semiárido, como consequência, eventos de secas são recorrentes para o estado. Em resposta a estes eventos, os tomadores de decisão se articularam para desenvolver políticas de gestão de secas, de forma a reduzir a vulnerabilidade da população frente aos impactos da seca. Em 2015, o estado do Ceará, em parceria com o Governo Federal, elaborou o Plano de Convivência com a Seca, que teve o objetivo de promover o desenvolvimento sustentável e a convivência com a seca no estado (CASTRO, 2018).

O plano é subdividido em três partes: diagnóstico da situação hídrica; avaliação dos impactos das secas e dos possíveis cenários futuros; e definição das ações de convivência com as secas a serem implementadas.

A análise de impactos de secas foi realizada para o período entre o ano de 2000 e 2014, com foco principal nos impactos decorrentes da seca plurianual 2012-2014. Neste estudo foi investigada a associação existente entre os indicadores de precipitação e a produção de grãos (ex.: milho, feijão, mamona), a fim de identificar se houve perda de produção associadas a déficits de precipitação. Os resultados desta análise estão apresentados na Figura 7, onde se observa que a produção agrícola segue a mesma tendência dos índices de precipitação. Além disso, verifica-se também que nos anos caracterizados por precipitação abaixo da média histórica, que corresponde a 804,9mm, (2007, 2010, 2012, 2013 e 2014) ou muito acima desse valor (2004 e 2009), ocorre uma queda significativa na safra de grãos (CEARÁ, 2015).

Figura 7. Produção de Grãos (Ton.) e Precipitação Pluviométrica: Ceará, 2000/2014.



Fonte: CEARÁ, 2015.

Além da produção agrícola, também foram avaliados outros dados como renda, pobreza, saúde, segurança alimentar e entre outros. Estas análises serviram de fundamento para definir as ações que seriam executadas nos anos seguintes, tanto em caráter emergencial, como em caráter estruturante e complementar.

As ações emergenciais caracterizam-se como políticas de curto prazo, voltadas para o atendimento imediato das populações em situação de vulnerabilidade. Já as ações estruturantes representam o conjunto de políticas públicas de médio e longo prazo, de caráter permanente, que buscam fortalecer a segurança hídrica, alimentar e a sustentabilidade econômica. Por fim, as ações complementares correspondem ao conjunto de políticas públicas que possuem a função de reforçar as medidas emergenciais e estruturantes (CEARÁ, 2015). O Quadro 5 reúne as principais ações definidas no Plano de Convivência com as Secas do estado do Ceará.

Quadro 5. Ações do Plano de Convivência com as Secas (Ceará)

Ações Emergenciais	Ações Estruturantes	Ações Complementares
Instalação e manutenção de adutoras	Ampliação do sistema de abastecimento	Avanço da transposição do rio São Francisco
Operação de carros-pipas	Construções de barragens	Renegociação de dívidas do Programa Nacional de Agricultura Familiar

		(PRONAF)
Instalação de poços	Obras de transferência hídrica	Assistência aos irrigantes dos perímetros irrigados federais
Benefícios sociais	Ações de controle da demanda de água	Ampliação do Programa Garantia Safra

Fonte: Adaptado de Ceará, 2015.

As ações traçadas no Plano de Convivência com as Secas do Estado do Ceará também foram sintetizadas em seis eixos de atuação, de forma a facilitar o melhor acompanhamento sobre a efetividade das políticas implementadas. Foram definidos os seguintes eixos: 1) Gestão Institucional Integrada; 2) Conhecimento e Inovação; 3) Segurança Hídrica; 4) Segurança Alimentar; 5) Sustentabilidade Econômica; e 6) Benefícios Sociais (CEARÁ, 2015).

3.7 Gestão de secas no estado de Sergipe

Em Sergipe, ações foram desenvolvidas ao longo dos anos a fim de dar assistência à população atingida pelos impactos da seca, algumas destas ações são destacadas por Rocha (2017):

- Programa Água Doce: Programa criado em 2003 e implementado no estado de Sergipe em 2017. Tem como objetivo fornecer água em qualidade adequada para o consumo humano, através da instalação de 33 sistemas de dessalinização nos municípios da região Semiárida do estado de Sergipe (Canindé do São Francisco, Carira, Monte Alegre, Nossa Senhora da Glória, Poço Redondo, Poço Verde, Tobias Barreto e Simão Dias).
- Perfuração de poços tubulares, construção de cisternas rurais e pequenas aguadas, para o atendimento de água para consumo humano nas comunidades rurais.
- As barragens, inicialmente para uso exclusivo de irrigação, foram destinadas prioritariamente para o abastecimento humano.

Além destas ações estruturantes, destaca-se também a atuação do Departamento Estadual de Proteção e Defesa Civil (Depec) no atendimento a municípios impactados pela

seca. O Depec atua, principalmente, no abastecimento emergencial de água para consumo humano e animal, através de caminhão pipa. Esta ação é determinada a partir das decretações de situação de emergência nos municípios sergipanos.

Diferente do conceito de seca abordado até aqui, o Depec faz distinção entre as definições de estiagem e seca, para traçar as ações de assistência às vítimas destes eventos. De acordo com Castro et al. (2003), as estiagens resultam da redução das precipitações pluviométricas, do atraso dos períodos chuvosos ou da ausência de chuvas previstas para uma determinada temporada. Este fenômeno produz reflexos sobre as reservas hidrológicas locais, causando prejuízos à agricultura e à pecuária. Ainda de acordo com os autores, os impactos das estiagens na sociedade resultam da relação entre o evento natural e as atividades socioeconômicas desenvolvidas na região, por isso a intensidade dos danos gerados é proporcional à magnitude do evento adverso e ao grau de vulnerabilidade da economia local ao evento. Já as secas são definidas como uma estiagem prolongada, caracterizada por provocar redução das reservas hídricas existentes.

Esta diferença de conceitos de secas adotados por instituições diferentes gera conflitos no entendimento das secas no estado de Sergipe, uma vez que o conceito de estiagem, adotado pelo Depec, considera a vulnerabilidade local. Já o MSB, por outro lado, adota o conceito de seca física, baseado apenas em fatores naturais. Apesar desta divergência entre conceitos, destaca-se que a Secretaria Nacional de Defesa Civil (Sedec), do Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR), adota como parâmetro para o reconhecimento federal de situação de emergência e/ou estado de calamidade pública por seca o município que se encontra classificado, no mínimo, na categoria seca fraca do Monitor de Secas (BRASIL, 2020).

Em 2018, o estado de Sergipe passou a atuar no processo de validação do mapa do MSB, sendo este um passo importante para a implantação da gestão de riscos no estado. Na validação do mapa do MSB, a equipe responsável, a qual a autora deste trabalho faz parte, busca utilizar o maior número de informações disponíveis a fim de verificar se a categoria de seca definida no mapa do MSB condiz com a realidade do estado. Até a data de elaboração desta dissertação de mestrado, são utilizados como informações e produtos de apoio no processo de validação:

- FMP preenchidos por observadores parceiros, geralmente integrantes da Empresa de Desenvolvimento Agropecuário de Sergipe (EMDAGRO) e da

Defesa Civil do estado;

- Anomalias de precipitação mensal, trimestral, semestral, anual e bienal;
- Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI);

Dentre os principais desafios do processo de validação, destaca-se a necessidade de distinguir impactos decorrentes da seca física, representada pelo mapa do MSB, e os impactos locais da seca. Isto ocorre porque a tabela de impactos de seca do mapa do MSB é a mesma para todo país. Já os impactos de secas que são vivenciados pela população podem variar de estado para estado, e até de município para município, visto que, como já discutido anteriormente, impactos de secas podem ser minimizados pela eficiência hídrica da região, políticas de assistência aos agricultores, desenvolvimento econômico da região, entre outros fatores.

De maneira complementar, o processo de validação do mapa do MSB conta com o preenchimento mensal dos FMP's por parte dos observadores locais. Estes formulários possuem espaço destinado ao relato dos impactos agrícolas e hidrológicos percebidos nos municípios do estado de Sergipe, a exemplo de perdas agrícolas, redução de pastagens e restrições no uso da água. No entanto, frequentemente estes formulários não são preenchidos adequadamente, existe inconstância no número de FMP's recebidos e até a data de elaboração deste trabalho, em média, apenas 22 municípios participam deste processo.

Além disso, a estrutura do formulário também apresenta desafios, sobretudo no item relacionado aos impactos hidrológicos. Nestes formulários são indicadas, pelos observadores locais, as ocorrências de restrições do uso da água associadas à redução de níveis de reservatórios. Todavia, trata-se de uma informação generalizada, que não considera a quantidade de reservatórios existentes, capacidade de armazenamento destes reservatórios, existência de sistema de abastecimento público, entre outras informações relevantes. Assim, é importante que a equipe validadora tenha conhecimento da infraestrutura hídrica da região e de como este setor é impactado pelas secas, de forma a identificar se os impactos relatados são decorrentes das secas ou de problemas associados à gestão dos recursos hídricos no município.

Desta forma, torna-se evidente a necessidade de estudar como os impactos de secas são sentidos em territórios do estado, a fim de identificar as vulnerabilidades, contribuir

para o processo de validação do mapa do Monitor de Secas e para o entendimento das secas no estado.

4 ÁREA DE ESTUDO

4.1 Divisões territoriais

O estado de Sergipe, que está localizado na parte ocidental da região Nordeste do Brasil, entre os paralelos 9°31'54" e 11°34'12" de latitude sul e os meridianos 36°24'27" e 38°11'20" de longitude oeste. Em termos territoriais é o menor estado do país, com área igual a 21.925,4 Km² e população estimada em 2.318.822 habitantes (IBGE, 2020).

Em 2007, os 75 municípios que fazem parte deste estado foram agrupados em oito unidades espaciais de planejamento, visando nivelar as diferentes regiões do estado sergipano, a partir da articulação local (SERGIPE, 2017). Esses territórios são: Agreste Central; Alto Sertão; Baixo São Francisco; Centro-Sul; Grande Aracaju; Leste Sergipano; Médio Sertão; e Sul Sergipano, como mostra a Figura 8.

Figura 8. Divisões territoriais do estado de Sergipe



Fonte: SERGIPE, 2008a.

Os municípios que compõem cada um desses oito territórios foram agrupados de acordo com aspectos comuns como economia, meio ambiente, aspectos culturais e características fisiográficas. Os tópicos a seguir destacam as particularidades de cada território:

- **Agreste Central:** Localiza-se no centro-noroeste do estado de Sergipe, sendo formado por quatorze municípios (Areia Branca, Campo do Brito, Carira, Frei Paulo, Itabaiana, Macambira, Malhador, Moita Bonita, Nossa Senhora Aparecida, Pedra Mole, Pinhão, Ribeirópolis, São Domingos, São Miguel do Aleixo). Caracteriza-se pela presença de serras residuais e vegetação típica do ambiente de transição entre o litoral e o sertão. Na agropecuária destacam-se a criação de

bovinos, galinhas, suínos e a produção de culturas temporárias como milho, feijão, mandioca e batata-doce (SERGIPE, 2008a).

- Alto Sertão: localiza-se à noroeste do estado de Sergipe e é composto por sete municípios (Canindé de São Francisco, Gararu, Monte Alegre de Sergipe, Nossa Senhora da Glória, Nossa Senhora de Lourdes, Poço Redondo e Porto da Folha). Este território apresenta solos rasos, pedregosos e secos em decorrência de déficits hídricos característicos da região. Na vegetação predomina as espécies arbóreas e herbáceas do bioma Caatinga, com grande presença da substituição da cobertura vegetal natural por pastagens. Em relação à agropecuária destacam-se a criação de bovinos, a produção de leite e a produção de culturas temporárias como milho e feijão (SERGIPE, 2008b).
- Baixo São Francisco: localiza-se no nordeste do estado de Sergipe e é constituído por quatorze municípios (Amparo de São Francisco, Brejo Grande, Canhoba, Cedro de São João, Ilha das Flores, Japoatã, Malhada dos Bois, Muribeca, Neópolis, Pacatuba, Propriá, Santana do São Francisco, São Francisco, Telha). A parte ocidental do território caracteriza-se pela presença de solos pouco profundos e pedregoso, característico da região semiárida, comumente utilizados para a agricultura temporária e pastagens. Mais ao centro o bioma predominante é a Mata Atlântica e em direção ao litoral observa-se a presença de planícies e dunas. Na agricultura destaca-se a cultura da cana-de-açúcar e do arroz (SERGIPE, 2008c).
- Centro-Sul: está localizado no centro-sul do estado de Sergipe, sendo formado por cinco municípios (Lagarto, Poço Verde, Riachão do Dantas, Simão Dias e Tobias Barreto). A cobertura vegetal deste território é típica de ambiente de transição entre litoral e sertão, com predominância da Caatinga hipoxerófila. Na agropecuária destacam-se a criação de bovinos e a produção de culturas temporárias como milho, feijão e mandioca (SERGIPE, 2008d).
- Grande Aracaju: localiza-se no centro-leste do estado de Sergipe, sendo formado por nove municípios (Aracaju, Barra dos Coqueiros, Itaporanga d'Ajuda, Laranjeiras, Maruim, Nossa Senhora do Socorro, Riachuelo, São Cristóvão e Santo Amaro das Brotas). Este território está assentado nas unidades geomorfológicas dos Tabuleiros Costeiros e da Planície Costeira, recobertos por vegetação de formações

do bioma Mata Atlântica. Em relação aos aspectos econômicos, a Grande Aracaju possui o maior Produto Interno Bruto (PIB) do estado, resultante da concentração do principal polo industrial, comercial e de serviços do estado. Na agricultura destaca-se a produção da cana-de-açúcar e coco-da-baía (SERGIPE, 2008e).

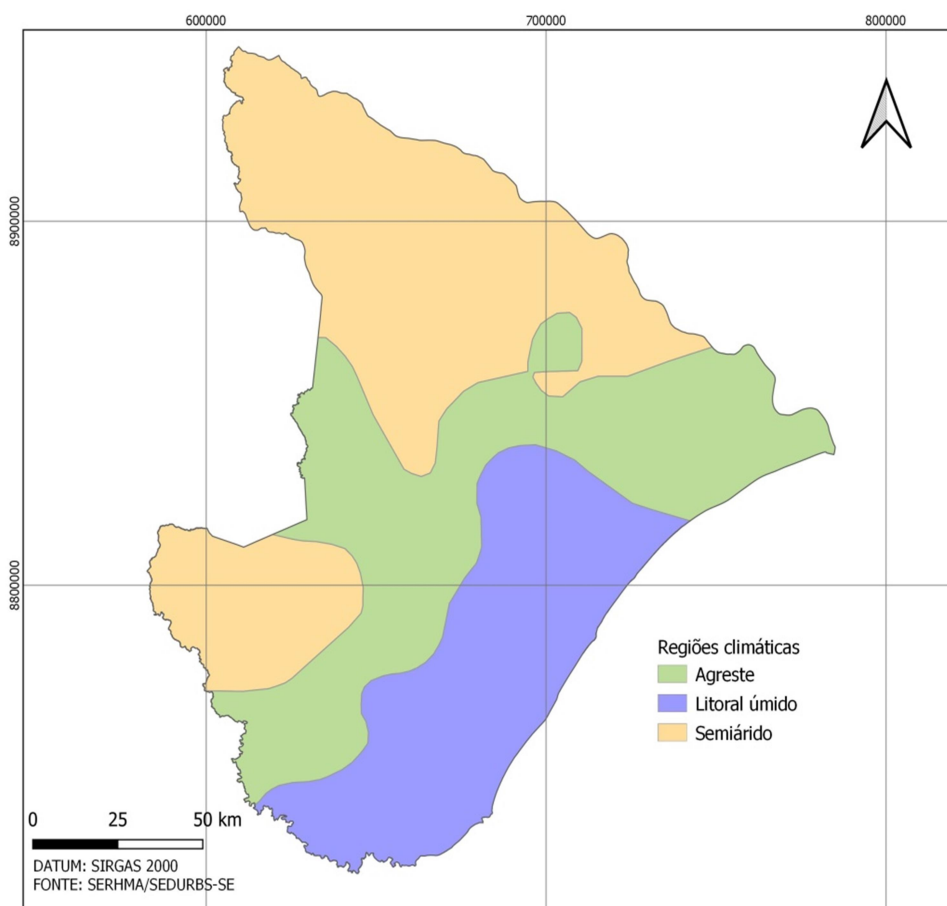
- Leste Sergipano: localiza-se no leste do estado de Sergipe e é formado por nove municípios (Capela, Carmópolis, Divina Pastora, General Maynard, Japaratuba, Pirambu, Rosário do Catete, Santa Rosa de Lima e Siriri). Está assentado nas unidades geomorfológicas dos Tabuleiros Costeiros e da Planície Litorânea e é recoberto por espécies vegetais de ecossistemas associados ao bioma Mata Atlântica, com presença de manguezais, praias e dunas. Em relação ao setor econômico, este território apresenta expressiva participação no PIB industrial do estado de Sergipe, em decorrência da presença de grandes empreendimentos econômicos, a exemplo das usinas de açúcar e álcool, e a extração de petróleo, gás natural e outros recursos minerais. Na agricultura destaca-se a produção de milho, cana-de-açúcar e mandioca (SERGIPE, 2008f).
- Médio Sertão: localiza-se no meio-norte sergipano e é formado por seis municípios (Aquidabã, Cumbe, Feira Nova, Graccho Cardoso, Itabi e Nossa Senhora das Dores). Está compreendido na transição entre o Agreste e o Sertão. A cobertura vegetal predominante é de espécies arbóreas e herbáceas do bioma Caatinga, com grande parte da cobertura vegetal original substituída por pastagens. Na agricultura destacam-se a criação de gado, a produção de leite e os cultivos temporários do milho, feijão e mandioca (SERGIPE, 2008g).
- Sul: localiza-se no sul do estado de Sergipe, sendo formado por onze municípios (Araúá, Boquim, Cristinápolis, Estância, Indiaroba, Itabaianinha, Pedrinhas, Salgado, Santa Luzia do Itanhi, Tomar do Geru e Umbaúba). A cobertura vegetal é caracterizada por formações do bioma Mata Atlântica. Em relação à agricultura destacam-se a criação de bovinos e a produção de culturas temporárias como milho, mandioca, feijão, amendoim e fumo (SERGIPE, 2008h).

4.2 Divisões climáticas

Os oito territórios sergipanos também são diferenciados quanto à distribuição de

precipitação, uma vez que a pluviosidade e a evapotranspiração variam espacialmente ao longo dos territórios. Quanto a este aspecto, o estado de Sergipe está dividido em três zonas climáticas distintas: agreste, litoral úmido e semiárido, conforme se observa na Figura 9.

Figura 9. Mapa de divisões climáticas do estado de Sergipe



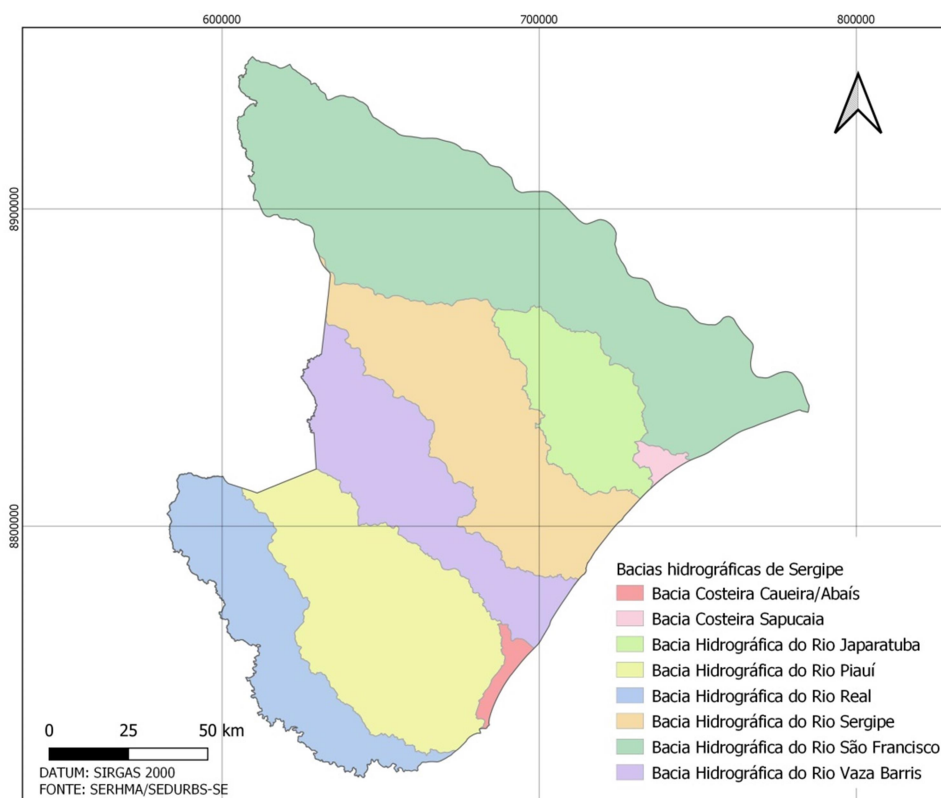
Fonte: SERHMA, 2012.

A região Agreste caracteriza-se pelo clima de transição semiárida, com precipitações entre 700 e 900 mm anuais. A região Litoral é marcada pelo clima de transição subúmida, com precipitações totais acima de 1 000 mm anuais. Por fim, a região semiárida caracteriza-se por grande deficiência hídrica, uma vez que as precipitações concentram-se entre 500 e 600 mm, com apenas dois ou três meses favoráveis às atividades agrícolas (SEAGRI, 2020a). O principal período chuvoso do estado de Sergipe se concentra entre os meses de abril e julho, em que ocorre a quadra chuvosa do estado (SILVA, 2007).

4.3 Hidrografia do estado de Sergipe

Em relação à hidrografia, o estado de Sergipe é drenado por oito bacias hidrográficas, que estão representadas na Figura 10.

Figura 10. Bacias Hidrográficas do estado de Sergipe.



Fonte: SERHMA, 2012.

Estas bacias hidrográficas diferem-se uma das outras quanto à área de drenagem, disponibilidade hídrica e usos preponderantes. A seguir destacam-se características principais de cada bacia hidrográfica do estado de Sergipe:

- Bacia do Rio São Francisco: maior e mais importante bacia hidrográfica do estado de Sergipe, possui área de drenagem de 7.184 Km² e compõe a bacia federal do Rio São Francisco (SEAGRI-SE, 2020b). Em termos de disponibilidade hídrica, esta bacia possui disponibilidade global de aproximadamente 20,4 bilhões de m³/ano, na foz (SERGIPE, 2010). Quanto aos usos preponderantes, destacam-se: abastecimento de água; diluição de efluentes domésticos; agricultura irrigada, com destaque para o sistema de irrigação platô de Neópolis, no município de Neópolis, e

os sistemas Jacaré - Curitiba e Califórnia, localizados no território do Alto Sertão. Além disso, destacam-se ainda os usos da água para a pesca; a aquicultura; ecoturismo; navegação; e exploração da hidroeletricidade através da Companhia Hidrelétrica do São Francisco (CHESF) (BARBOSA et al., 2019).

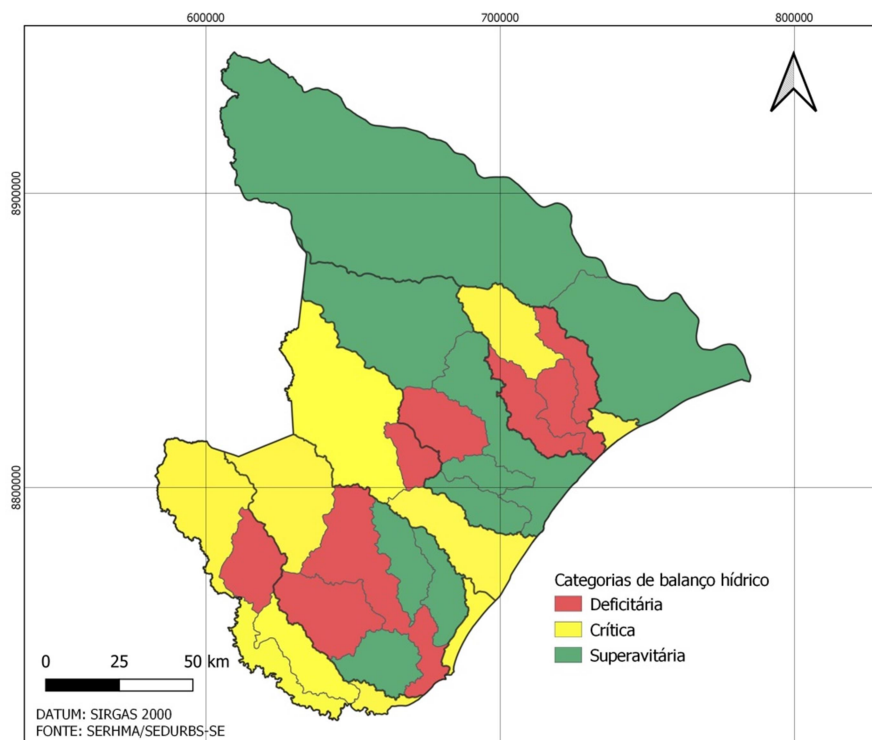
- Bacia do Rio Japaratuba: está totalmente incluída no território sergipano, com área total de 1.840 Km² (SEAGRI-SE, 2020b) e disponibilidade hídrica global de 18.320.647 m³/ano (SERGIPE, 2010). Em relação ao uso da água, possui a irrigação como principal uso, seguido do abastecimento humano, indústria e pecuária (SERGIPE, 2015a).
- Bacia do Rio Piauí: possui área total de 4.175 Km². Em termos de disponibilidade hídrica, esta bacia possui vazão global equivalente a 41.364.990 m³/ano (SERGIPE, 2010). O uso principal é o abastecimento humano, seguido do abastecimento industrial e da pecuária (SERGIPE, 2015b).
- Bacia do Rio Sergipe: possui área total de 3.720 Km² e também está totalmente incluída no território sergipano (SEAGRI-SE, 2020b). A disponibilidade hídrica global equivale a 129.184.913 m³/ano (SERGIPE, 2010). O uso principal é o abastecimento humano, seguido da irrigação, indústria e pecuária (SERGIPE, 2015c).
- Bacia do Rio Vaza Barris: possui nascente no estado da Bahia e área de drenagem no território sergipano igual a 3.050 Km² (SEAGRI-SE, 2020b). Quanto à disponibilidade hídrica, a vazão disponível para o estado corresponde a 40.879.200 m³/ano (SERGIPE, 2010). Os usos preponderantes são diluição de esgotos domésticos, abastecimento animal, abastecimento humano e irrigação (CARVALHO, 2010).
- Bacia do Rio Real: localizada na divisa entre Sergipe e Bahia, com área de 2.500 Km² no território sergipano. A vazão disponível para o estado de Sergipe é de 17.814.890 m³/ano (SERGIPE, 2010). Em relação aos usos preponderantes, Barbosa et al. (2019) destacam a irrigação, mineração, atividades industriais, consumo humano e animal e a pesca.
- Bacias costeiras: a bacia costeira Sapucaia situa-se no município de Pirambu,

enquanto a bacia costeira Caueira-Abaís localiza-se na área de abrangência dos municípios de Itaporanga d'Ajuda e Estância. (BARBOSA et al., 2019). Estas bacias possuem áreas de drenagem iguais a, respectivamente, 118 Km² e 163,4 Km². Em relação à disponibilidade hídrica, estas duas bacias juntas somam a vazão equivalente a 5.450.400 m³/ano (SERGIPE, 2010). Quanto aos usos, Barbosa et al. (2019) destacam o turismo e a atividade de pesca.

De acordo com o Plano Estadual dos Recursos Hídricos de Sergipe (PERH-SE), elaborado em 2010, a bacia do Rio São Francisco possui a maior demanda hídrica por bacia, que corresponde à metade da demanda hídrica total do estado. A segunda maior demanda hídrica corresponde à bacia hidrográfica do Rio Sergipe, sobretudo porque nesta unidade localiza-se o território da Grande Aracaju, que concentra importantes demandas da bacia (SERGIPE, 2010).

O PERH-SE também definiu o balanço hídrico entre disponibilidade e demanda hídrica nas unidades de planejamento que compõem cada bacia hidrográfica do estado. A disponibilidade hídrica foi determinada a partir da vazão medida nas estações fluviométricas da rede hidrometeorológica da ANA. Já as demandas hídricas foram obtidas a partir de dados de outorgas da SERHMA (SERGIPE, 2010). Na Figura 11, é apresentado o resultado do balanço hídrico classificado em três categorias: deficitária, crítica e superavitária.

Figura 11. Categorias de balanço hídrico das bacias hidrográficas do estado de Sergipe.



Fonte: adaptado de Sergipe, 2010.

Observa-se situação superavitária para a bacia hidrográfica do Rio São Francisco, em maior parte da bacia hidrográfica do Rio Sergipe e em menor parte da bacia hidrográfica do Rio Piauí. As unidades de planejamento consideradas críticas encontram-se nas bacias dos rios Real, Piauí, Vaza Barris, Japarutuba e nas Bacias Costeiras. Para este estudo, foram consideradas como áreas críticas as unidades de planejamento com saldos positivos compreendidos entre 95,0 e 5,0 L/s. Estas unidades podem mudar rapidamente para a condição de deficitárias, em virtude do crescimento da demanda e a manutenção das disponibilidades verificadas. Por fim, foram observadas condições deficitárias em maior parte da bacia do Rio Japarutuba e em menor parte das bacias do Rio Piauí, Rio Real e Rio Sergipe (SERGIPE, 2010).

4.4 Secas no estado de Sergipe

De acordo com o atlas brasileiro de desastres naturais, desenvolvido pelo Centro universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres da Universidade Federal de Santa Catarina (CEPED-UFSC), entre 1991 e 2012 ocorreram 345 registros oficiais de estiagem

e seca no estado de Sergipe. Maior parte destes desastres foi registrada na mesorregião Sertão Sergipano (região de clima semiárido), que apresentou 194 registros abrangendo 15 municípios. Destes, os municípios de Poço Redondo e Porto da Folha apresentaram maior número de registros (22), seguidos pelos municípios de Canindé de São Francisco, Gararu, Nossa Senhora da Glória e Monte Alegre que registraram entre 18 e 16 ocorrências. Na mesorregião Agreste Sergipano foram 18 municípios atingidos, totalizando 84 ocorrências de desastres por estiagens e secas. Por fim, a mesorregião Leste Sergipana apresentou 67 registros destes eventos (CEPED-UFSC, 2013).

Mais recente, o estado de Sergipe passou por uma longa e severa seca, que resultou em impactos econômicos e sociais difíceis de serem quantificados. O período de maio a agosto de 2016 apresentou balanço pluviométrico extremamente negativo, traduzindo-se em déficit hídrico grave de longo período. Os efeitos desta seca se estenderam até o ano seguinte, de forma que, em abril de 2017 vinte e nove municípios já tinham decretado estado de emergência, representando uma população atingida de quase 450 mil pessoas (ROCHA, 2017). Destes municípios, maior parte concentra-se na região de clima semiárido.

Historicamente, as ações de convivência às secas no estado de Sergipe foram de caráter reativo, com ações emergenciais e de resposta a estes eventos. Assim, a participação do estado de Sergipe no Monitor de Secas representa um avanço na gestão de secas e o primeiro passo para alcançar a gestão de risco no estado. Apesar deste avanço, ainda é necessário progredir quanto aos estudos de impactos e planos de preparação.

Verifica-se que no estado de Sergipe as secas são mais recorrentes na região de clima semiárido e, portanto, esta região necessita de maior atenção quanto ao desenvolvimento de ações de convivência com estes eventos. Desta forma, o presente trabalho teve como área de estudo os territórios sergipanos que estão localizados na região de clima semiárido ou de transição para este clima, sendo estes: Agreste Central, Alto Sertão e Centro-Sul. Identificaram-se impactos de secas (agrícola e hidrológico) associados às categorias de secas definidas pelo MSB e as precipitações anuais, para estes três territórios do estado. O tópico a seguir destaca o processo metodológico adotado para este estudo.

5 MATERIAIS E MÉTODOS

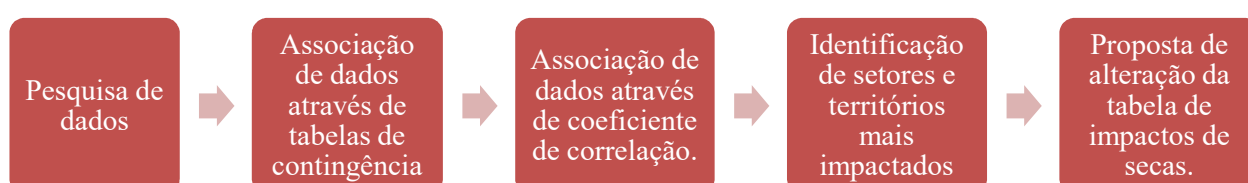
A avaliação de impactos das secas proposta neste trabalho foi desenvolvida a partir da associação e correlação entre as categorias de secas definidas pelo MSB para o estado de Sergipe, variáveis meteorológicas e os impactos agrícolas e hidrológicos registrados no período de julho de 2014 a dezembro de 2020.

Estudos anteriores desenvolvidos para o estado de Sergipe analisaram variáveis meteorológicas (SANTOS et al, 2021; SANTOS, 2021; SANTOS, 2012). No entanto estes trabalhos não tiveram como foco estudar os territórios individualmente. Do mesmo modo, autores já estudaram a relação entre precipitação e agropecuária para no Nordeste e no estado de Sergipe (Pereira 2018; Lucena et al, 2013), porém sem relacionar com as categorias de seca do Monitor de Secas. Por isto, neste estudo além de considerar as categorias de seca do monitor, buscou-se dividir o estudo em territórios.

A definição das variáveis meteorológicas e dos impactos de secas foi realizada para os territórios do estado de Sergipe localizados nas regiões de clima semiárido e na transição para este clima (Alto Sertão, Agreste Central e Centro-Sul), a fim de determinar como os impactos de secas são observados nestes territórios. Para fins de organização e simplificação, os dados necessários para esta pesquisa foram adquiridos por município e, posteriormente, agrupados por território.

A associação entre as categorias de severidade de seca e as variáveis meteorológicas e de impactos de seca foi realizada por meio de método estatístico de associação entre variáveis qualitativas, descrito no item 5.2. Para isso, foi necessário categorizar as variáveis meteorológicas e de impactos de secas, a fim de compatibilizar com a variável categoria de seca, definida pelo Monitor de Seca. Adicionalmente, foi determinada a correlação entre a precipitação anual dos territórios e os impactos de seca, conforme descrito no item 5.3. As etapas dessa pesquisa são apresentadas nos itens a seguir. Adicionalmente, a Figura 12 destaca as etapas de elaboração desta pesquisa.

Figura 12. Fluxograma de etapas da pesquisa



5.1 Pesquisa de dados

5.1.1 Categorias de severidade de seca

O MSB disponibiliza mensalmente o mapa de categorias de severidade de seca das regiões que fazem parte do processo de monitoramento. Estes mapas podem ser acessados diretamente da página oficial do Monitor de Secas, e estão disponíveis nos formatos de imagem, documento e em *shapefile*. Este último formato contém informações geoespaciais e pode ser explorado em um Sistema de Informação Georreferenciada (SIG).

O mapa do MSB não possui divisões políticas e não determina as categorias de severidade de seca a nível municipal e regional. Portanto, neste estudo foi necessário adicionar os limites dos municípios do estado de Sergipe no mapa mensal do Monitor de Secas, a fim de definir as categorias de severidade de seca para os territórios do estado. Para isto, foi utilizado o software Qgis®, o arquivo dos limites municipais para o estado de Sergipe no formato *shapefile*, obtido do Atlas Digital disponibilizado na página oficial da SERHMA/SE, e o mapa mensal do monitor de secas também em formato *shapefile*.

O software Qgis® é um exemplo de um SIG de código aberto e licenciado, desenvolvido pela *Open Source Geospatial Foundation* (OSGeo), uma organização não governamental sem fins lucrativos que busca promover o desenvolvimento de tecnologias e dados geoespaciais abertos. Por se tratar de um software acessível, o Qgis® é uma ferramenta amplamente utilizada no meio acadêmico.

Foram definidas as categorias de severidade de seca para três dos oito territórios do estado de Sergipe no período de julho de 2014 a dezembro de 2020. Para os territórios que coincidiram com a transição de categorias de secas e, por isso, apresentaram duas categorias de secas, foi considerada a categoria de seca mais severa para o território, a fim de não prejudicar o município em pior situação quando forem adotados os planos e medidas de ação em relação à seca.

No total, foram utilizadas seis categorias de secas possíveis para representar a seca da região, sendo estas a categoria “sem seca” e as demais categorias definidas pelo Monitor de Secas: seca fraca; seca moderada; seca grave; seca extrema; e seca excepcional.

5.1.2 Precipitação

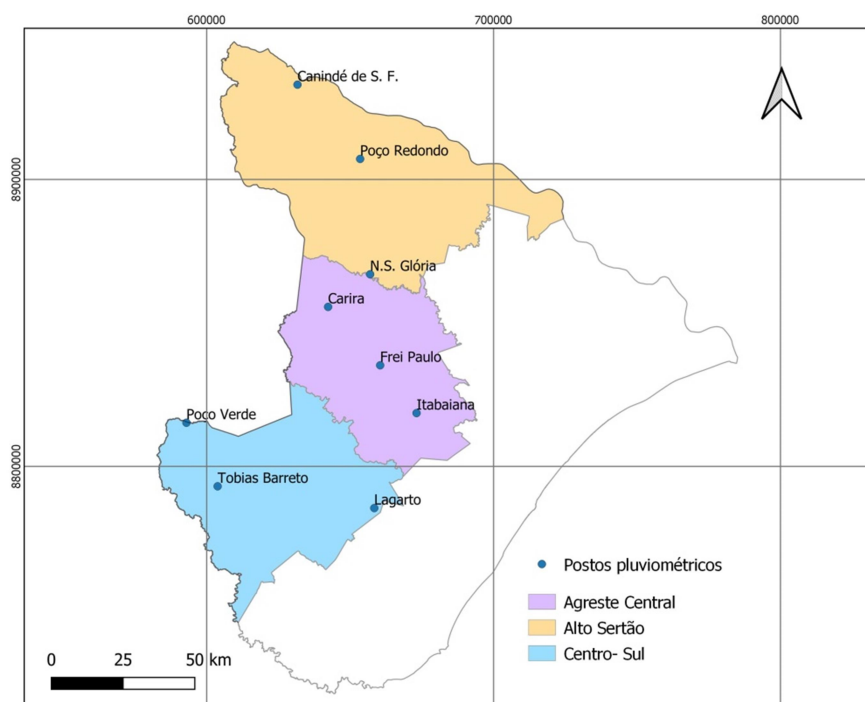
A SERHMA, através do Centro de Análises, Previsão do Tempo e Clima,

Meteorologia e Mudanças Climáticas (CMT), realiza o monitoramento pluviométrico de municípios do estado de Sergipe. Atualmente existem 31 postos pluviométricos em funcionamento, que fornecem a precipitação acumulada mensal para os municípios monitorados.

Para este estudo, foram solicitados à SERHMA dados pluviométricos mensais para os municípios de Sergipe que possuem estação de monitoramento, no período de julho de 2014 a dezembro de 2020.

Foram selecionados 9 postos pluviométricos, 3 em cada região estudada, conforme Figura 12. O critério utilizado na seleção dos postos foi o número de falhas, uma vez que só foram utilizados postos com pouca ou nenhuma falha.

Figura 13. Localização dos postos pluviométricos da área de estudo.



Fonte: SERHMA, 2012.

As precipitações observadas em cada mês foram comparadas com as normais esperadas para o estado de Sergipe, determinadas pela SERHMA, com base na análise da série histórica dos municípios monitorados. Estes dados são disponibilizados pela SERHMA por meio dos boletins pluviométricos mensais publicados no site oficial desta instituição. Foram calculados os desvios de precipitação trimestral e semestral a fim de determinar os seguintes intervalos de desvio de precipitação: ≤ -50 ; $(-50, -30]$; $(-30, -10]$; $(-$

10, 10]; >10. Estes intervalos foram escolhidos de forma que não fossem obtidas células com frequência esperada muito baixa, o que prejudicaria a aplicação do teste estatístico, como detalhado no tópico 5.2.

Posteriormente, foi calculada a precipitação média ($P_{méd}$) anual, para os territórios estudados, utilizando o método dos polígonos de Thiessen, descrito por Tucci (2001).

De acordo com Tucci (2001), a metodologia desenvolvida por Thiessen consiste em:

1. Ligar os postos pluviométricos por trechos retilíneos;
2. Traçar linhas perpendiculares aos trechos retilíneos passando pelo meio da linha que liga os dois postos;
3. Prolongar as linhas perpendiculares até encontrar outra. O polígono é formado pela intersecção das linhas, correspondendo à área de influência de cada posto;
4. A precipitação média é calculada pela Equação 2:

$$P_m = \frac{1}{A} \sum A_i P_i \quad (2)$$

Onde A_i é a área de influência do posto i ; P_i é a precipitação registrada no posto i ; e A é a área total do território.

Foi determinada a precipitação anual para os três territórios em estudo, no período 2000-2020, a fim de posteriormente obter a correlação com outros dados anuais de impactos de seca.

5.1.3 Temperatura

Os dados de temperatura foram obtidos do Sistema de Monitoramento Agrometeorológico (Agritempo). Este sistema reúne dados de diversas instituições em uma plataforma online que pode ser acessada por qualquer usuário. Além de fornecer informações climáticas de diversos municípios brasileiros, o sistema também alimenta a Rede Nacional de Agrometeorologia (RNA) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) a fim de orientar o zoneamento agrícola brasileiro.

Na Tabela 2 é possível observar os municípios inseridos na área de estudo que são monitorados pelo Agritempo.

Tabela 2. Municípios monitorados pelo Agritempo, para a área de estudo.

Município	Latitude	Longitude	Altitude (m)
Canindé de São Francisco	-9,75	-38,0	147
Carira	-10,25	-37,75	296
Itabaiana	-10,75	-37,5	199
Monte Alegre de Sergipe	-10,0	-37,75	405
Nossa Senhora da Glória	-10,25	-37,5	272
Nossa Senhora de Lourdes	-10,0	-37,0	453
Poço Verde	-10,75	-38,25	248
Pinhão	-10,5	-37,75	210
Riachão do Dantas	-11,0	-37,75	292
Ribeirópolis	-10,5	-37,5	251
Simão Dias	-10,75	-38,0	52
Tobias Barreto	-11,25	-38,0	3

Fonte: Agritempo, 2021.

Através do Agritempo foram obtidos dados diários de temperatura máxima (T_{máx}), temperatura mínima (T_{mín}) e temperatura média (T_{méd}) de municípios do estado de Sergipe, para o período de julho de 2014 a dezembro de 2020. Os dados diários de temperatura obtidos foram transformados em dados mensais, a fim de compatibilizar com as demais variáveis meteorológicas utilizadas neste estudo.

Os dados de T_{máx} e T_{mín} foram utilizados para estimar a evapotranspiração de referência dos municípios do estado, conforme descrito no item a seguir. Já a T_{méd} mensal foi associada com as categorias de secas do Monitor de Secas.

Para fins de aplicação das tabelas de contingência (item 5.2), foram definidas quatro classes de intervalos para a T_{méd}: $\leq 25^{\circ}\text{C}$; (25°C , 26°C]; (26°C , 27°C]; $> 27^{\circ}\text{C}$. Estes intervalos foram definidos de forma que não fossem obtidos células com baixa frequência esperada, a fim de não prejudicar a aplicação dos testes estatísticos.

5.1.4 Evapotranspiração

A evapotranspiração de referência (E_{To}), originalmente introduzida sob o termo evapotranspiração potencial (ETP), além de ser um importante parâmetro

agrometeorológico para o planejamento e manejo de irrigação, também é considerada elemento climático de demanda hídrica, podendo ser aplicado em estudos meteorológicos, climatológicos e hidrológicos (CARVALHO et al., 2011). Existem diversos métodos para a estimativa da ETo, no entanto, muitas vezes a dificuldade de se obter informações para alimentar estes modelos acaba sendo fator limitante.

Em virtude da dificuldade de obter dados para cálculos de evapotranspiração que requerem informações de umidade do solo, entre outras, para os municípios do estado de Sergipe esta variável foi estimada através do método definido por Hargreaves e Samani (1985), cujo dado utilizado para o cálculo é a temperatura. A escolha da metodologia fundamentou-se em trabalhos acadêmicos que obtiveram resultados satisfatórios na estimativa de evapotranspiração para a região Nordeste do Brasil utilizando este método (por exemplo ARRAES et al., 2016; SOUSA et al., 2010; BARROS et al., 2009). Além disso, trata-se de uma metodologia simples que depende de poucas variáveis. Ressalta-se que apesar da facilidade de uso, este método tem como limitação superestimar o valor de ETo em climas úmidos e a subestimar para condições de alta velocidade do vento (ZANETI et al., 2018).

O método para estimativa de evapotranspiração de Hargreaves e Samani (1985) é definido pela Equação 3 a seguir:

$$ET_o = 0,0023(T_{\text{méd}} + 17,8)(T_{\text{máx}} - T_{\text{mín}})^{0,5}R_a \quad (3)$$

Em que:

ET_o : evapotranspiração de referência em mm/dia

R_a : radiação solar no topo da atmosfera em mm/dia.

Para este estudo, os valores de R_a foram obtidos da tabela de radiação solar para o hemisfério sul elaborada pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa (2005), apresentada no Anexo I. Além disso, a evapotranspiração de referência calculada em mm/dia foi transformada em mm/mês, a fim de compatibilizar com as categorias de secas no Monitor de Secas, que são definidas mensalmente.

Os valores de evapotranspiração de cada mês foram comparados com as normais de evapotranspiração de referência para o estado de Sergipe, obtidas pela SERHMA, com base na análise de dados históricos. Estes dados são disponibilizados pela SERHMA no

site oficial desta instituição. Para aplicação da tabela de contingência foram determinadas as seguintes classes de intervalo de evapotranspiração: ≤ -10 ; $(-10, 10]$; $(10, 30]$; >30 . Assim como para as demais variáveis meteorológicas, os intervalos de desvio de evapotranspiração foram escolhidos de forma que não fossem obtidas células com frequência esperada muito baixa, o que prejudicaria a aplicação dos testes estatísticos.

5.1.5 Impactos de secas

No Brasil, o MSB busca identificar impactos decorrentes da seca física, especialmente como este fenômeno afeta a agricultura de sequeiro e o uso da água na região monitorada. Por esta razão, este trabalho se concentrará em estudar estes dois tipos de impactos: agrícola e hidrológico.

5.1.5.1 Impactos agrícolas

Para a identificação dos impactos agrícolas, foram obtidos dados de produção de grãos do Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA), que realiza o monitoramento das safras anuais dos municípios do Brasil. Para este estudo, foram consultadas as produções anuais de milho e feijão, uma vez estas são as principais culturas de sequeiro produzidas na região agreste e semiárida do estado de Sergipe.

Os dados obtidos por município foram agrupados, a fim de obter a safra anual em toneladas para cada um dos três territórios em estudo. Por se tratar de dados anuais, foi necessário ampliar o período de estudo pré-estabelecido, de forma possibilitar o cálculo do coeficiente de correlação. Desta forma, os dados consultados correspondem ao período 2006-2020.

Adicionalmente, foi consultado no sistema de acompanhamento do programa garantia-safra, da Secretaria Especial de Agricultura Familiar e do Desenvolvimento Agrário (SEAD), o número de pessoas aderidas anualmente a este programa nos municípios do estado de Sergipe.

O programa garantia-safra é regido pela Lei 10.420/2002, com vista a garantir renda mínima para segurança alimentar de pequenos agricultores que tenham sofrido perda (devidamente comprovada) em razão de estiagem ou excesso hídrico de pelo menos 50% (cinquenta por cento) da produção de feijão, milho, arroz, mandioca ou algodão

(MENESES, 2013). Para fazer uso deste recurso os beneficiários devem ter adesão ao Fundo Garantia-Safra e estarem situados em municípios que se tenha verificado perdas de safras.

Foram levantados dados municipais do programa garantia-safra de 2006 a 2019, que posteriormente foram agrupados por território. Estes dados foram correlacionados com as precipitações anuais, a fim de identificar aumento ou redução no número de pessoas atendidas em função do agravamento das secas.

Por fim, buscou-se identificar como as pastagens são afetadas pela seca nos territórios estudados. Em virtude da dificuldade de obter dados de monitoramento de pastagens, foram utilizadas informações de pecuária, também disponibilizados no SIDRA. Foram consultados dados do rebanho bovino e produção de leite de 2000 a 2019 e posteriormente correlacionados com a precipitação anual.

5.1.5.2 Impactos hidrológicos

O estado de Sergipe possui 111 reservatórios cadastrados no Sistema Nacional de Informação sobre Segurança de Barragens (SNISB), conforme Apêndice G. Destes 111 reservatórios 28 estão localizados no Alto Sertão, 18 no Agreste Central e 8 no Centro-Sul.

Dentro da área de estudo deste trabalho existem 11 reservatórios monitorados. Oito destes foram criados pelo Departamento Nacional de Obras Contra as Secas – DNOCS, como parte da estratégia de combate aos efeitos da seca no estado de Sergipe e são monitorados pela ANA, por meio do Sistema de Acompanhamento de Reservatórios (SAR). São estes: Alagadiço, Algodoeiro, Carira, Coité, Glória, Itabaiana, Lagoa do Racho e Ribeirópolis.

Adicionalmente, a SERHMA realiza o monitoramento de três reservatórios localizados na área de estudo: barragem do Jabiberi, barragem Governador Dionísio Machado e barragem Governador João Alves Filho. Os dados de monitoramento destes reservatórios estão disponíveis no Portal de Recursos Hídricos do estado de Sergipe, que é integrado à SERHMA.

Foram levantados informações sobre volume hídrico mensal de julho de 2014 a dezembro de 2020 destes 11 reservatórios monitorados, a fim de verificar se houve impacto hidrológico em decorrência da seca nos territórios do estado de Sergipe.

A fim de possibilitar a associação com as categorias de secas do Monitor de Secas

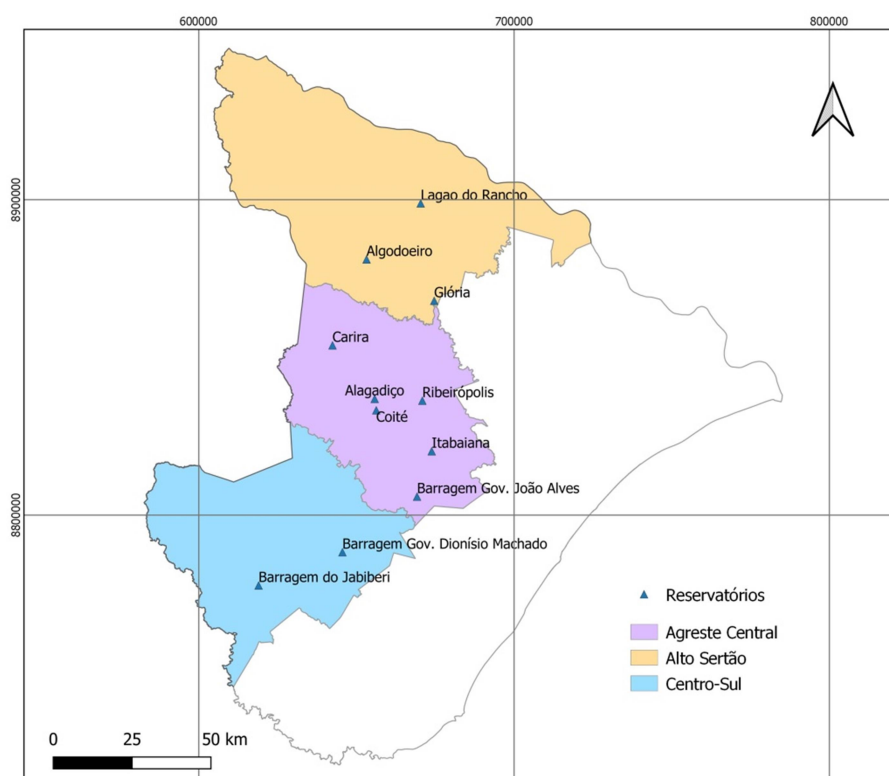
foram estabelecidas categorias de situação hídrica destes reservatórios, seguindo a classificação definida pela SERHMA, apresentada na no Quadro 6. Adicionalmente, a Figura 13 indica a localização dos 11 reservatórios estudados.

Quadro 6. Classificação da situação hídrica dos reservatórios monitorados.

Normal	Acima de 50% do volume útil
Atenção	Entre 30% e 50% do volume útil
Alerta	Entre 10% e 30% do volume útil
Emergência	Abaixo de 10% do volume útil

Fonte: Adaptado de SERHMA, 2020.

Figura 14. Localização dos reservatórios monitorados.



Fonte: SERHMA, 2012.

Os reservatórios Alagadiço e Coité estão localizados no município de Frei Paulo (Agreste Central) e possuem, respectivamente, 1,062 hm³ e 0,82 hm³ de capacidade. Ambos estão inseridos na bacia do Rio Vaza Barris e possuem como uso principal a dessedentação animal.

Ainda no Agreste Central estão localizados os reservatórios Ribeirópolis, Itabaiana e Carira, que possuem capacidade igual a 0,92 hm³, 2,71 hm³ e 0,82 hm³, respectivamente, e também possuem como uso preponderante dessedentação animal. Além destes, no Agreste Central também se encontra a barragem Governador João Alves Filho, localizada entre os municípios de Itabaiana e Campo do Brito, com capacidade total igual a 14,54 hm³. O uso principal deste reservatório é o abastecimento público dos municípios de Itabaiana, Campo do Brito, Macambira, São Domingos e povoados e a irrigação do perímetro Poção da Ribeira. Estes quatro reservatórios estão inseridos na bacia hidrográfica do Rio Sergipe.

Os reservatórios Algodoeiro e Glória estão localizados no município de Nossa Senhora da Glória (Alto Sertão) e possuem capacidade igual a 1,86 hm³ e 0,58hm³, respectivamente. Já o reservatório Lagoa do Rancho está localizado no município de Porto da Folha, também no Alto Sertão, e possui 1,61 hm³ de capacidade. Os três reservatórios estão inseridos na bacia hidrográfica do Rio São Francisco e possuem a dessedentação animal como uso preponderante.

No Centro-Sul existem dois reservatórios monitorados: a barragem Governador Dionísio Machado, localizada no município de Lagarto e a barragem do Jabiberi, localizada no município de Tobias Barreto. A barragem de Lagarto possui 15 hm³ de capacidade, está inserida na bacia hidrográfica do Rio Piauí e possui como uso principal o abastecimento humano, sendo esta responsável por 80% do abastecimento público de água neste município, além de contribuir para o abastecimento do município de Simão Dias e povoados. Já a barragem do Jabiberi possui capacidade igual a 4,3 hm³, está inserida na bacia hidrográfica do Rio Real e também possui como uso principal o abastecimento humano.

Além dos dados de reservatórios, foram obtidas informações sobre do abastecimento público dos territórios em estudo, através do Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento (SNIS), que realiza o acompanhamento anual da situação do saneamento básico dos municípios do Brasil.

Do SNIS foram obtidos o volume anual micromedido dos municípios inseridos na área de estudo e o índice de abastecimento de água destes municípios. O volume micromedido é o volume de água medido nos hidrômetros, desconsiderando as perdas do sistema de abastecimento de água, os volumes transportados para outras regiões e o volume utilizado na manutenção do sistema de abastecimento público. Desta forma, este

indicador é um dado importante para esta pesquisa, pois reflete o volume efetivamente utilizado pela população, podendo indicar, por exemplo, se houve aumento ou redução de consumo em anos secos, em decorrência de rodízios e interrupções no fornecimento de água.

Os dados sobre abastecimento público municipal disponibilizados pelo SNIS são anuais, o que impossibilita a associação com as categorias de severidade de secas mensais definidas pelo Monitor de Secas. Assim, estes foram correlacionados com a precipitação anual médias dos três territórios estudados.

De maneira complementar, o índice de abastecimento público indica o percentual da população de cada município e território que possui acesso ao sistema público de abastecimento de água. Com este indicador foi possível identificar qual território ou município possui o menor índice de abastecimento e, portanto, depende de sistemas alternativos, como captação de água da chuva, poços artesianos e abastecimento com caminhão pipa.

Por fim, foram levantados dados sobre o abastecimento emergencial com caminhão pipa nos municípios inseridos na área de estudo. As informações foram disponibilizadas pelo 28º Batalhão dos Caçadores do Exército Brasileiro e pelo Depec, que atuam fornecendo água para o abastecimento humano e animal em povoados do estado de Sergipe afetados pela seca. Não foi possível obter dados para todo o período de estudo estabelecido, por isso, não foi possível associar as informações de abastecimento emergencial com as categorias de seca e com a precipitação anual dos territórios. No entanto elaboram-se gráficos e tabelas com as informações do abastecimento emergencial, de forma a visualizar quais municípios e territórios são mais assistidos com estes programas emergenciais.

O abastecimento de água com caminhão pipa é feito através de programa emergencial desenvolvido pelo Ministério do Desenvolvimento Regional em parceria com as prefeituras e o Exército Brasileiro, com vistas a atender a população impactada pela seca na região semiárida do Brasil. Em Sergipe este programa é coordenado pelo 28º Batalhão dos Caçadores do Exército Brasileiro (28ºBC).

O Depec atua de forma complementar ao 28ºBC, fornecendo água através de caminhões pipa para povoados sergipanos afetados pela seca, que não estão inseridos no programa do 28ºBC.

Em levantamento feito em 2020, o Depec identificou que 63 povoados necessitam

de abastecimento emergencial e não estão inseridos no programa do 28ºBC, este número corresponde a população estimada em 2.992 pessoas em situação de vulnerabilidade hídrica. Todos os povoados estão localizados no Alto Sertão, em maior número no município de Porto da Folha (22 povoados), seguido do município Canindé de São Francisco (21 povoados), Poço Redondo (17 povoados) e Monte Alegre de Sergipe (3 povoados) (DEPEC, 2020).

5.2 Associação entre categorias de severidade das secas, variáveis meteorológicas e impactos das secas

A associação entre as categorias de severidade de seca, variáveis meteorológicas e impactos das secas foi realizada a partir de tabelas de contingências e da determinação do coeficiente de contingência.

5.2.1 Tabelas de Contingência

Tabelas de contingência são utilizadas para determinar a associação entre variáveis qualitativas (BUSSAB e MORETTIN, 2010; OGLIARI e ANDRADE, 2005). Na Tabela 3 observa-se um exemplo de tabela de contingência de duas variáveis A e B, em um grupo de n elementos. Em que n_{11} é a frequência observada de elementos que pertencem à categoria A_1 e B_1 simultaneamente. Já os valores $n_{i.} = \sum_{j=1}^s n_{ij}$, $n_{.j} = \sum_{i=1}^r n_{ij}$ e $n_{..} = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^s n_{ij}$ representam totais de linhas, totais de colunas e total geral, respectivamente, em que r é o total de categorias para a variável A e s para a variável B (OGLIARI e ANDRADE, 2005).

Tabela 3. Exemplo genérico para Tabela de Contingência

A	B				Totais
	B_1	B_2	...	B_s	
A_1	n_{11}	n_{12}	...	n_{1s}	$n_{1.}$
A_2	n_{21}	n_{22}	...	n_{2s}	$n_{2.}$
.	.	.	...	.	.
A_r	n_{r1}	n_{r2}	...	n_{rs}	$n_{r.}$
Totais	$n_{.1} = \sum_{i=1}^r n_{i1}$	$n_{.2} = \sum_{i=1}^r n_{i2}$	...	$n_{.s} = \sum_{i=1}^r n_{is}$	$n_{..} = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^s n_{ij}$

Fonte: Adaptado de Ogliari e Andrade, 2005.

Para aplicação neste estudo, as linhas da tabela de contingência corresponderam às categorias de secas do Monitor de Secas, já as colunas corresponderam às variáveis meteorológicas e os impactos de secas. Como maior parte dos dados de impactos de secas pesquisados foram quantitativos, para aplicação da tabela de contingência foram definidos intervalos de valores. Cada classe de intervalo de valor correspondeu a uma coluna da tabela de contingência.

Para facilitar a interpretação da tabela de contingência, foram adicionadas as frequências relativas dos totais de colunas.

Foram elaboradas tabelas de contingência para três territórios do estado, para associar as seguintes variáveis:

- categorias de secas x desvio de precipitação;
- categorias de secas x temperatura média;
- categorias de secas x desvio de evapotranspiração;
- categorias de secas x níveis de reservatórios;

Após determinar a associação entre variáveis por meio da tabela de contingência, foi testada a significância da associação entre duas variáveis. O teste adequado para essa situação é o teste do qui-quadrado (χ^2), que funciona como uma medida da distância entre as frequências observadas e as frequências esperadas da tabela de contingência e é determinado pela Equação 5:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^s \frac{(O_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}} \quad (5)$$

Onde:

O_{ij} : frequência observada;

E_{ij} : frequência esperada, definida pela equação 6.

$$E_{ij} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^r O_{ij} \sum_{j=1}^s O_{ij} \quad (6)$$

No teste de associação de variáveis devem-se formular as hipóteses, que é constituída da hipótese nula (H_0) e a hipótese alternativa (H_1), onde H_0 é a negação do

que se deseja provar e H1 é aquilo que se deseja provar, podendo ser formuladas como:

H0: As duas variáveis são independentes.

H1: Existe associação entre as duas variáveis.

Se a população seguir a distribuição utilizada na hipótese, χ^2 terá, aproximadamente, uma distribuição qui-quadrado com $(r - 1)(s - 1)$ graus de liberdade. A hipótese de independência é rejeitada se o valor observado da estatística de teste χ^2 exceder $\chi^2_{\alpha, (r-1)(s-1)}$, em que α é o nível de significância para o teste estatístico, (MONTGOMERY e RUNGER, 2014). Para este estudo, adotou-se $\alpha=0,05\%$.

Ao aplicar este método, deve-se observar a magnitude das frequências esperadas. Caso estas frequências esperadas sejam muito pequenas, a estatística de teste χ^2 não refletirá o desvio entre o observado e o esperado, mas apenas a pequena magnitude das frequências esperadas. Não há acordo geral sobre o valor mínimo de frequências esperadas, mas valores de 3, 4 e 5 são amplamente utilizados como mínimos. Alguns escritores sugerem que uma frequência esperada poderia ser tão pequena quanto 1 ou 2, desde que a maioria deles exceda 5. Caso uma frequência esperada for muito pequena, poderá ser feita a combinação com a frequência esperada em um intervalo de classe adjacente, assim, as frequências observadas correspondentes também deverão ser combinadas (MONTGOMERY e RUNGER, 2014).

5.2.2 Coeficiente de Contingência

Determinada a associação entre variáveis, foi determinada a força desta associação através do Coeficiente de Contingência de Pearson (C). Para este estudo, o Coeficiente de Contingência foi determinado conforme sugerido por Ogliari e Andrade (2005) e Morettin e Bussab (2010), em que C é calculado pela Equação 7 a seguir:

$$C = \sqrt{\frac{\chi^2}{\chi^2 + n}} \quad (7)$$

Onde:

χ^2 : é a estatística do Qui-quadrado

n : número total de observações

O valor de C pode variar entre 0 e 1, quanto mais próximo de 1 maior é a associação entre as variáveis. No entanto, Ogliari e Andrade (2005) destacam que quando existe uma associação perfeita, o coeficiente C não atinge 1. Por isso, para corrigir este inconveniente, deve-se calcular o Coeficiente de Contingência corrigido (C*), de acordo com a Equação 8 a seguir:

$$C^* = \frac{C}{\sqrt{(t-1)/t}} \quad (8)$$

Onde t é mínimo entre o número de linhas e o número de colunas da tabela de contingência. Para este estudo adotou-se como coeficiente de contingência o valor corrigido (C*).

O Quadro 7 classifica o coeficiente de contingência de acordo com a intensidade:

Quadro 7. Valores de C e respectiva intensidade da associação

C*	Associação
0,0 a 0,29	Fraca
0,30 a 0,69	Moderada
0,70 a 1	Forte

Fonte: Reis, 2021.

5.3 Coeficiente de Correlação de Pearson

Os dados de abastecimento público e de produção agrícola e pecuária estão disponibilizados em período anual, o que impossibilita a associação com as categorias mensais do Monitor de Secas. Com isto, estes dados anuais serão correlacionados com a precipitação média anual de cada território, conforme estabelecido no tópico 5.1.2.

Para determinar a correlação entre as variáveis anuais, será utilizado o Coeficiente de Correlação linear de Pearson (r). Este coeficiente é indicado para correlacionar duas variáveis quantitativas e é determinado através da Equação 9 (BARBERETA, 2002):

$$r = \frac{n \cdot \Sigma(X.Y) - (\Sigma X) \cdot (\Sigma Y)}{\sqrt{n \cdot \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2} \cdot \sqrt{n \cdot \Sigma Y^2 - (\Sigma Y)^2}} \quad (9)$$

Em que:

n – tamanho da amostra

X – variável independente

Y – variável dependente

O coeficiente de correlação será tão mais próximo de 1 (ou -1) quanto mais forte for a correlação nos dados observados. O sinal + ou – indicará se a correlação é positiva ou negativa, ou seja, se as duas variáveis são diretamente ou inversamente correlacionadas. O Quadro 8 indica a classificação da intensidade de correlação para o coeficiente r , definida por Callegari_Jacques (2003), para aplicação em estudos de bioestatística.

Quadro 8. Valores de r e respectiva intensidade da correlação

$ r $	Correlação
0.0	Nula
[0.0, 0.3)	Fraca
[0.3, 0.6)	Regular
[0.6, 0.9)	Forte
[0.9, 1.0)	Muito Forte
1.0	Plena ou perfeita

Fonte: Callegari-Jacques, 2003.

A partir deste método as seguintes variáveis foram correlacionadas para o período anual:

- Precipitação x produção de grãos (milho e feijão);
- Precipitação x pessoas atendidas com o garantia-safra;
- Precipitação x rebanho bovino;
- Precipitação x produção de leite;
- Precipitação x volume de água micromedido.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1 Variáveis meteorológicas

6.1.1 Precipitação

- a) Agreste Central

Para o território Agreste Central, no período de estudo, foram verificadas apenas duas ocorrências da categoria “sem seca”. Por conta da baixa observação, a categoria “sem seca” foi agrupada à categoria “seca fraca”, a fim de possibilitar a aplicação do teste do qui-quadrado. Nas Tabelas 4 e 5 observam-se as tabelas de contingências das categorias de seca do Monitor de Secas para o Agreste Central e dos desvios de precipitação trimestral e semestral, respectivamente.

Tabela 4. Tabela de Contingência das categorias de seca e dos desvios de precipitação trimestral (em %) para o território Agreste.

Categoria de Seca	≤ -50	$(-50, -30]$	$(-30, -10]$	$(-10, 10]$	> 10	Total
Sem Seca ou Seca Fraca	12	1	6	11	39	69
Seca Moderada	6	3	6	10	35	60
Seca Grave	9	18	11	6	7	51
Seca Extrema	13	4	4	4	2	27
Seca Excepcional	18	3	0	0	0	21
Total	58	29	27	31	83	228

Tabela 5. Tabela de Contingência das categorias de seca e dos desvios de precipitação semestral (em %) para o território Agreste.

Categoria de Seca	≤ -50	$(-50, -30]$	$(-30, -10]$	$(-10, 10]$	> 10	Total
Sem Seca ou Seca Fraca	4	1	9	9	37	60
Seca Moderada	6	4	6	6	38	60
Seca Grave	0	13	11	10	17	51
Seca Extrema	8	17	2	0	0	27
Seca Excepcional	15	6	0	0	0	21
Total	33	41	28	25	92	219

Para as categorias “sem seca ou seca fraca” e “seca moderada” o maior número de observações foi de desvios de precipitação trimestral e semestral acima de 10%, ou seja, para essas categorias são mais recorrentes precipitações acima do normal.

Para dos desvios trimestrais, a seca grave teve maior observação na categoria entre 50% e 30% abaixo do esperado. Para as demais categorias de seca o maior número de observação foi de desvios de precipitação $\leq -50\%$, ou seja, para essas categorias de seca são mais recorrentes precipitações 50% abaixo do normal.

Já nos desvios semestrais na seca grave a maior frequência foi na categoria 10% acima do normal, na seca extrema ficou entre 50% e 30% abaixo do esperado. Apenas na

seca excepcional são mais recorrentes precipitações 50% abaixo do normal.

O χ^2 calculado foi 122,23 para os desvios trimestrais e 153,45 para os desvios semestrais. Estes valores são superiores ao valor da distribuição do qui-quadrado para 16 graus de liberdade e $\alpha=0,05$ ($\chi^2 = 26,30$), conforme Anexo II, o que indica que a hipótese de independência foi rejeitada para as duas situações e, portanto, existe associação entre as categorias de secas e os desvios de precipitação trimestrais e semestrais para o território Agreste Central. Determinada a existência de associação, foi calculado a força desta associação, que resultou em um coeficiente de contingência (C) igual a **0,59** e o coeficiente corrigido (C*) igual a **0,66** (para os desvios trimestrais), e coeficiente de contingência (C) igual a **0,64** e o coeficiente corrigido (C*) **0,72** (para os desvios semestrais).

Quanto maior o valor do coeficiente de contingência, maior é a força entre as duas variáveis associadas. Desta forma, o coeficiente obtido para a Tabela 4 é considerado moderado e o da tabela 5 é considerado forte.

b) Alto Sertão

No território Alto Sertão, no período de estudo, não se observou ocorrência da categoria “sem seca”. Por isto, esta categoria foi excluída da tabela de contingência dos desvios de precipitação e categorias de secas do Monitor de secas, que pode ser observado nas Tabelas 6 e 7.

Tabela 6. Tabela de Contingência categorias de seca x desvios de precipitação trimestral (em %) para o território Alto Sertão.

Categorias de Seca	≤ -50	$(-50, -30]$	$(-30, -10]$	$(-10, 10]$	> 10	Total
Seca Fraca	0	0	1	4	28	33
Seca Moderada	4	5	5	4	45	63
Seca Grave	26	13	8	12	10	69
Seca Extrema	23	5	2	5	4	39
Seca Excepcional	14	9	0	1	0	24
Total	67	32	16	26	87	228

Tabela 7. Tabela de Contingência categorias de seca x desvios de precipitação semestral (em %) para o território Alto Sertão.

Categorias de Seca	≤ -50	$(-50, -30]$	$(-30, -10]$	$(-10, 10]$	> 10	Total
Seca Fraca	0	0	1	3	26	30

Seca Moderada	1	1	2	14	39	57
Seca Grave	9	13	14	14	19	69
Seca Extrema	18	13	2	3	3	39
Seca Excepcional	20	4	0	0	0	24
Total	48	31	19	34	87	219

Na região do Alto sertão para as categorias “seca fraca” e “seca moderada” precipitações trimestrais 10% acima do normal são mais frequentes. Já para as categorias “seca grave”, “seca extrema” e “seca excepcional” são mais frequentes precipitações trimestrais 50% abaixo do normal.

Em relação às precipitações semestrais, as categorias “seca fraca”, “seca moderada” e “seca grave” são mais frequentes precipitações 10% acima do normal. Para as demais categorias as maiores frequências estão na categorias 50% abaixo do normal.

O χ^2 calculado foi 131,91 e 169,75 para desvio trimestral e semestral, respectivamente, o que indica que a hipótese de independência foi rejeitada e, portanto, existe associação entre as categorias de secas e os desvios de precipitação para o território Alto Sertão. O coeficiente de contingência obtido para o desvio trimestral foi **0,61** e o coeficiente corrigido (C*) foi **0,68**, o que indica associação moderada. Já para o desvio semestral os coeficientes foram **C=0,66** e **C* = 0,74**, o indica associação forte.

c) Centro-Sul

Em relação ao território Centro-Sul, constatarem-se apenas quatro ocorrências da categoria “sem seca”, no período de estudo. Por isto, esta categoria foi agrupada à categoria “seca fraca”, a fim de possibilitar a aplicação do teste estatístico. Nas Tabelas 8 e 9, verificam-se as tabelas de contingência para desvios de precipitação trimestral e semestral e categorias de secas do Monitor de Secas.

Tabela 8. Tabela de Contingência das categorias de seca e dos desvios de precipitação trimestral (em %) para o território Centro-Sul.

Categorias de Seca	≤ -50	$(-50, -30]$	$(-30, -10]$	$(-10, 10]$	> 10	Total
Sem Seca ou Seca Fraca	6	12	9	7	38	72
Seca Moderada	3	9	12	4	38	66
Seca Grave	25	12	5	1	2	45
Seca Extrema	24	0	0	0	0	24

Seca Excepcional	18	2	1	0	0	21
Total	76	35	27	12	78	228

Tabela 9. Tabela de Contingência das categorias de seca e dos desvios de precipitação semestral (em %) para o território Centro-Sul.

Categorias de Seca	≤ -50	$(-50, -30]$	$(-30, -10]$	$(-10, 10]$	> 10	Total
Sem Seca ou Seca Fraca	0	7	11	6	39	63
Seca Moderada	0	6	8	11	41	66
Seca Grave	15	13	7	4	6	45
Seca Extrema	19	5	0	0	0	24
Seca Excepcional	18	2	1	0	0	21
Total	52	33	27	21	86	219

As categorias “sem seca ou seca fraca” e “seca moderada” apresentaram maior número de observações com desvios de precipitação 10% acima do normal, para os desvios trimestrais e semestrais. Para as demais categorias de seca são mais frequentes precipitações 50% abaixo do esperado.

O teste do qui-quadrado resultou em $\chi^2 = 150,79$ para o trimestral e $\chi^2 = 162,09$ para o semestral, assim a hipótese de independência foi rejeitada nas duas situações, indicando que existe associação entre as categorias de secas e os desvios de precipitação para o território Centro-Sul. O coeficiente de contingência (C) para o desvio trimestral foi **0,63** e o coeficiente corrigido (C*) foi **0,71**, que corresponde à associação forte. Já para o semestral o coeficiente de contingência obtido foi **C = 0,65** e o coeficiente corrigido (C*) foi **0,73**, o que também indica associação forte.

Em resumo, ao analisar os três territórios, verificou-se que para as categorias “sem seca ou seca fraca” e “seca moderada” são mais frequentes precipitações acima do normal, no entanto este resultado não contradiz o conceito de que as secas partem de um déficit de precipitação. Como já discutido, a seca se inicia de forma lenta e gradual, isto ocorre igualmente no processo de saída de um período de seca. Desta forma, é possível que ocorram períodos de precipitação acima do normal em regiões em situação de seca, sobretudo quando ocorre a redução das categorias de severidade.

Para as categorias “seca grave”, “seca extrema” e “seca excepcional” os desvios de precipitações frequentemente ficaram 50% abaixo do normal, nos três territórios.

Outro fator observado é que dentro do período em estudo houve poucas observações da categoria “sem seca”, isto indica que o estado de Sergipe, principalmente o

território do Alto Sertão, está passando por uma seca plurianual que já dura pelo menos seis anos.

A partir do teste do qui-quadrado, verificou-se que existe associação entre os desvios de precipitação e as categorias de secas do monitor nos três territórios estudados. Este resultado era esperado, uma vez que os dados de desvios de precipitação são empregados no processo de validação do mapa do Monitor de Secas.

Santos et al (2021) associou anomalias de precipitação aos mapas do Monitor de Secas para todo o estado de Sergipe e verificou existência de associação significativa entre estas duas variáveis, no entanto constatou que esta associação é fraca, diferindo do obtido até aqui. Ressalta-se que no presente trabalho os desvios de precipitação foram analisados por território, o que possivelmente contribuiu para a associação moderada.

6.1.2 Temperatura

a) Agreste Central

A Tabela 10 corresponde à tabela de contingência para as categorias de seca e a temperatura média mensal no território do Agreste Central.

Tabela 10. Tabela de Contingência de categorias de secas e temperatura média (em °C) para o Agreste Central.

Categorias de Seca	≤ 25	(25 – 26]	(26 – 27]	> 27	Total
Sem Seca ou Seca Fraca	44	12	21	15	92
Seca Moderada	22	16	23	23	84
Seca Grave	28	8	16	20	72
Seca Extrema	14	3	11	8	36
Seca Excepcional	0	5	13	10	28
Total	108(34,6%)	44(14,1%)	84(26,9%)	76(24,4%)	312

Para a categoria “sem seca ou seca fraca” a maior frequência foi para temperatura média abaixo de 25°C. A categoria “seca moderada” apresentou frequências próximas para as classes de temperaturas abaixo de 25°C (22 observações), entre 26°C e 27°C (23 observações) e acima de 27°C (23 observações). Para as categorias “seca grave” e “seca extrema” a maior frequência observada corresponde à classe temperatura abaixo de 25°C. Por fim, na categoria “seca excepcional” as maiores frequências foram para a classe entre 26°C e 27°C (13 observações) e a classe temperatura maior que 27°C (10 observações).

Ao aplicar o teste do qui-quadrado obteve-se $\chi^2 = 29,70$. Este valor é superior ao valor de distribuição do qui-quadrado para 12 graus de liberdade e $\alpha=0,05$ ($\chi^2 = 21,03$), conforme Anexo II, o que indica que a hipótese de independência foi rejeitada e, portanto, existe associação significativa entre as categorias de secas do monitor de secas e as classes de temperatura definidas para o território Agreste Central. O coeficiente de contingência (C) para essa associação é **0,29** e o coeficiente corrigido (C*) é **0,34**, sendo este coeficiente considerado moderado.

b) Alto Sertão

Na Tabela 11 observa-se a contingência das categorias de secas do Monitor de Secas e a temperatura média mensal (em °C) para o território Alto Sertão.

Tabela 11. Tabela de Contingência das categorias de seca e temperatura média (em °C) para o Alto Sertão.

Categorias de Seca	≤ 25	(25 – 26]	(26 – 27]	> 27	Total
Seca Fraca	18	5	9	12	44
Seca Moderada	24	13	9	38	84
Seca Grave	35	14	11	40	100
Seca Extrema	19	9	6	18	52
Seca Excepcional	2	3	6	21	32
Total	98 (31,4%)	44 (14,1%)	41 (13,1%)	129 (41,4%)	312

Para a categoria “seca fraca” a maior frequência observada correspondeu à classe temperatura abaixo de 25°C. Para as categorias “seca moderada”, “seca grave” e “seca excepcional” as maiores frequências foram para a classe temperatura acima de 27°C. Na categoria “seca extrema” as frequências da classe de temperatura abaixo de 25°C e acima de 27°C foram próximas, 19 e 18 observações respectivamente.

O teste do qui-quadrado resultou em $\chi^2 = 20,98$, este valor é próximo ao valor de distribuição do qui-quadrado para 12 graus de liberdade e $\alpha=0,05$ ($\chi^2 = 21,03$), no entanto, como o valor observado da estatística de teste χ^2 não excedeu $\chi^2_{\alpha,(r-1)(s-1)}$, a hipótese de independência foi aceita, ou seja, as duas variáveis estudadas são independentes.

Apesar do teste do qui-quadrado indicar a inexistência de associação entre as categorias de seca e as classes de temperatura média, em decorrência do valor do χ^2 calculado e o tabelado estarem próximos, optou-se por dar segmento ao teste estatístico e

calcular o coeficiente de contingência. O C para essa associação é **0,25** e o coeficiente corrigido C* é **0,29**, o que resulta em uma associação fraca.

c) Centro-Sul

A Tabela 12 representa a tabela de contingência das categorias de seca do Monitor de secas e da temperatura média mensal para o território Centro-Sul.

Tabela 12. Tabela de Contingência das categorias de seca e temperatura média (em °C) para o Centro-Sul.

Categorias de Seca	≤ 25	(25 – 26]	(26 – 27]	> 27	Total
Sem seca ou Seca Fraca	52	16	26	6	100
Seca Moderada	40	4	31	13	88
Seca Grave	33	4	17	10	64
Seca Extrema	12	5	11	4	32
Seca Excepcional	1	7	18	2	28
Total	138 (44%)	36(11,6%)	103(33%)	35(11,4%)	312

Para as categorias “sem seca ou seca fraca”, “seca moderada”, “seca grave” as maiores frequências corresponderam à classe temperatura abaixo de 25°C. Na categoria “seca extrema” a frequência na categoria abaixo de 25°C e entre 26°C e 27°C ficaram próximas. Já na categoria “seca excepcional” a maior frequência observada foi na classe de temperaturas entre 26°C e 27°C.

Ao realizar o teste do qui-quadrado, verificou-se que $\chi^2 = 40,56$, o que resultou na hipótese de independência rejeitada. Desta forma, conclui-se que existe associação significativa entre as categorias de secas do Monitor de Secas e as classes de temperatura média definidas para o território Centro-Sul. O coeficiente de contingência (C) para essa associação é **0,34** e o coeficiente corrigido (C*) é **0,39**, ou seja, esta associação é moderada.

Em resumo, verificou-se que para o território Agreste Central e Centro-Sul a frequência total da classe temperatura abaixo de 25°C foi maior que o observado nas demais classes, 108 (35%) para Agreste Central e 138 (44%) para o Centro-Sul. Ao verificar as frequências por categorias de secas, também se observou que para estes dois territórios apenas na categoria seca excepcional as frequências foram maiores na classe temperaturas entre 26°C e 27°C. Nas demais categorias de secas as maiores frequências

foram na classe temperatura abaixo de 25°C. O teste do qui-quadrado e o coeficiente de contingência indicaram que existe associação significativa entre as categorias de secas do Monitor de Secas e a temperatura média mensal para o território Agreste Central e Centro-Sul, no entanto trata-se de uma associação com força moderada.

Para o território Alto Sertão o resultado diferiu do observado nos demais territórios, uma vez que no Alto Sertão a maior frequência total observada foi para a classe temperatura acima de 27°C (129 observações, o que corresponde a 41,4% da amostra). Ao analisar as categorias de secas, observou-se que apenas para a categoria “seca fraca” a maior frequência observada correspondeu à classe de temperaturas abaixo de 25°C. Para as demais categorias de seca as maiores frequências ocorreram na classe de temperatura acima de 27°C. Este resultado, somado ao teste do qui-quadrado, sugere que o território do Alto Sertão frequentemente registra temperaturas mais elevadas, independente da categoria de seca que o território esteja inserido.

A diferença de resultado para o Alto Sertão, em comparação aos demais territórios, possivelmente está associado ao fato de que parte do Agreste Central e do Centro-Sul está inserida na região climática denominada agreste, que se caracteriza pela transição do clima litoral para o semiárido, conforme se observa no mapa de divisões climáticas do estado de Sergipe (Figura 9). O Alto sertão, por outro lado, localiza-se mais a noroeste do estado de Sergipe, totalmente inserido na delimitação do semiárido, região caracterizada por temperatura mais elevadas.

Este resultado corrobora com a pesquisa realizada por Santos (2012), que estudou as temperaturas médias dos territórios sergipanos para o período de 1950 a 2011. A autora verificou que a temperatura média mensal para os territórios Centro-Sul e Agreste Central variou entre 21°C e 26°C, e entre 22°C e 27°C no Alto Sertão.

Observa-se também que as maiores frequências observadas no Agreste e Centro-Sul foram para temperaturas abaixo de 25°C, estando dentro do intervalo encontrado por Santos (2012). Por outro lado, a maior frequência observada para o Alto Sertão foi para temperatura maior que 27°C, estando acima do intervalo obtido pelo mesmo autor. Isto indica que nos últimos anos a temperatura deste território tem se mantido mais elevada, possivelmente contribuindo para o período de seca plurianual que este território tem passado.

6.1.3 Evapotranspiração

a) Agreste Central

A Tabela 13 representa a tabela de contingência das categorias de seca dos desvios de evapotranspiração para o território Agreste Central.

Tabela 13. Tabela de Contingência categorias de seca x desvio de evapotranspiração (em %) para Agreste Central.

Categorias de Seca	≤ -10	$(-10, 10]$	$(10, 30]$	> 30	Total
Sem seca ou Seca Fraca	2	31	35	24	92
Seca Moderada	8	24	31	21	84
Seca Grave	1	30	28	13	72
Seca Extrema	0	7	15	14	36
Seca Excepcional	1	11	12	4	28
Total	12 (3,8%)	103 (33%)	121 (38,8%)	76 (24,4%)	312

Verificou-se que para as categorias “sem seca ou seca fraca”, “seca moderada”, “seca extrema” e “seca excepcional” a maior frequência observada foi na classe de desvio de evapotranspiração de 10% a 30% acima do normal. Para a categoria “seca grave” a frequência da classe de temperatura $(-10\%, 10\%]$ e da classe $(10\%, 30\%]$ foram próximas, 30 e 28 observações, respectivamente.

O teste do qui-quadrado resultou em $\chi^2 = 20,60$, ou seja, a hipótese de independência foi aceita. Este valor é próximo ao valor de distribuição do qui-quadrado para 12 graus de liberdade e $\alpha=0,05$ ($\chi^2 = 21,03$), por isso optou-se por dar continuidade ao teste estatístico e calculou-se o coeficiente de contingência. O coeficiente de contingência (C) para essa associação é **0,25**, já o coeficiente corrigido (C*) é **0,29**, o que indica que esta associação é fraca.

Com este resultado percebe-se que frequentemente a evapotranspiração do território Agreste Central está 10% a 30% acima do normal, independente da categoria de seca.

b) Alto Sertão

A tabela de contingência das categorias de seca e desvios de evapotranspiração para o território Alto Sertão está representada na Tabela 14.

Tabela 14. Tabela de Contingência para desvio de evapotranspiração (em %) para Alto Sertão.

Categorias de Seca	≤ -10	$(-10, 10]$	$(10, 30]$	> 30	Total
Seca Fraca	7	18	15	4	44
Seca Moderada	4	26	41	13	84
Seca Grave	12	45	35	8	100
Seca Extrema	2	17	20	13	52
Seca Excepcional	0	13	14	5	32
Total	25 (8%)	119 (38,2%)	125 (40%)	43 (13,8%)	312

Para o território do Alto Sertão, as maiores frequências totais foram para a classe $(-10, 10]$ e $(10, 30]$, 119 e 125 observações, respectivamente. Ao analisar as categoria de seca, verificou-se que para “seca fraca” e “seca grave” as maiores frequências ocorreram na classe de desvios de evapotranspiração entre -10% e 10%. Já para as demais categorias as maiores frequências ocorreram na classe de desvio de evapotranspiração entre 10% e 30%. Observou que este resultado difere do esperado, uma vez que para seca grave a evapotranspiração apresentou situação melhor que a categoria seca moderada, mesmo esta última representando uma categoria de seca mais branda.

O teste do qui-quadrado resultou em $\chi^2 = 24,00$, ou seja, a hipótese de independência foi rejeitada. O coeficiente de contingência (C) para essa associação foi **0,27** e o coeficiente corrigido (C*) **0,31**, o que indica que a associação, neste caso, é moderada.

c) Centro-Sul

A Tabela 15 representa a tabela de contingência das categorias de seca e desvios de evapotranspiração para o território Centro-Sul.

Tabela 15. Tabela de Contingência para desvio de evapotranspiração (em %) para o Centro-Sul.

Categorias de Seca	≤ -10	$(-10, 10]$	$(10, 30]$	> 30	Total
Sem seca ou Seca Fraca	14	54	19	13	100
Seca Moderada	36	43	9	0	88
Seca Grave	17	33	11	3	64
Seca Extrema	0	19	10	3	32
Seca Excepcional	6	17	5	0	28
Total	73 (23,4%)	166(53,2%)	54(17,3%)	19(6,1%)	312

Para todas as categorias de seca as maiores frequências observadas corresponderam

à classe de desvio de evapotranspiração (-10, 10], o que indica que frequentemente a evapotranspiração do território Centro-Sul mantém-se entre 10% abaixo ou 10% acima da normal.

O teste do qui-quadrado resultou em $\chi^2 = 46,00$, portanto, a hipótese de independência foi rejeitada e pode-se afirmar que existe associação significativa entre as categorias de seca do Monitor de Secas e os desvios de evapotranspiração, para o território Centro-Sul. O coeficiente de contingência (C) para esta associação é **0,36** e o coeficiente corrigido (C*) é **0,41**, o que indica que esta associação é moderada.

Em geral, observou-se que para o Agreste Central e Alto Sertão a evapotranspiração entre 10% e 30% acima do normal é o mais frequente. Para o período estudado estes territórios ficaram frequentemente inseridos em alguma categoria de severidade de seca. Desta forma, a evapotranspiração acima do normal condiz com esta situação de seca plurianual, uma vez que uma característica das secas é a evapotranspiração elevada, como mostra o esquema de evolução de secas representado na Figura 1.

Nesta etapa do trabalho foi possível concluir que existe associação significativa entre evapotranspiração e categorias de severidade de seca nos territórios Alto Sertão e Centro-Sul. A evapotranspiração no Alto Sertão se manteve mais elevada, sobretudo a partir da categoria seca moderada. No Centro-Sul, por outro lado, a evapotranspiração manteve-se em torno do normal em todas as categorias de seca. Em relação ao território Agreste Central, apesar da evapotranspiração frequentemente estar mais elevada, os desvios mantiveram-se praticamente dentro do mesmo intervalo independente da categoria de seca, o que contribuiu para a rejeição do teste de associação.

Santos (2021) estudou a correlação existente entre evapotranspiração de referência e as categorias de secas do Monitor no estado de Sergipe no período 2018-2020. O autor obteve coeficientes de correlações positivos e aceitáveis entre seca e evapotranspiração para o estado, concluindo existir correlação entre as duas variáveis, o que corrobora com o observado nos territórios Alto Sertão e Centro-Sul. Destaca-se que o autor utilizou dados de estações do INMET que, apesar de serem poucas no estado de Sergipe, são utilizadas pelo Monitor de Secas no processo de elaboração dos mapas, o que possivelmente contribuiu para uma correlação melhor.

Sugere-se que em trabalhos futuros sejam empregados uma amostra maior e intervalos de classes diferentes, a fim de complementar este estudo.

6.2 Impactos agrícolas

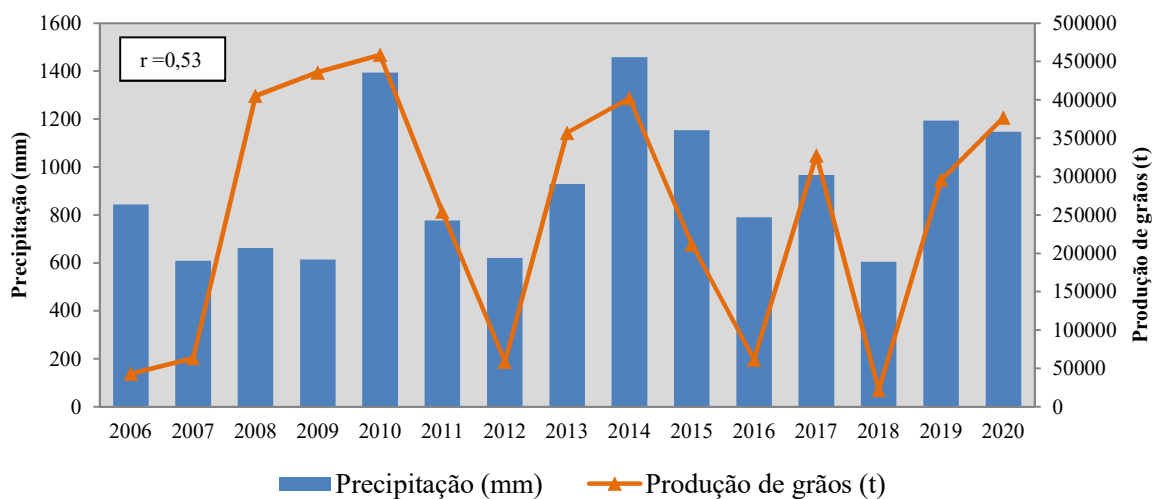
6.2.1 Produção anual de grãos e rendimento médio

a) Agreste Central

A partir da metodologia definida neste trabalho, foi determinada a correlação existente entre precipitações acumuladas anuais (mm) e a produção de grãos (milho e feijão em toneladas por ano) e entre precipitações acumuladas anuais (mm) o rendimento médio do milho (em kg/ha).

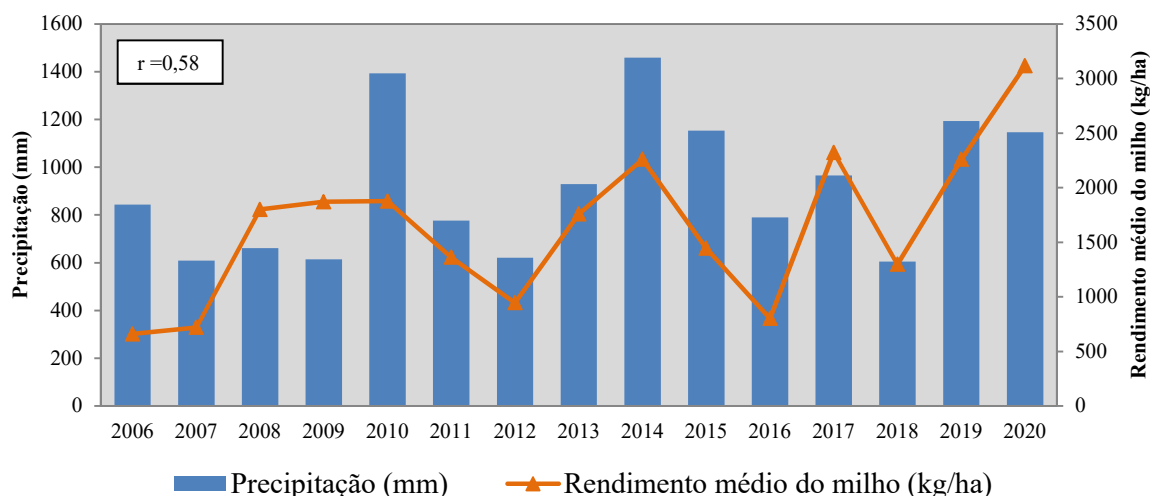
A Figura 15 a seguir representa o gráfico de precipitação e produção de grãos para o território Agreste Central. Adicionalmente, a Figura 16 representa o gráfico de precipitação e rendimento médio para o milho também neste território. Destaca-se que em decorrências do número de falhas não foi possível elaborar o gráfico de rendimento médio para o feijão.

Figura 15. Gráfico de precipitação (mm) x produção de grãos (t) para o território Agreste Central.



Fonte: SERHMA, 2021; SIDRA, 2021a.

Figura 16. Gráfico de precipitação (mm) x rendimento médio da produção de milho (kg/ha) para o território Agreste Central.



Fonte: SERHMA, 2021; SIDRA, 2021a.

O território Agreste Central está inserido, em maior parte, na região de clima agreste e, em menor parte, no clima semiárido, conforme classificação das regiões climáticas do estado de Sergipe (Figura 9). O clima agreste é caracterizado por precipitações anuais que variam entre 700 e 900mm, enquanto que o semiárido apresenta precipitações anuais entre 500 e 600mm (SEAGRI, 2020a).

No gráfico da Figura 15 é possível observar que nos últimos anos a precipitação contribuiu para o aumento ou redução da produção de grãos, o que foi confirmada pelo coeficiente de correlação que corresponde a **0,53**. Apesar desta correlação ser considerada regular, trata-se de uma correlação direta, ou seja, existe aumento da produção quando ocorre o aumento da precipitação. Em relação ao rendimento médio do milho também houve correlação direta, com coeficiente igual a **0,58**, também considerada regular.

De acordo com o calendário de plantio e colheita de grãos no Brasil definido pela Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2019), no estado de Sergipe o plantio do feijão acontece nos meses de maio, junho e julho, já a colheita deste grão ocorre nos meses de agosto, setembro e outubro. Segundo este mesmo calendário, o plantio do milho ocorre nos meses de abril, maio e junho, já a colheita é realizada nos meses de outubro, novembro e dezembro. É importante ter o conhecimento deste período entre plantio e colheita, a fim de identificar como as categorias de secas do Monitor de Secas podem afetar de forma distinta a produção desses grãos.

No Apêndice A, é possível observar que no território Agreste Central, o segundo

semestre de 2014 foi predominantemente de seca fraca. Neste ano a produção de grãos foi 402.288 toneladas, a quarta maior produção anual registrada no período do estudo, conforme Apêndice D. Segundo relatório de monitoramento de safras realizado pela Conab (2015), neste ano o estado de Sergipe teve a segunda maior produtividade de milho do Nordeste, ficando atrás apenas do estado da Bahia.

Apesar de não se ter conhecimento da categoria de seca do primeiro semestre de 2014, percebe-se que a produção de grãos foi elevada neste ano. Considerando que o segundo semestre compreende o período de crescimento e colheita do milho e do feijão, pode-se afirmar que estas etapas do cultivo não foram prejudicadas em decorrência da seca fraca registrada neste território no ano de 2014.

Ainda no Apêndice A observa-se que no ano seguinte, 2015, houve ocorrência de seca fraca e seca moderada entre os meses de abril e novembro, e seca grave no mês de dezembro. Neste ano a produção de grãos foi 211.757 toneladas, que constitui redução de 47% em relação ao ano anterior. Possivelmente esta queda da produção está associada ao agravamento da seca neste território.

Também houve agravamento da seca no ano seguinte. Em abril de 2016 o território Agreste Central estava em seca grave, passou para seca extrema em julho e para seca excepcional em outubro, permanecendo nesta categoria até o mês de dezembro deste ano. A produção de grãos foi 61.624 toneladas, 71% abaixo da produção de 2015.

A seca excepcional permaneceu no Agreste Central até abril de 2017. No mês de maio deste ano o território passou para seca moderada e regrediu para seca fraca no mês de junho, permanecendo nesta categoria até dezembro do mesmo ano. Esta melhora na situação da seca refletiu na produção de grãos, já que a produção de 2017 foi 327.760 toneladas, o que representa crescimento de 81% em relação ao ano anterior. Destaca-se que apesar do ano ter iniciado em situação de seca excepcional, o período de melhora na situação da seca coincidiu com o início do plantio dos grãos, desta forma a seca excepcional não afetou a produção agrícola deste território.

No ano de 2018 houve agravamento da seca novamente. Em abril de 2018 o território Agreste Central estava sem seca grave, passou para seca extrema no mês de setembro e permaneceu nesta categoria de seca até o mês de dezembro de 2018. Verificou-se que o agravamento da seca coincidiu com o período de plantio, crescimento e colheita das culturas. Esta situação refletiu na produção anual, uma vez que foram produzidas 21.787 toneladas de grãos, que representa queda de 93% em relação ao ano anterior.

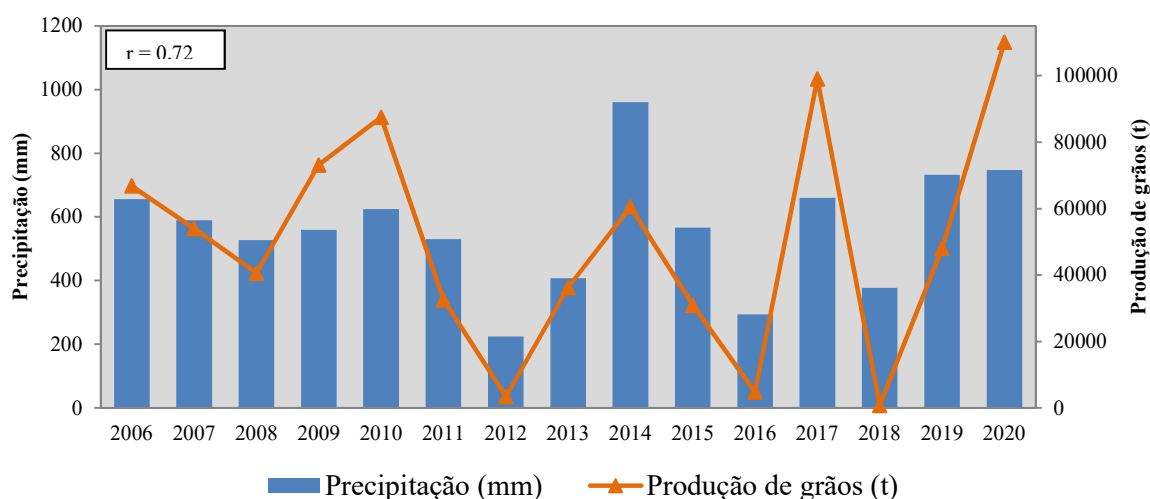
Em 2019 houve seca moderada e seca grave coincidindo com o período de plantio, crescimento e colheita das culturas. Neste ano houve crescimento da produção de grãos, foram produzidas 295.952 toneladas, 92,5% a mais que no ano anterior. Apesar do crescimento da produção, o total produzido foi inferior ao registrado em 2014 e 2017.

Por fim, em 2020 houve crescimento da produção, quando neste ano houve predominância de seca fraca e moderada coincidindo com o período de plantio e colheita.

b) Alto Sertão

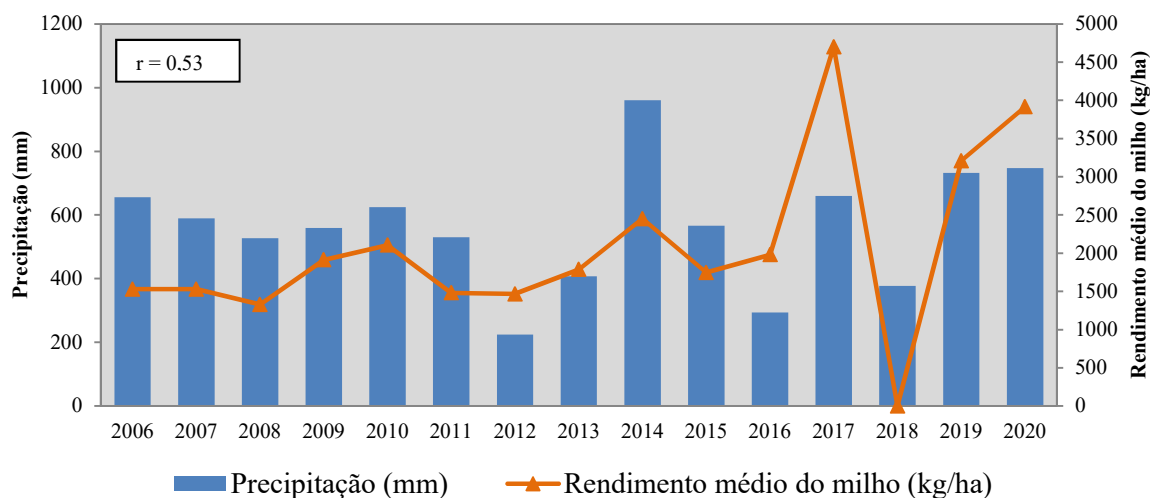
A Figura 17 a seguir representa o gráfico de precipitação e produção de grãos para o território Alto Sertão. Adicionalmente, a Figura 18 representa a relação entre precipitação e rendimento médio do milho.

Figura 17. Gráfico precipitação (mm) x produção de grãos (t) para o território Alto Sertão.



Fonte: SERHMA, 2021; SIDRA, 2021a.

Figura 18. Gráfico precipitação (mm) x rendimento médio do milho (kg/ha) para o território Alto Sertão.



Fonte: SERHMA, 2021; SIDRA, 2021a.

Em geral, houve aumento de produção e do rendimento médio quando ocorreu aumento da precipitação anual. Esta situação corrobora com o coeficiente de correlação para a produção que para este território, que resultou em $r = 0,72$, sendo este um valor considerado forte. Já para o rendimento médio a correlação resultou em $r = 0,53$, sendo este um valor considerado regular.

O território Alto Sertão está inserido na região de clima semiárido, com precipitações anuais entre 500 e 600mm (SEAGRI, 2020a). Observa-se que nos anos com precipitação abaixo desta média (2012, 2016 e 2017) houve queda da produção agrícola.

O segundo semestre de 2014 registrou seca grave, seguido de seca moderada e seca fraca. Neste ano a produção de grãos registrada foi 60.552 toneladas.

Em 2015 houve agravamento da situação da seca no Alto Sertão, uma vez que no início do ano este território estava em seca moderada, em abril passou para seca grave e para seca extrema no mês de setembro. A produção agrícola neste ano foi 30.946 toneladas, 49% a menos que o produzido no ano anterior.

No ano seguinte novamente houve agravamento da seca e, consequentemente, redução da produção de grãos. Em abril de 2016 o território do Alto Sertão estava em seca grave, passou para seca extrema no mês seguinte e no mês de setembro passou para a categoria seca excepcional. A produção de grãos neste ano foi 4.791 toneladas, 84% a menos que no ano anterior.

O Alto Sertão permaneceu em seca excepcional até abril de 2017, passou para seca

grave no mês de maio, seguida de seca moderada no mês de junho e posteriormente, em setembro, seca fraca. Neste ano a produção de grãos foi 99.010 toneladas, a maior produção observada no período de estudo. Observou-se que a seca excepcional registrada no início do ano não afetou a produção, possivelmente porque esta seca ocorreu antes do início do plantio. Adicionalmente, a seca moderada e seca fraca registrada durante o período de plantio, crescimento e colheita também não afetou a produção.

No ano seguinte houve novamente agravamento da seca. Em abril de 2018 o Alto Sertão estava em seca grave e passou para seca extrema em agosto, permanecendo nesta categoria até o mês de dezembro. Neste ano a produção foi a menor observada no período estudado, apenas 756 toneladas.

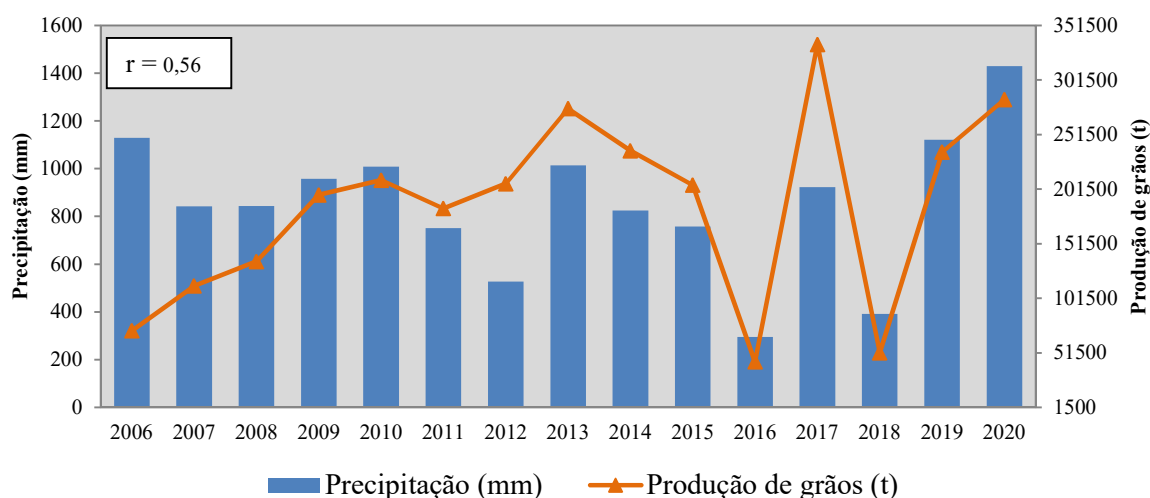
No início de 2019 o território estava em seca extrema, passou para seca grave em março, regrediu para seca moderada em julho e em novembro passou para seca grave novamente. Neste ano a produção de grãos foi 48.019 toneladas, apesar do aumento da produção em relação ao ano anterior, este valor foi menor que o produzido em 2014 e 2017.

Em 2020 houve predominância de seca fraca e moderada, o que contribuiu para o aumento da produção e do rendimento médio do milho.

c) Centro-Sul

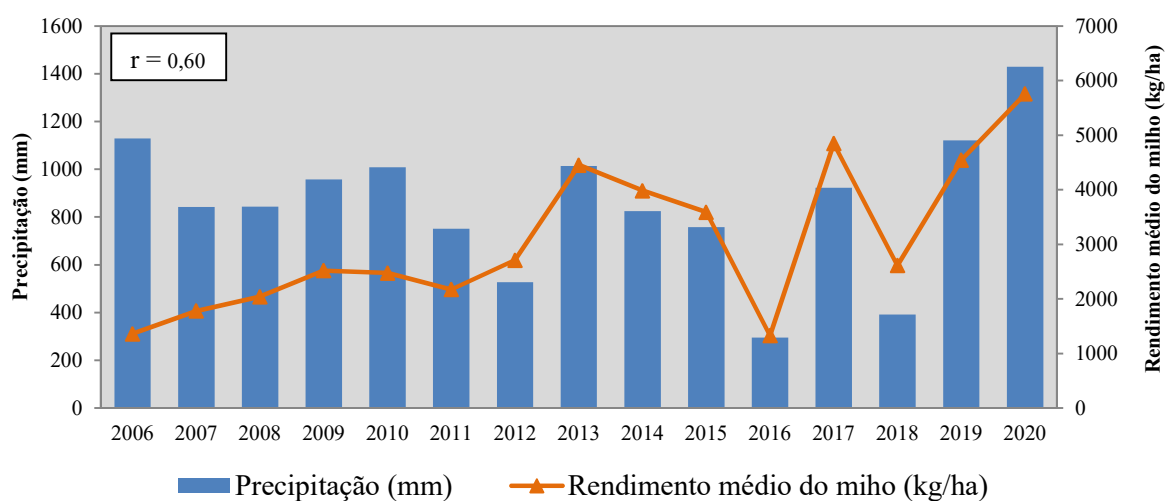
A Figura 19 representa o gráfico de que relaciona precipitação e produção de grãos no território Centro-Sul. Já a Figura 20 representa a relação entre precipitação e rendimento médio do milho.

Figura 19. Gráfico precipitação (mm) x produção de grãos (t) para o território Centro-Sul.



Fonte: SERHMA, 2021; SIDRA, 2021a.

Figura 20. Gráfico precipitação (mm) x rendimento médio do milho (kg/ha) para o território Centro-Sul.



Fonte: SERHMA, 2021; SIDRA, 2021a.

A correlação existente entre precipitação e produção de grãos no território Centro-Sul foi **0,56**, sendo esta uma correlação regular. Já para o rendimento médio do milho o coeficiente foi **0,60**, sendo esta uma correlação forte.

O território Centro-Sul está inserido em maior parte na região de clima semiárido e em menor parte no clima agreste, conforme classificação das regiões climáticas do estado de Sergipe (Figura 9). Observa-se na Figura 19 que houve queda acentuada da produção

nos anos 2016 e 2018, quando a precipitação anual ficou muito abaixo do normal para a região.

Em julho de 2014 o Centro-Sul estava em seca grave e em agosto deste ano passou para seca fraca. Esta categoria prevaleceu durante todo segundo semestre de 2014. Neste ano a produção agrícola foi 236.656 toneladas de grãos.

A seca fraca que teve início 2014 permaneceu até maio de 2015, quando o território ficou sem seca até o mês de agosto. Ademais, em setembro passou para seca fraca e para seca grave em novembro. A produção em 2015 foi 205.126 toneladas, que indica queda da produção em comparação ao ano anterior.

Entre abril e dezembro de 2016, o Centro-Sul registrou seca grave, seguido de extrema e excepcional. A produção neste ano foi 43.253 toneladas, a menor produção desde 2003.

Apesar do ano de 2017 ter iniciado em seca excepcional, houve redução para seca moderada em maio e para seca fraca em setembro. A melhora da situação da seca coincidiu com o período de cultivo, o que resultou em melhora na produção. Neste ano foram produzidas 334.042 toneladas, sendo este o maior valor observado no período estudado.

Em 2018 houve agravamento da seca. Em abril deste ano o território Centro-Sul estava em seca moderada, passou para seca grave em junho e, posteriormente, para seca extrema em setembro. A produção de grãos neste ano foi 51.622 toneladas, valor abaixo do produzido no ano anterior.

Em 2019 o período de cultivo do milho e feijão coincidiu com as categorias de seca grave e seca moderada. Neste ano a produção de grãos voltou a crescer, foram produzidas 235.393 toneladas. Apesar do crescimento este valor também ficou abaixo do registrado em 2014 e 2017.

Por fim, em 2020 houve crescimento da produção e do rendimento médio, quando neste ano houve seca fraca e moderada coincidindo com o período de plantio e colheita.

Ao analisar a situação dos três territórios, verificou-se que existe correlação regular entre a precipitação acumulada anual e a produção anual de grãos para os territórios Agreste Central e Centro-Sul e correlação forte no Alto Sertão. Em relação ao rendimento médio do milho, a correlação foi considerada regular no Agreste Central e Alto Sertão e forte para o Centro-Sul.

Verificou-se que nos anos em que a precipitação anual ficou muito acima da média da região climática houve crescimento da produção e do rendimento médio. Isto indica que

provavelmente o excesso de chuva não afetou (ou pouco afetou) a produção anual de grãos nestes três territórios.

Destaca-se também que apesar da produção de grãos em 2017 ter ficado acima do produzido em 2019, a precipitação acumulada anual neste ano foi maior que em 2017. Do mesmo modo, em 2015 houve queda da produção agrícola, mesmo com a precipitação anual estando próximo do normal para a região. De acordo com Lopes et al. (2019), ao analisar a produção agrícola de determinada região deve-se atentar que o valor total anual da precipitação pode não refletir a estação chuvosa desta localidade, sobretudo em regiões de clima semiárido. O autor complementa que, para a agricultura, mesmo em anos em que o total de chuva é próximo ou acima da média, podem ocorrer períodos prolongados de estiagem sazonal, os chamados veranicos, que se intercalam com episódios de chuvas intensas. Esta análise corrobora com as categorias de secas observadas em 2015 e 2019, que foram mais severas, apesar da precipitação anual ficar próximo da média da região.

Verificou-se que a seca extrema e a seca excepcional, quando ocorrem entre o período de plantio e colheita, resultam em grandes perdas agrícolas, a exemplo do observado em 2016 e 2018 para os três territórios em estudo. Observou-se também que em 2019, embora neste ano ter sido registrado seca grave nos três territórios entre o período de plantio e colheita, houve recuperação da produção em relação ao ano anterior. Apesar desta recuperação, a produção ficou abaixo do produzido em 2020, 2017 e 2014, quando os territórios estavam predominantemente em seca moderada e fraca. Desta forma, esta análise sugere que as categorias de seca fraca e moderada, para a região do estudo, não resultam em impactos na produção de grãos. A seca grave, por outro lado, apesar de não implicar em grandes perdas, resulta em alguns danos à produção.

Este resultado corrobora com a associação entre precipitação e categorias de seca (Tabelas 4, 5 e 6), na qual se observou que para a seca fraca e moderada frequentemente ocorrem precipitações acima da média, o que, portanto, contribui para que não ocorram perdas agrícolas em decorrência destas duas categorias de seca.

Pereira (2018) ao correlacionar a precipitação com a produção de milho e feijão no estado de Sergipe, considerando o período 2000 a 2016, encontrou coeficiente de correlação linear negativo. O autor ressalta que parte do estado localiza-se em região de clima litoral e agreste, onde a precipitação é maior. A produção destes grãos, por outro lado, ocorrem principalmente na região semiárida, o que pode ter contribuído para o coeficiente de correlação negativo. Apesar da divergência dos coeficientes encontrados,

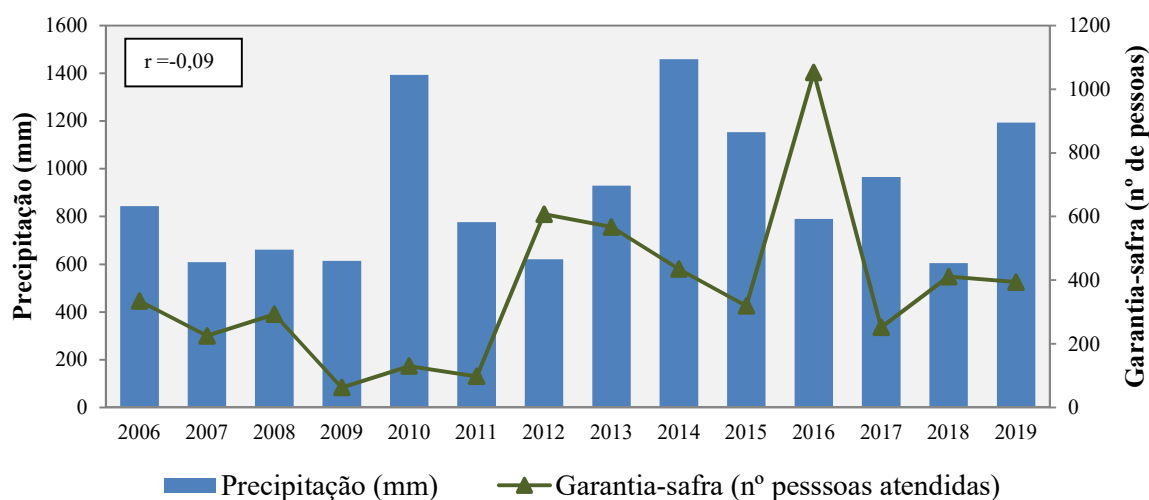
Pereira (2018) também identificou queda da produção agrícola nos anos 2012, 2015 e 2016 no estado de Sergipe, em função do agravamento da seca. Ao realizar o mesmo estudo nos demais estados do Nordeste, o autor encontrou coeficiente igual a 0,8 no Rio Grande do Norte e aproximadamente 0,6 para os demais estados do Nordeste, valor próximo ao observado no Agreste Central de Sergipe.

6.2.2 Programa garantia-safra

a) Agreste Central

A Figura 21 representa o gráfico de correlação entre precipitação acumulada anual e o número de pessoas atendidas com o programa garantia-safra no território Agreste Central.

Figura 21. Gráfico precipitação acumulada anual x pessoas atendidas com o programa garantia-safra no território Agreste Central.



Fonte: SERHMA, 2021; SEAD, 2021.

A correlação entre estas duas variáveis foi $r = -0,09$, o sinal negativo indica correlação inversa. Este resultado já era esperado, uma vez que com a redução da precipitação a perda de produção aumenta e, conseqüentemente, mais pessoas necessitam do garantia-safra. Observa-se que o valor encontrado foi aproximadamente igual a zero, o que indica inexistência de correlação.

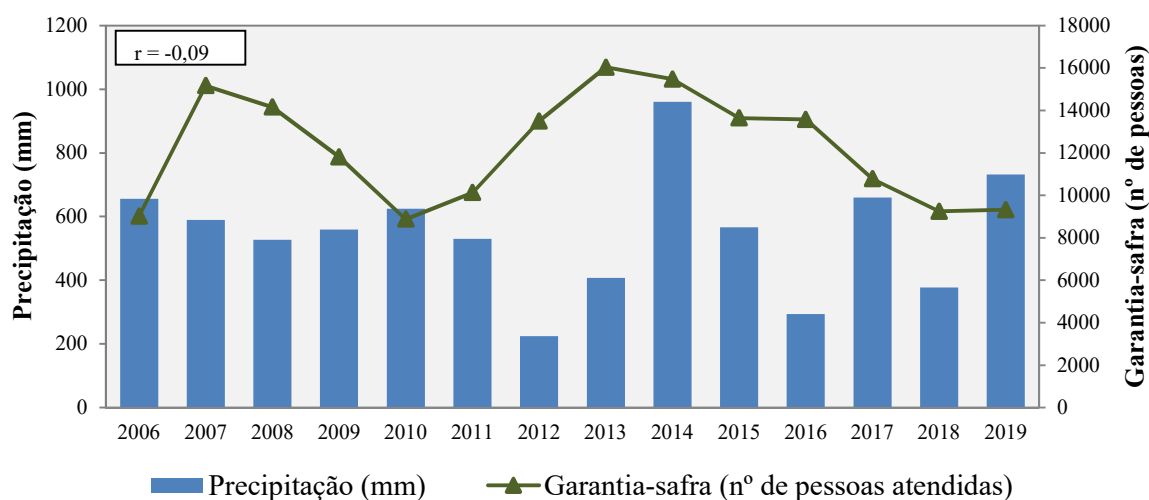
De maneira complementar, verificou-se que houve aumento do número de pessoas

atendidas com o programa garantia-safra nos anos de 2016 e 2018, período no qual se observou queda da produção em decorrência do agravamento da seca neste ano.

b) Alto Sertão

Na Figura 22 é possível observar o gráfico de correlação entre precipitação acumulada anual e o número de pessoas atendidas com o programa garantia-safra no território Alto Sertão.

Figura 22. Gráfico precipitação x pessoas atendidas com o programa garantia-safra no território Alto Sertão.



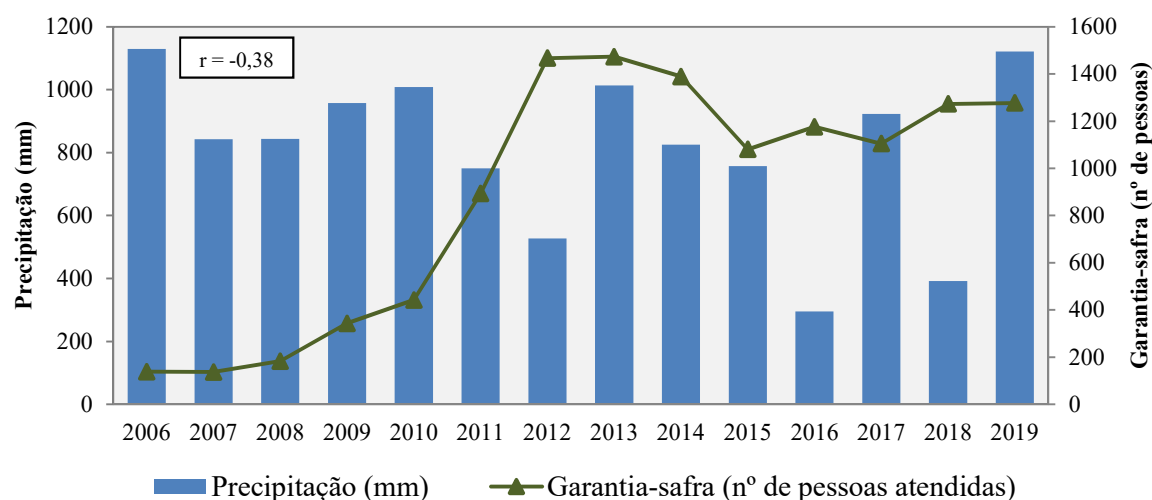
Fonte: SERHMA, 2021; SEAD, 2021.

A correlação existente entre precipitação e o número de pessoas atendidas com o programa garantia safra para o território Alto Sertão foi o mesmo para o território Agreste Central, $r = -0,09$. Com isto, verificou-se inexistência de correlação entre estas duas variáveis.

a) Centro-Sul

A Figura 23 representa o gráfico de correlação entre precipitação acumulada anual e o número de pessoas atendidas com o programa garantia-safra no território Centro-Sul.

Figura 23. Gráfico precipitação x pessoas atendidas com o programa garantia-safra no território Centro-Sul.



Fonte: SERHMA, 2021; SEAD, 2021.

A correlação existente entre precipitação e o número de pessoas atendidas com o seguro safra no Centro-Sul é $r = -0,38$. Embora seja maior que a observada nos demais territórios, esta correlação é considerada regular.

Em resumo, para os três territórios estudados, no período de 2006 a 2019 houve necessidade do pagamento do garantia-safra em todos os anos. O número de pessoas atendidas está inversamente correlacionado ao total de precipitação acumulada anual, no entanto foi possível observar correlação regular apenas no Centro-Sul, para os demais territórios a correlação é inexistente. Possivelmente este resultado pode estar associado a alguns fatores: o garantia-safra é um programa que depende da destinação de recursos públicos; é direcionado apenas à agricultura família, ou seja, não inclui grandes produtores; os valores baixos dos primeiros anos podem estar associados ao período de inicialização do programa.

Segundo Meneses (2013) a adesão dos agricultores de Sergipe ao programa garantia-safra ainda é baixo em relação ao total de cotas disponíveis no estado. São fatores que contribuem para a baixa adesão: a equipe responsável realizar a inscrição das famílias ainda é reduzida; pouca divulgação do programa; falta de articulação entre município, estado e sindicatos.

Observou-se que o número de pessoas atendidas anualmente com o garantia-safra no Alto Sertão é sempre maior que nos demais territórios, neste território pelo menos 8.800

pessoas são atendidas anualmente com o garantia-safra, conforme pode ser observado no Apêndice D. Isto demonstra que, quando a necessidade do garantia-safra, este território é o mais afetado. Destaca-se também que para os três territórios houve pagamento do garantia-safra nos anos em que a produção de grãos foi alta, em 2014, 2017 e 2019, por exemplo. Apesar da produção alta, nestes anos houve seca fraca a moderada nos territórios em estudo, o que possivelmente prejudicou a colheita dos pequenos agricultores, levando a necessidade da solicitação do garantia-safra.

Com isto, conclui-se que apesar da seca fraca e moderada não prejudicar a produção anual nestes territórios, como destacado no tópico anterior, estas categorias de seca geram impactos sobre os cultivos dos pequenos produtores. Isto indica que estes pequenos produtores são os mais vulneráveis as categorias de seca fraca e moderada.

Destaca-se ainda que nos anos de 2014 e 2019 a precipitação acumulada anual ficou muito acima do normal para a região. Apesar de nestes dois anos os territórios estarem predominantemente em seca fraca ou moderada, períodos de veranicos podem ser intercalados de chuvas acima da média, como já discutido. Com isto, é possível que nestes dois anos o pagamento do garantia-safra aos pequenos produtores também esteja relacionado ao excesso de chuva.

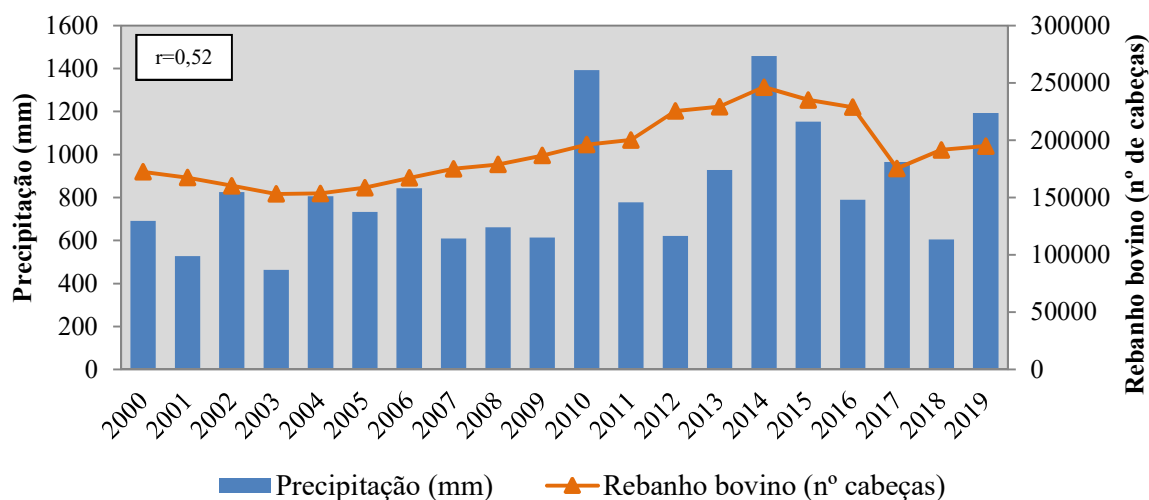
6.2.3 Pastagens

a) Agreste Central

Não foi possível obter dados de monitoramento de pastagens para os territórios do estado de Sergipe no período estabelecido para este estudo. No entanto, buscou-se verificar impactos neste setor a partir de dados da pecuária, especialmente rebanho bovino e produção de leite.

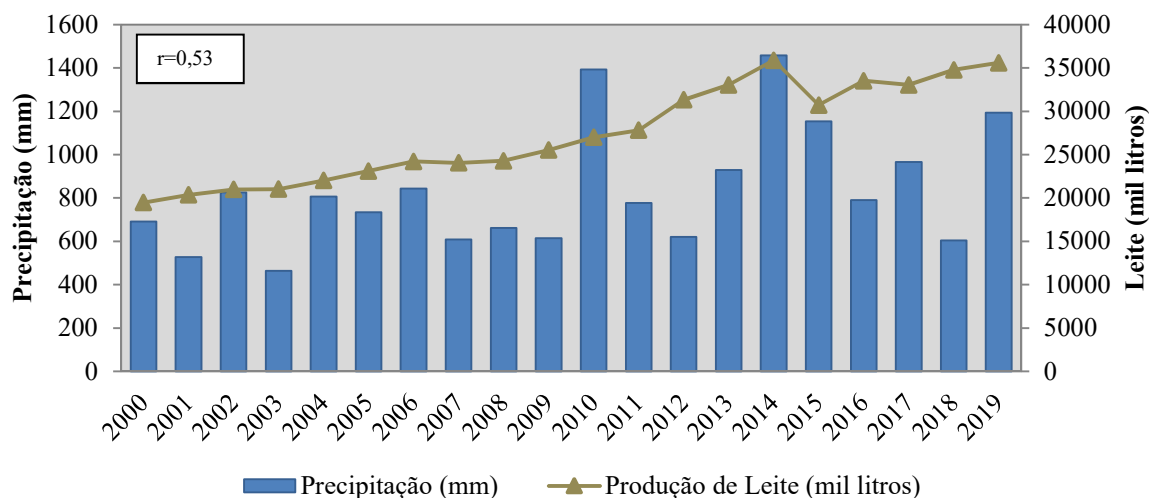
As Figuras 24 e 25 representam os gráficos de correlação entre precipitação anual e dados da pecuária para o território Agreste Central.

Figura 24. Gráfico de precipitação anual (mm) x rebanho bovino (nº cabeças) para o território Agreste Central.



Fonte: SERHMA, 2021; SIDRA, 2021b.

Figura 25. Gráfico de precipitação anual (mm) x produção de leite (mil litros) para o território Agreste Central.



Fonte: SERHMA, 2021; SIDRA, 2021b.

Os gráficos apresentaram tendência de crescimento ao longo dos anos, reflexo da expansão pecuária do território Agreste Central. De acordo com Fernandes et al. (2015), entre 1992 e 2013 houve crescimento de 23,3% das áreas de pastagens na região semiárida do estado de Sergipe em decorrência do crescimento do setor pecuário.

Os coeficientes de correlação obtidos foram $r = 0,52$ para o rebanho bovino e $r = 0,53$ para produção de leite. Estes coeficientes indicam que existe correlação direta e regular entre a precipitação anual e os dados da pecuária no território Agreste Central.

Resultado parecido foi obtido por Lucena et al. (2013) no município de Caicó do estado do Rio Grande do Norte. Os autores obtiveram coeficiente de correlação de Pearson igual a 0,542 entre a precipitação e rebanho bovino e 0,535 entre precipitação e produção de leite.

No Agreste Central houve redução do rebanho bovino e da produção de leite a partir de 2014, quando o Monitor de Secas passou a monitorar a evolução das secas no estado de Sergipe. Em 2019 a produção de leite voltou ao patamar observado em 2014, possivelmente em decorrência da melhora na situação das secas neste ano. O rebanho bovino, por outro lado, permaneceu abaixo do registrado em 2014.

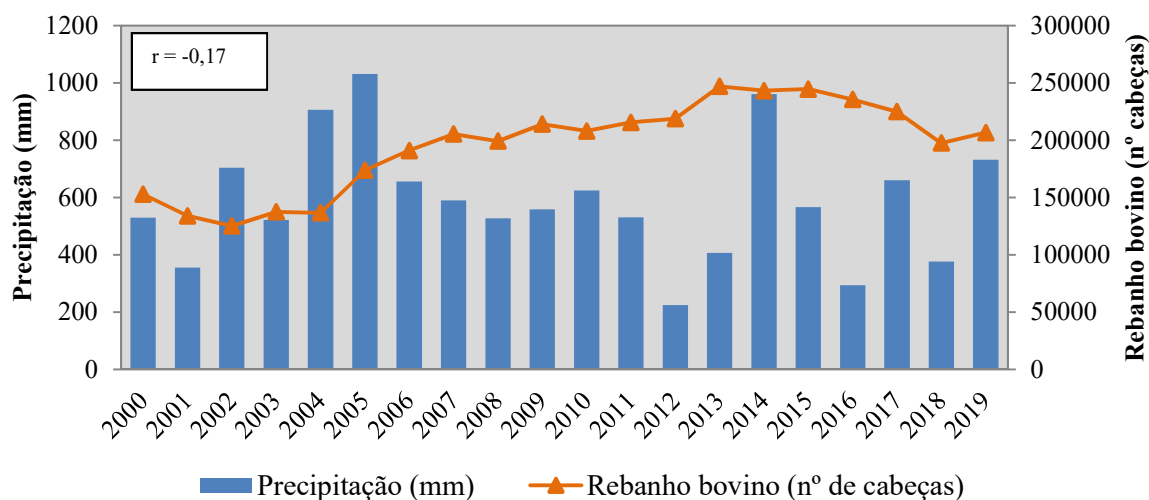
Além disso, verificou-se que apesar de nos anos 2017 e 2019 ter ocorrido melhora na situação da seca neste território, que refletiu em melhora na produção agrícola, não houve recuperação do número do rebanho bovino. Isto indica que neste setor da pecuária os impactos de seca são de longo prazo e não refletem em curto prazo melhoras na situação das secas, a exemplo do que ocorre na agricultura.

De acordo com documento do Banco Mundial (2015), a agricultura e as pastagens sofrem impactos de curto prazo, isto é, estes dois setores possuem uma resposta mais rápida quando ocorre redução da severidade das secas. Desta forma, observou-se que os dados da pecuária não refletem os impactos de secas nas pastagens. Os resultados obtidos para o Alto Sertão e Centro-Sul corroboram com esta observação.

b) Alto Sertão

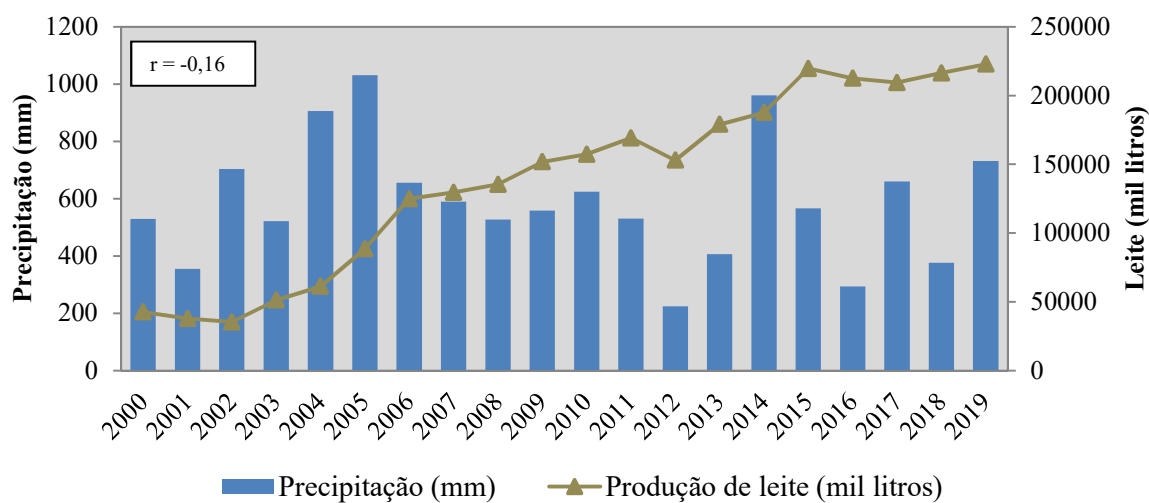
As Figuras 26 e 27 representam a correlação entre a precipitação anual dados da pecuária no território Alto Sertão.

Figura 26. Gráfico de precipitação anual (mm) x rebanho bovino (nº cabeças) para o território Alto Sertão.



Fonte: SERHMA, 2021; SIDRA, 2021b.

Figura 27. Gráfico de precipitação anual (mm) x produção de leite (mil litros) para o território Alto Sertão.



Fonte: SERHMA, 2021; SIDRA, 2021b.

As correlações obtidas para o rebanho bovino e a produção de leite foram $r = -0,17$ e $r = -0,16$, respectivamente, que indicam correlação inversa e fraca entre as variáveis correlacionadas.

Na Figura 22 verificou-se que houve redução do rebanho bovino no ano de 2016, possivelmente relacionado ao agravamento da seca neste ano. No ano seguinte, apesar da melhora na severidade da seca, o rebanho permaneceu abaixo do registrado em 2014.

Com isto, a inexistência de correlação direta entre a precipitação e os dados da

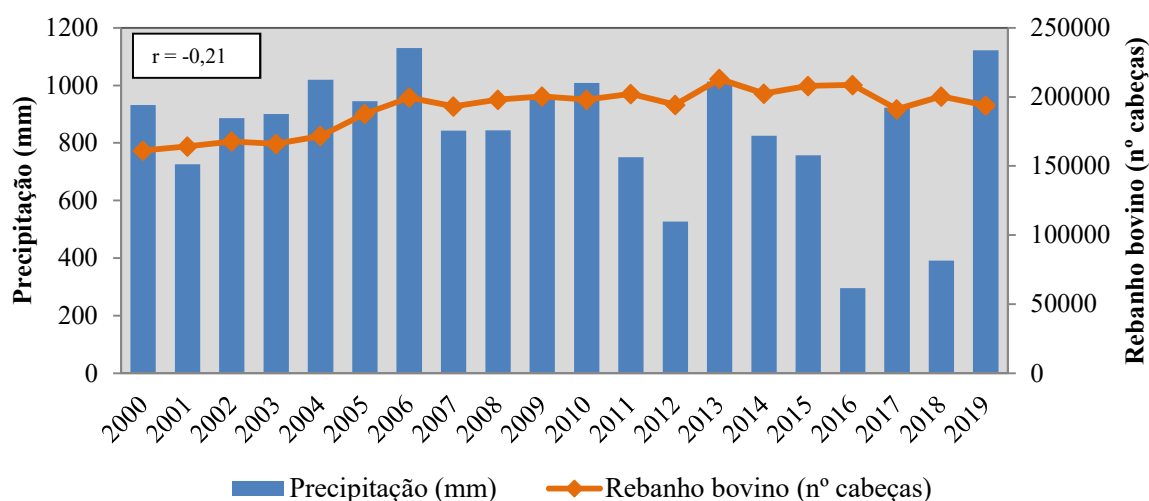
pecuária pode estar associado a alguns fatores: uso de ração animal e outros insumos nos anos mais secos, para compensar possíveis perdas de pastagens; as perdas no setor pecuário necessitam de maior tempo para apresentar recuperação.

Resultado semelhante foi observado no Centro-Sul, como destacado no tópico a seguir.

c) Centro-Sul

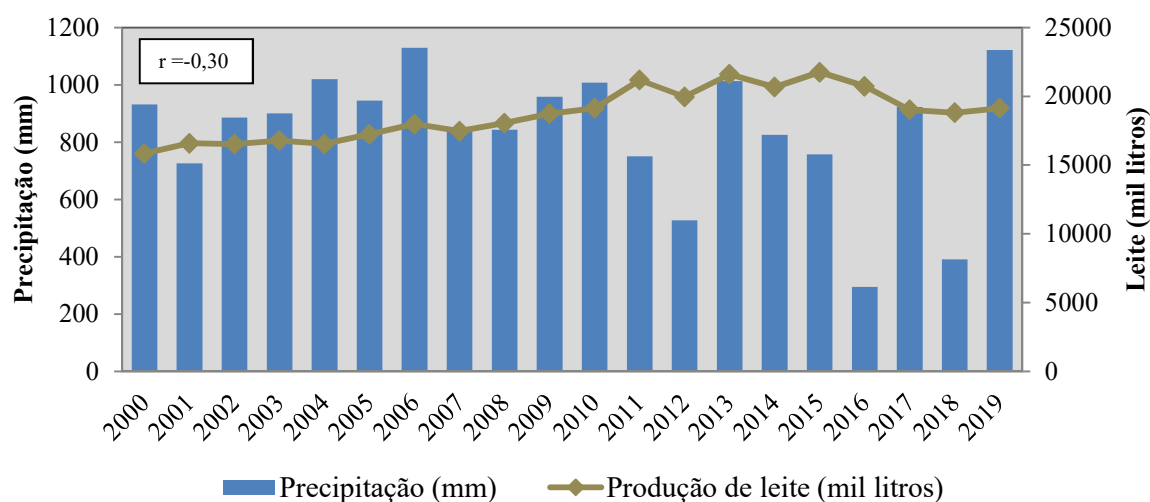
As Figuras 28 e 29 representam a correlação entre precipitação anual e os dados da pecuária no território Centro-Sul.

Figura 28. Gráfico de precipitação anual (mm) x rebanho bovino (nº cabeças) para o território Centro-Sul.



Fonte: SERHMA, 2021; SIDRA, 2021b.

Figura 29. Gráfico de precipitação anual (mm) x produção de leite (mil litros) para o território Centro-Sul.



Fonte: SERHMA, 2021; SIDRA, 2021b.

Os coeficientes de correlação obtidos no Centro-Sul foram $r = -0,21$ para precipitação e rebanho bovino e $r = -0,30$ para precipitação e produção de leite. Estes coeficientes indicam correlação inversa e fraca entre as variáveis estudadas.

Os resultados da pecuária para os territórios estudados não foram suficientes para identificar impactos de secas nas pastagens. Portanto, sugerem-se novos estudos neste setor, a fim de identificar como as pastagens são impactadas pelas categorias de severidade de seca do Monitor de Seca.

6.3 Impactos hidrológicos

6.3.1 Reservatórios

a) Agreste Central

O território Agreste Central possui cinco reservatórios monitorados pela ANA, por meio do Sistema de Acompanhamento de Reservatório (SAR). São estes: Alagadiço, Ribeirópolis, Itabaiana, Coité e Carira.

O monitoramento destes reservatórios a princípio é realizado mensalmente. No entanto, no período selecionado para este estudo verificou-se diversas falhas no monitoramento, uma vez que entre julho de 2014 e dezembro de 2020 foram realizadas em

média apenas 29 medições de volume nestes cinco reservatórios. Os resultados dessas medições podem ser observados no Apêndice E.

Por se tratar de uma amostra reduzida, foram elaboradas apenas as tabelas de contingência para cada reservatório, não sendo possível aplicar o teste do qui-quadrado nem calcular os coeficientes de contingência.

A Tabela 16 a seguir representa a tabela de contingência para situação hídrica do reservatório Alagadiço e as categorias de seca no território Agreste Central

Tabela 16. Tabela de contingência para a situação hídrica do reservatório Alagadiço e as categorias de secas do Agreste Central.

Categoria de Seca	Normal	Atenção	Alerta	Emergência	Total
Sem Seca	-	-	-	-	-
Seca Fraca	-	-	2	4	6
Seca Moderada	4	-	1	4	9
Seca Grave	4	-	-	5	9
Seca Extrema	-	-	1	3	4
Seca Excepcional	-	-	-	3	3
Total	8 (25,8%)	-	4 (12,9%)	19(61,3%)	31

Na Tabela 16 verificou-se que das 31 observações, 19 (61,3%) correspondem à situação de Emergência, 8 observações para situação Normal e 4 observações para situação de Alerta.

No Apêndice E é possível verificar que de agosto de 2015 a dezembro de 2016 o reservatório Alagadiço estava predominantemente em situação de emergência, o que possivelmente foi decorrente da seca extrema e excepcional observada neste período.

Entre os anos de 2017 e 2018 só foram realizadas duas medições do volume deste reservatório, a falta de monitoramento impossibilitou a verificação do comportamento deste reservatório em relação às categorias de secas registradas nos anos de 2017 e 2018.

Em 2019, o reservatório passou a ser monitorado novamente. Verificou-se que neste ano o reservatório permaneceu em situação normal durante todo ano. Esta melhora da situação pode estar associada à redução da severidade da seca no Agreste Central, uma vez que neste ano este território estava em seca moderada e seca fraca.

As Tabelas 17, 18, 19 e 20 representam as tabelas de continência para as categorias de seca do Agreste Central e os reservatórios Ribeirópolis, Itabaiana, Coité e Carira, respectivamente.

Tabela 17. Tabela de contingência para a situação hídrica do reservatório Ribeirópolis e as categorias de secas do Agreste Central.

Categoria de Seca	Normal	Atenção	Alerta	Emergência	Total
Sem Seca	-	-	-	-	-
Seca Fraca	6	-	-	-	6
Seca Moderada	8	-	-	-	8
Seca Grave	8	-	-	-	8
Seca Extrema	4	-	-	-	4
Seca Excepcional	3	-	-	-	3
Total	29 (100%)	-	-	-	29

Tabela 18. Tabela de contingência para a situação hídrica do reservatório Itabaiana e as categorias de secas do Agreste Central.

Categoria de Seca	Normal	Atenção	Alerta	Emergência	Total
Sem Seca	-	-	-	-	-
Seca Fraca	2	-	-	-	2
Seca Moderada	8	1	-	-	9
Seca Grave	7	-	-	-	7
Seca Extrema	4	-	-	-	4
Seca Excepcional	3	-	-	-	3
Total	24 (96%)	1(4%)	-	-	25

Tabela 19. Tabela de contingência para a situação hídrica do reservatório Coité e as categorias de secas do Agreste Central.

Categoria de Seca	Normal	Atenção	Alerta	Emergência	Total
Sem Seca	-	-	-	-	-
Seca Fraca	6	-	-	-	6
Seca Moderada	9	-	-	-	9
Seca Grave	9	-	-	-	9
Seca Extrema	4	-	-	-	4
Seca Excepcional	3	-	-	-	3
Total	31 (100%)	-	-	-	31

Tabela 20. Tabela de contingência para a situação hídrica do reservatório Carira e as categorias de secas do Agreste Central.

Categoria de Seca	Normal	Atenção	Alerta	Emergência	Total
Sem Seca	-	-	-	-	-
Seca Fraca	7	-	-	-	7
Seca Moderada	9	-	-	-	9
Seca Grave	9	-	-	-	9
Seca Extrema	3	1	-	-	4
Seca Excepcional	3	-	-	-	3

Total	31 (96,9%)	1(3,1%)	-	-	32
--------------	------------	---------	---	---	----

Verificou-se que no período monitorado os reservatórios Ribeirópolis, Itabaiana, Coité e Carira estavam frequentemente em situação normal, mesmo quando houve piora da categoria de seca. Estes reservatórios estão inseridos na Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe, que apresenta situação hídrica mais favorável, conforme pode ser observado no mapa da Figura 11.

Outra observação é que os reservatórios Alagadiço e Coité, apesar de pertencerem ao mesmo município e estarem inseridos na mesma bacia hidrográfica, apresentaram resultados diferentes. O reservatório Alagadiço apresentou maiores impactos relacionados ao agravamento da seca na região, enquanto que o reservatório Coité apresentou situação normal no período de monitoramento.

Além dos cinco reservatórios do território Agreste Central monitorados pela ANA, a SERHMA realiza o monitoramento da barragem Governador João Alves Filho, também localizada neste território. Este monitoramento possui dados disponíveis a partir de 2018. Além do curto período, também se observaram falhas no monitoramento, o que resultou em uma amostra reduzida.

Por conta da baixa quantidade de dados, não foi possível aplicar o teste do qui-quadrado e calcular o coeficiente de contingência. A Tabela 21 a seguir representa a tabela de contingência da situação hídrica da barragem Governado João Alves Filho e as categorias de secas do Agreste Central.

Tabela 21. Tabela de contingência para a situação hídrica da barragem Governador João Alves Filho e as categorias de secas do Agreste Central.

Categoria de Seca	Normal	Atenção	Alerta	Emergência	Total
Sem Seca	-	-	-	-	-
Seca Fraca	3	-	-	-	3
Seca Moderada	10	1	-	-	11
Seca Grave	3	-	-	4	7
Seca Extrema	-	3	-	-	3
Seca Excepcional	-	-	-	-	-
Total	16 (66,7%)	4(16,65%)	-	4(16,65%)	24

A barragem Governador João Alves Filho apresentou situação Normal em maior frequência, 66,7%. As demais observações corresponderam à situação de Atenção

(16,65%) e Emergência (16,65%), estando associadas, respectivamente, às categorias seca extrema e seca grave.

No Apêndice A, verifica-se que nos meses setembro e dezembro de 2018 e janeiro de 2019, o território Agreste Central estava em seca extrema, neste período a barragem Governador João Alves Filho estava em situação de atenção. Nos meses seguintes a seca regrediu para categoria seca grave, no entanto, a precipitação observada neste período provavelmente não foi suficiente para melhorar a situação da barragem, que passou para situação de emergência. Ainda no Apêndice A observa-se que os desvios de precipitação para o município de Itabaiana nos meses abril e maio de 2019 foram, respectivamente, -20% e -64%. Esta observação explica porque foi observado situação de emergência para seca grave e situação de atenção para seca extrema, apesar de a seca extrema corresponder à categoria mais severa de seca do que a grave.

b) Alto Sertão

O território do Alto Sertão possui três reservatórios monitorados pela ANA: Algodoeiro, Glória e Lagoa do Rancho. Os três estão inseridos na Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco.

As Tabelas 22, 23 e 24 representam a tabela de contingência para os reservatórios Algodoeiro, Glória e Lagoa do Rancho, respectivamente. Por se tratar de uma amostra reduzida, decorrente da falta de monitoramento constante, não foi possível aplicar o teste do qui-quadrado e calcular o coeficiente de contingência para estas duas tabelas.

Tabela 22. Tabela de contingência para a situação hídrica do reservatório Algodoeiro e as categorias de secas do Alto Sertão.

Categoria de Seca	Normal	Atenção	Alerta	Emergência	Total
Seca Fraca	1	-	-	-	-
Seca Moderada	6	-	-	-	-
Seca Grave	14	-	-	-	-
Seca Extrema	6	-	1	-	-
Seca Excepcional	4	-	-	-	-
Total	31(96,9%)	-	1(3,1%)	-	32

Verificou-se que o reservatório Algodoeiro, durante o período de monitoramento, permaneceu em situação normal. Observou-se apenas uma ocorrência de situação de alerta correspondente à categoria de seca extrema. A predominância de situação normal também

foi observada para o reservatório Glória, conforme Tabela 23.

Tabela 23. Tabela de contingência para a situação hídrica do reservatório Glória e as categorias de secas do Alto Sertão

Categoria de Seca	Normal	Atenção	Alerta	Emergência	Total
Seca Fraca	1	-	-	-	1
Seca Moderada	6	-	-	-	6
Seca Grave	13	-	-	-	13
Seca Extrema	7	-	-	-	7
Seca Excepcional	4	-	-	-	4
Total	31 (100%)	-	-	-	31

O reservatório Glória permaneceu em situação normal durante o período de monitoramento. Este resultado diferiu do observado no reservatório Lagoa do Rancho, como pode ser observado na Tabela 24.

Tabela 24. Tabela de contingência para a situação hídrica do reservatório Lagoa do Rancho e as categorias de secas do Alto Sertão.

Categoria de Seca	Normal	Atenção	Alerta	Emergência	Total
Seca Fraca	-	-	1	-	1
Seca Moderada	3	-	3	-	6
Seca Grave	5	3	4	1	13
Seca Extrema	-	-	7	-	7
Seca Excepcional	-	-	4	-	4
	8(25,8%)	3(9,7%)	19(61,4%)	1(3,1%)	31

Durante o período de monitoramento observou-se que o reservatório Lagoa do Rancho ficou frequentemente em situação de alerta. No Apêndice B e E é possível observar que esta situação de alerta permaneceu durante as categorias de secas extrema e excepcional registradas nos anos de 2015 e 2016.

Em 2017 e 2018 o monitoramento foi baixíssimo, o que impossibilitou ter conhecimento da situação deste reservatório neste período. No ano seguinte, em 2019, o reservatório passou a ser monitorado regularmente, sendo possível verificar que neste ano o reservatório permaneceu, predominantemente, em situação normal. Esta melhora possivelmente está associada à redução da severidade da seca, já que neste ano o Alto Sertão ficou em situação de seca moderada a grave.

Apesar de pertencerem à mesma bacia hidrográfica e estarem no mesmo território,

a situação do reservatório Lagoa do Rancho foi pior que o Algodoeiro e Glória para o período observado. Isto possivelmente pode estar relacionado a alguns fatores: o reservatório Lagoa do Rancho possui capacidade de armazenamento menor; volume retirado de cada reservatório pode ser diferente.

c) Centro-Sul

No território Centro-Sul dois reservatórios são monitorados pela SERHMA: barragem Governado Dionísio Machado no Município de Lagarto e a barragem Jabiberi localizada no município de Tobias Barreto. Foram obtidos dados de monitoramento referente aos anos 2018, 2019 e 2020 destes dois reservatórios. O curto período de monitoramento e as falhas existentes resultaram em uma amostra reduzida, que impossibilitou aplicar o teste do qui-quadrado e calcular o coeficiente de contingência.

Foram elaboradas tabelas de contingência para cada um destes reservatórios, e estão apresentadas nas Tabelas 25 e 26.

Tabela 25. Tabela de contingência para a situação hídrica da barragem Governador Dionísio Machado e as categorias de secas do Centro-Sul.

Categoria de Seca	Normal	Atenção	Alerta	Emergência	Total
Sem Seca	-	-	-	-	-
Seca Fraca	4	-	-	-	4
Seca Moderada	13	-	-	-	13
Seca Grave	7	-	-	1	8
Seca Extrema	4	-	-	-	4
Seca Excepcional	-	-	-	-	-
Total	28 (96,6%)	-	-	1(3,4%)	29

Tabela 26. Tabela de contingência para a situação hídrica da barragem do Jabiberi e as categorias de secas do Centro-Sul.

Categoria de Seca	Normal	Atenção	Alerta	Emergência	Total
Sem Seca	-	-	-	-	-
Seca Fraca	4	-	-	-	4
Seca Moderada	12	-	-	-	12
Seca Grave	4	-	-	1	5
Seca Extrema	-	-	1	1	2
Seca Excepcional	-	-	-	-	-
Total	20(87%)	-	1(4,3%)	2(8,7%)	23

É possível observar que estes dois reservatórios, durante o período de monitoramento, frequentemente estavam em situação normal. No entanto, observou-se uma ocorrência de situação de emergência para a barragem Governador Dionísio Machado, correspondente a categoria de seca grave. Além disso, na barragem do Jabiberi verificaram-se duas ocorrências de situação de emergência correspondentes às categorias seca grave e seca extrema, e uma situação de alerta correspondente à categoria de seca extrema.

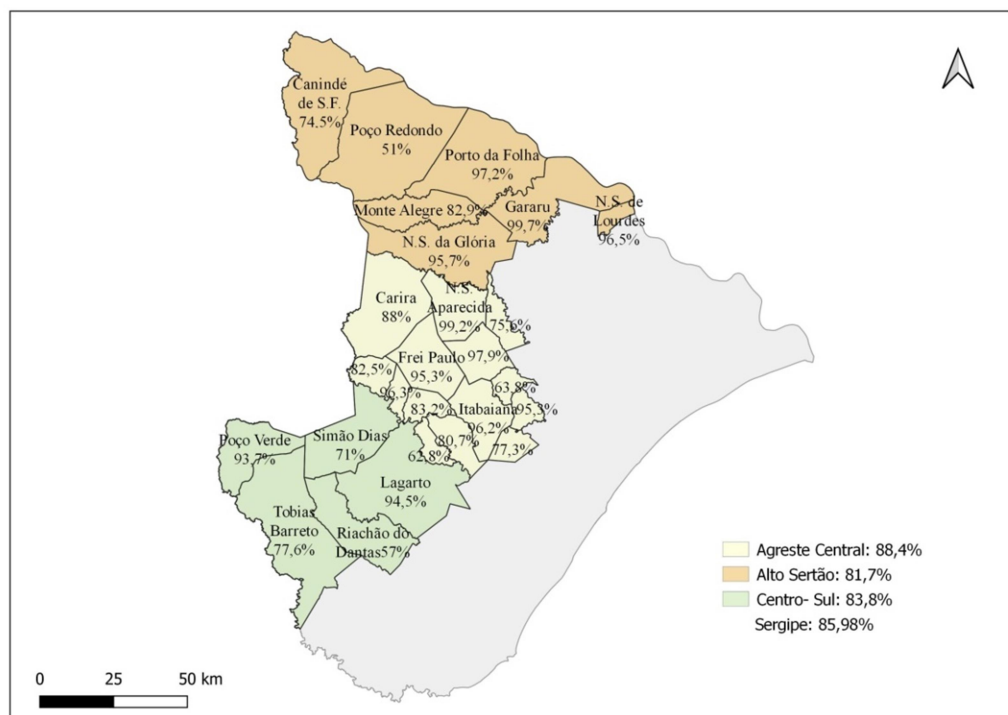
Verificou-se que a barragem do Jabiberi apresentou situação pior em comparação à barragem Governador Dionísio Machado. Isto pode ser decorrente de alguns fatores: as duas barragens estão inseridas em bacias hidrográficas distintas; o volume da barragem Governador Dionísio Machado é 15,0 hm³, enquanto que a barragem do Jabiberi possui 4,3 hm³ de capacidade. Outro ponto a ser destacado é que, conforme apresentado no mapa da Figura 11, estes reservatórios estão localizados em bacia hidrográfica com situação crítica a deficitária, com isto, alguns impactos podem estar relacionados ao uso dos recursos hídricos.

Ao analisar os três territórios identificaram-se impactos hídricos em alguns reservatórios. A redução do volume disponível destes reservatórios está associada, principalmente, as categorias de seca grave, extrema e excepcional. No entanto também se observou impactos relacionados às categorias seca fraca e seca moderada, sobretudo nos reservatórios Alagadiço, no Agreste Central, e Lagoa do Rancho, no Alto Sertão. Estes dois reservatórios apresentaram situação de emergência e alerta em maior frequência, mesmo quando houve redução de categorias de severidade de seca. Isto sugere que os impactos destes dois reservatórios podem estar relacionados a outros fatores e não ao agravamento da seca. Podendo, por exemplo, estar associado ao volume retirado destes reservatórios.

6.3.2 Abastecimento público de água

O mapa da Figura 30 indica o índices de abastecimento público dos municípios que integram os territórios Agreste Central, Alto Sertão e Centro-Sul, de acordo com último levantamento do SNIS.

Figura 30. Mapa de indicadores de abastecimento de água da rede pública para os territórios Alto Sertão, Agreste Central e Centro-Sul.



Fonte: SNIS, 2019.

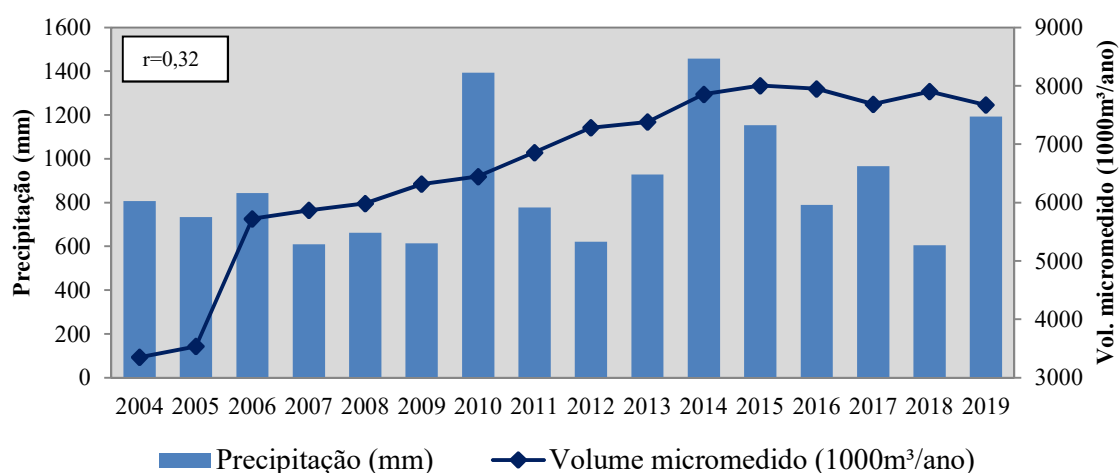
O maior índice de abastecimento de água corresponde ao território Agreste central (88,4%), seguido do Centro-Sul (83,8%) e Alto Sertão (81,7%). Apesar destes indicadores estarem próximos ao índice médio do estado de Sergipe (85,98%), alguns municípios possuem índices de abastecimento de água muito abaixo da média estadual, a exemplo dos municípios Poço Redondo, localizado no Alto Sertão (51%), São Domingos no Agreste Central (62,8%) e Riachão do Dantas no Centro-Sul (57%).

Entende-se que a população sem acesso ao sistema de abastecimento público é a mais vulnerável aos efeitos das secas, pois dependem de sistemas alternativos como poços artesianos e captação de água da chuva. No entanto, a depender a severidade das secas, o sistema de abastecimento público também pode sofrer impactos, em decorrência da redução dos volumes disponíveis nos mananciais abastecedores.

Neste contexto, neste trabalho pesquisou-se a correlação existente entre precipitação anual e volume anual micromedido pela companhia de abastecimento público de água, disponibilizados pelo SNIS, a fim verificar se houve redução do volume micromedido nos anos de seca mais severa.

As Figuras 31, 32 e 33 representam os gráficos da relação precipitação x volume micromedido para os territórios Agreste Central, Alto Sertão e Centro-Sul, respectivamente. Observou-se que no geral os três gráficos apresentam tendência de crescimento ao longo dos anos, estando associado à expansão da rede de abastecimento público.

Figura 31. Gráfico precipitação (mm) X volume micromedido (1000m³/ano) para o território Agreste Central.

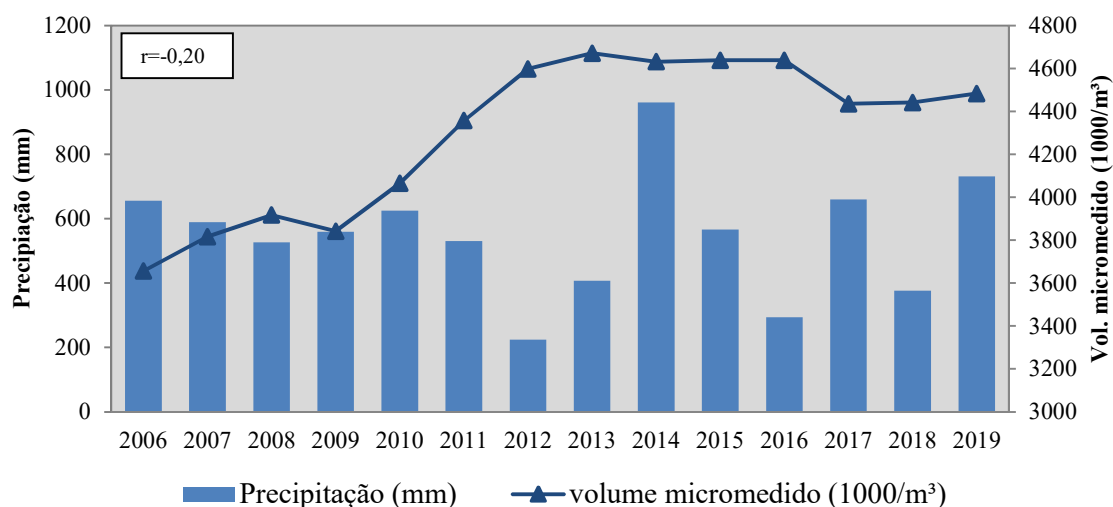


Fonte: SERHMA, 2021; SNIS, 2021.

O coeficiente de correlação existente entre precipitação anual e o volume micromedido no território Agreste Central é $r = 0,32$. O sinal positivo deste coeficiente indica correlação direta, isto é, quando a precipitação aumenta, o volume micromedido também aumenta. O inverso também é verdadeiro, ou seja, quando há redução do volume de chuva, há redução do volume micromedido. Apesar de verificar a existência de correlação direta e regular entre estas duas variáveis, o valor encontrado ficou próximo do limite da correlação fraca.

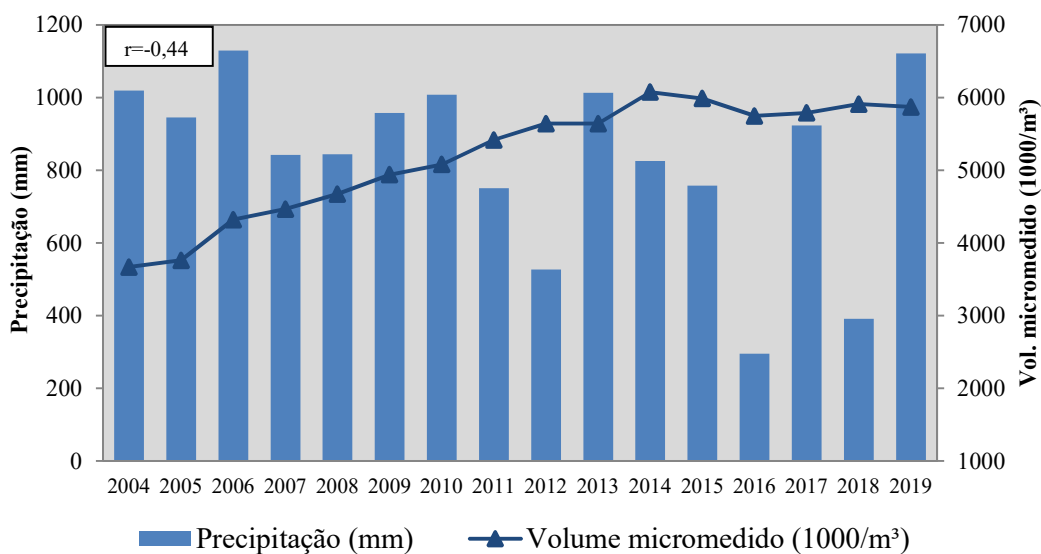
Resultado oposto foi verificado para os territórios Alto Sertão e Centro-Sul, como é possível observar nas Figuras 32 e 33.

Figura 32. Gráfico precipitação (mm) X volume micromedido (1000m³/ano) para o território Alto Sertão.



Fonte: SERHMA, 2021; SNIS, 2021.

Figura 33. Gráfico precipitação (mm) X volume micromedido (1000m³/ano) para o território Centro-Sul.



Fonte: SERHMA, 2021; SNIS, 2021.

O coeficiente de correlação existente entre precipitação anual e volume micromedido no território Alto Sertão foi $r = -0,20$, o que indica existir correlação fraca entre as duas variáveis estudadas. O sinal negativo indica que esta correlação é inversa, ou seja, quando uma variável aumenta a outra diminui.

Para o território Centro-Sul, o coeficiente de contingência foi $r = -0,44$, que consiste

em um coeficiente regular. Já o sinal negativo indica correlação inversa, igualmente ao observado no Alto Sertão.

Períodos considerados secos, de baixa precipitação, temperaturas elevadas e alta evapotranspiração, ocorrem mudanças nos padrões de consumo de água. Em geral há aumento do consumo, decorrente da necessidade de mais banhos durante o dia para minimizar o calor, necessidade de regar jardins e plantações, e aumento da procura por opções de lazer.

Esta relação inversa foi observada nos territórios Alto Sertão e Centro-Sul, com coeficiente fraco e regular, respectivamente. Entre os fatores mencionados no parágrafo anterior, este aumento do consumo relacionado à redução da precipitação pode estar associado também à substituição do sistema de captação de águas pluviais pela água da rede pública. Diversas residências inseridas no semiárido possuem algum sistema de captação de água pluvial como forma de abastecimento complementar ao abastecimento público. Quando ocorre a falta de chuva por período prolongado, os sistemas de captação ficam prejudicados, o que possivelmente leva a dependência apenas da rede de água pública.

Ao contrário do Alto Sertão e Centro-Sul, o Agreste Central apresentou coeficiente de correlação direto. No Mapa da Figura 30 é possível observar que o índice de abastecimento de água é maior no território Agreste Central, em comparação aos demais. Isto indica que neste território existem mais pessoas dependentes do sistema de abastecimento público. Adicionalmente, o sistema de abastecimento do Agreste Central tem como um dos principais mananciais abastecedores a barragem Governador João Alves Filho. Na Tabela 18 verificou-se que este reservatório apresentou redução do volume disponível por consequência do agravamento da seca no território Agreste Central.

A redução dos volumes dos mananciais, geralmente, implicam em interrupções e/ou rodízio do fornecimento de água. Em 2014, a seca no estado de São Paulo levou a uma grande crise hídrica. A redução do volume disponível nos mananciais comprometeu o abastecimento público de água, reduzindo o volume distribuído e levando algumas cidades a depender de caminhão pipa (Marengo et al, 2015). De maneira complementar, avaliação realizada pela ANA no final de 2016 constatou que o agravamento das secas provocou o colapso de sistemas de abastecimento de 79 cidades da região Nordeste, afetando cerca de 512 mil habitantes (GONDIM et al, 2017).

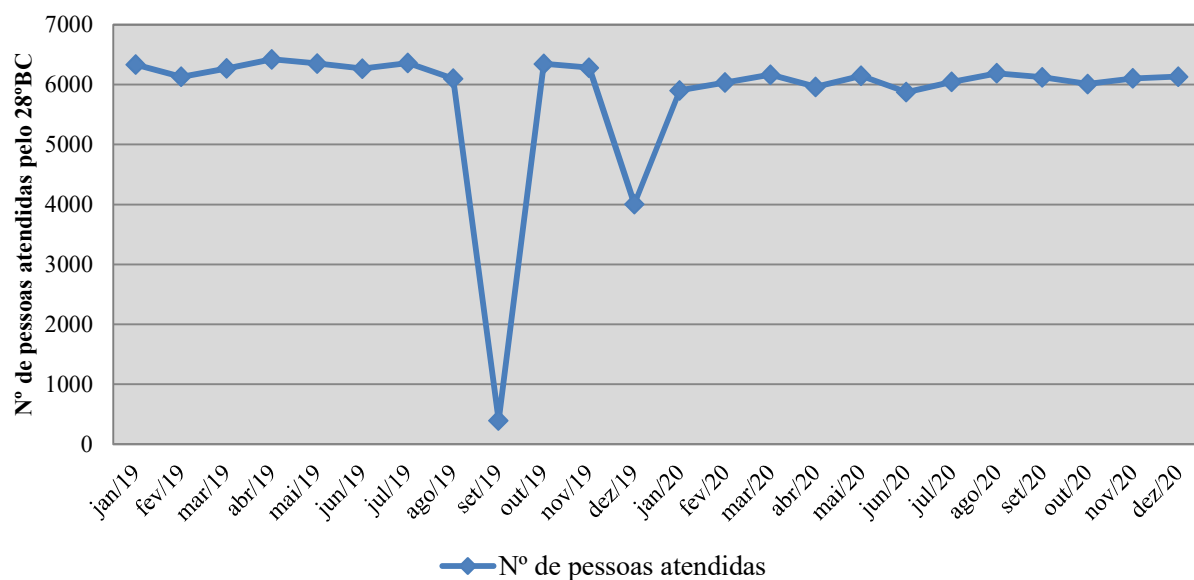
Desta forma é possível que o agravamento da seca no Agreste Central tenha

prejudicado o fornecimento de água da rede pública, o que possivelmente resultou em redução do volume micromedido neste território.

6.3.3 Abastecimento emergencial de água.

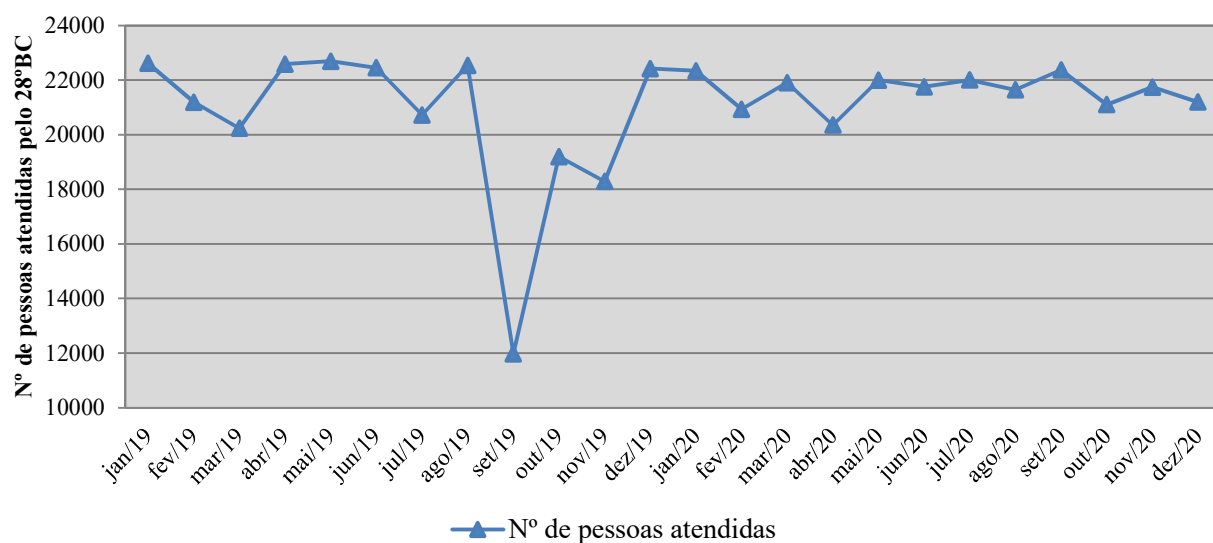
As Figuras 34, 35 e 36 representam o número de pessoas mensalmente atendidas pelo 28ºBC nos territórios Agreste Central, Alto Sertão e Centro-Sul, respectivamente. Os dados consultados são referentes a 2019 a 2020.

Figura 34. Gráfico do número de pessoas atendidas mensalmente com caminhão pipa no Agreste Central.



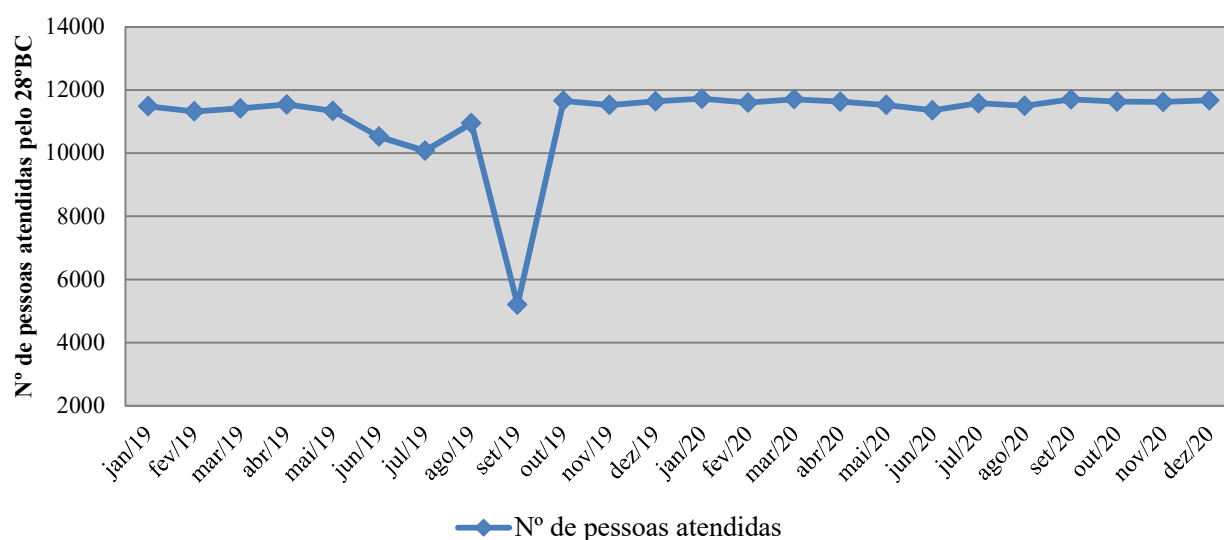
Fonte: 28ºBC, 2021.

Figura 35. Gráfico do número de pessoas atendidas mensalmente com caminhão pipa no Alto Sertão.



Fonte: 28ºBC, 2021.

Figura 36. Gráfico do número de pessoas atendidas mensalmente com caminhão pipa no Centro-Sul.



Fonte: 28ºBC, 2021.

Em geral os três gráficos variaram pouco mensalmente, com exceção do número registrado em setembro de 2019, quando os três territórios estavam em seca moderada, e dezembro de 2019, quando estavam em seca grave. Não é possível afirmar que o número de pessoas atendidas está relacionado ao agravamento da seca, uma vez que o fornecimento emergencial permaneceu constante mesmo quando houve redução das categorias de seca, a exemplo do observado em 2020 quando os três territórios estavam em

seca fraca a moderada.

Outro ponto observado é que o número de pessoas atendidas com abastecimento emergencial foi maior no Alto Sertão, em média 21.000 pessoas foram atendidas mensalmente neste território. No Agreste Central e no Centro-Sul a média foi menor, 5.830 e 11.163, respectivamente. Estes números possivelmente estão relacionados ao índice de abastecimento público de água, já que este índice é menor no Alto Sertão. Além disso, no Apêndice F é possível constatar que a maior população atendida corresponde ao município de Poço Redondo, cujo índice de abastecimento público de água é 51%. Isto sugere que o abastecimento emergencial realizado pelo 28ºBC possivelmente está mais relacionado ao índice de abastecimento de água dos municípios.

De acordo com o relatório do Depec realizado em 2020, a situação de maior vulnerabilidade hídrica dos povoados é motivada pela ausência de sistema de abastecimento público, poços artesianos e/ou dessalinizadores e interrupção do sistema de abastecimento de água em períodos secos. Em geral, estes povoados dependem da captação de água da chuva e de pequenos açudes e barreiros utilizados no consumo animal. Com o agravamento da seca, o sistema de captação é comprometido e os açudes e barreiros tem o volume reduzido ou acabam secando. Desta forma, o abastecimento emergencial com caminhão pipa torna-se a única solução.

Na apresentação da área de estudo, a Figura 11 aborda as categorias de balanço hídrico das bacias hidrográficas do estado de Sergipe. Neste mapa é possível observar que o território Alto Sertão está inserido na Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco, que apresentou situação superavitária como resultado do balanço hídrico, isto é, o volume de água disponível nesta bacia supera as demandas. Apesar desta situação mais confortável em detrimento as demais bacias hidrográficas do estado, nesta pesquisa observou-se que o Alto Sertão apresenta maior vulnerabilidade hídrica no abastecimento humano e animal.

A Tabela 27 representa o volume distribuído por caminhão pipa mensalmente nos municípios do Alto Sertão nos anos 2017, 2018 e 2019. Os meses não inseridos nesta tabela correspondem ao período onde não houve abastecimento de água pela Depec.

Tabela 27. Volume de água (m³) distribuído em caminhão pipa nos municípios do território Alto Sertão pela Depec.

Mês	Canindé de S. F.	Poço Redondo	Monte Alegre de Sergipe	Porto da Folha	Gararu	N.S. da Glória	Total
mar/17	2.555,80	3.758,10	2.432,60	5.061,10	2.555,80	1.166,80	17.530,20
abr/17	2.555,80	3.709,80	2.443,40	5.076,10	2.555,80	1.106,00	17.446,90
mai/17	2177,10	4213,80	2296,30	5297,20	2177,10	-	16.161,50
jun/17	-	2772,18	-	3331,17	1344,00	-	7.447,35
jul/17	-	2761,42	-	3376,17	1232,00	-	7.369,59
ago/17	2498,73	3129,03	-	-	1852,50	-	7.480,26
out/18	2535,07	3125,23	-	-	1832,00	-	7.492,30
nov/18	2412,00	3182,00	1142,00	3343,00	1354,00	741,00	12.174,00
dez/18	2412,00	3182,00	1360,00	3417,00	1696,00	991,00	13.058,00
jan/19	1.989,00	3.201,30	1.382,50	3.350,31	1.679,60	645,90	12.248,61
fev/19	1.427,00	2.110,20	951,80	2.359,54	1.224,40	466,10	8.539,04
mar/19	1.895,00	3.215,10	1.372,80	3.324,37	1.727,60	637,60	12.172,47
Total	22.457,50	38.360,16	13.381,40	37.935,96	21.230,80	5.754,40	139.120,22

Fonte: Depec, 2020.

O maior volume distribuído ocorreu nos meses março e abril de 2017, neste período o território Alto Sertão estava em seca excepcional. No mês de julho de 2017 houve redução da seca para a categoria moderada, o que contribuiu para a redução do volume de água distribuído nos meses seguintes. Entre novembro 2018 a fevereiro de 2019 o Alto Sertão estava na categoria de seca extrema, o que justifica o aumento do volume de água distribuído.

Diferente do observado nos dados do 28ºBC, o volume de água distribuído pelo Depec varia com a alteração de categoria de severidade da seca. Em geral, houve aumento do volume distribuído quanto mais severa à categoria da seca. O município com maior volume distribuído no Alto Sertão foi Poço Redondo, o que corrobora com o índice de abastecimento público de água deste município, que equivale a 51%, menor índice neste território.

O Agreste Central e a região Centro-Sul também receberam abastecimento de água emergencial pela Depec, no entanto em volume menor. No Agreste Central foram distribuídos no município de Carira 3.426 m³ de água entre março e abril de 2017, quando este território estava em seca excepcional. No Centro-Sul houve abastecimento no município Tobias Barreto, onde foram distribuídos 18.226 m³ entre janeiro e abril de 2019. Neste período o Centro-Sul estava em seca extrema.

6.4 Tabela de Impactos de secas

As análises de associação e de correlação permitiram identificar variáveis meteorológicas e impactos de secas associados às categorias de secas do Monitor de Secas. Apesar dos coeficientes de contingência e de correlação variarem de regular e moderado a fraco, foi possível identificar como os impactos de secas variaram em função das categorias de severidade de seca do monitor de seca.

Com base nos resultados obtidos elaborou-se uma nova tabela de impactos de secas do Alto Sertão, Agreste Central e Centro-Sul, sendo esta uma sugestão para adaptação da Tabela de impactos de secas do Monitor de Secas apresentada no Quadro 1. Neste trabalho não foram identificados impactos de secas divergentes do adotado pelo Monitor de Secas, portanto não se observou necessidade de retirar informações da Tabela do Monitor. No entanto, os resultados obtidos nesta pesquisa foram adicionados como sugestão, de forma a melhorar a compreensão dos impactos de secas nos territórios do estado de Sergipe.

O Quadro 9 representa a sugestão de Tabela de Impacto de seca para os territórios Alto Sertão, Agreste Central e Centro-Sul do estado de Sergipe. As informações destacadas em amarelo foram adicionadas com base nos resultados desta pesquisa, as demais informações permaneceram como proposto pelo Monitor de Secas.

Quadro 9. Tabela de Impactos de Secas para os territórios Agreste Central, Alto Sertão e Centro-Sul do estado de Sergipe.

Categoria	Descrição	Impactos possíveis
S0	Seca Fraca	Entrando na seca: veranicos de curto prazo, podendo ser intercalados por precipitações acima do normal; temperaturas médias em torno de 25°; a evapotranspiração está em torno do normal (10% acima ou abaixo do esperado). Há redução do plantio, crescimento de culturas ou pastagens, pequenos produtores podem ser prejudicados, podendo recorrer ao programa garantia-safra. Saindo de seca: alguns déficits hídricos prolongados; o Alto Sertão, Agreste Central e Centro-Sul recebem abastecimento com caminhão pipa do Exército brasileiro, para o uso humano e animal; pastagens ou culturas não completamente recuperadas.
S1	Seca Moderada	Os veranicos podem ser intercalados por precipitações acima do normal; no Alto Sertão a temperatura está mais elevada, podendo ficar acima dos 27°C; a evapotranspiração pode ficar até 30% acima do normal, sobretudo no Alto Sertão.

		Ocorrem alguns danos às culturas e pastagens; pequenos produtores podem ser prejudicados, podendo recorrer ao programa garantia-safra. Córregos, reservatórios ou poços com níveis baixos, algumas faltas de água em desenvolvimento ou iminentes; restrições voluntárias de uso de água solicitada; o Exército brasileiro continua fornecendo água para uso humano e animal nos territórios Alto Sertão, Agreste Central e Centro-Sul; o Depec fornece água com caminhão pipa no Alto Sertão.
S2	Seca Grave	Precipitações muito abaixo do esperado (mais de 50% abaixo do normal); a temperatura no Alto Sertão está acima de 27°C; a evapotranspiração continua elevada. Ocorrem danos às culturas, resultando em redução da safra agrícola anual nos territórios do estado; Escassez de água comum; restrições de águas impostas; alguns reservatórios estão em situação de alerta ou emergência; o sistema de abastecimento público pode ser afetado, resultando em rodízios e interrupções no fornecimento de água, sobretudo no Agreste Central; mais pessoas precisam de abastecimento de água por caminhão pipa.
S3	Seca Extrema	Precipitações muito abaixo do esperado (mais de 50% abaixo do normal); a temperatura no Alto Sertão está acima de 27°C; a evapotranspiração continua elevada; Grandes perdas de culturas/pastagem, provocando grande redução da safra agrícola nos territórios; há aumento do número de produtores que recorrem ao programa garantia-safra. Escassez de água generalizada ou restrições; mais reservatórios em situação de emergência; o sistema de abastecimento público pode ser afetado, resultando em rodízios e interrupções no fornecimento de água; há aumento do volume distribuído com caminhão pipa; o Depec amplia a área de atuação.
S4	Seca Excepcional	Precipitações muito abaixo do esperado (mais de 50% abaixo do normal); a temperatura no Alto Sertão está acima de 27°C; no Agreste Central e Centro-Sul a temperatura está entre 26°C e 27°C; a evapotranspiração continua elevada. Perdas de cultura/pastagem excepcionais e generalizadas, provocando grandes perdas da safra agrícola nos territórios; há aumento do número de produtores que recorrem ao auxílio garantia-safra. Escassez de água nos reservatórios, córregos e poços de água, criando situações de emergência; mais municípios necessitam de abastecimento com caminhão pipa; o Depec amplia a área de atuação.

* As informações destacadas em amarelo foram adicionadas com base nos resultados desta pesquisa, as demais informações permaneceram como proposto pelo Monitor de Secas.

Fonte: Adaptado de ANA, 2020.

Os tópicos a seguir apontam as principais informações adicionadas à proposta de tabela de impacto de seca:

- Foram adicionadas informações de variáveis meteorológicas, como

precipitação, temperatura e evapotranspiração;

- A redução do plantio associados às categorias de seca fraca e moderada prejudicam os pequenos agricultores, não sendo possível observar impacto na safra anual dos territórios;
- Os impactos hidrológicos das categorias seca fraca e seca moderada são decorrentes da necessidade de abastecimento emergencial com caminhão pipa em regiões com deficiência no abastecimento público;
- A partir da categoria seca grave as produções agrícolas passam a sofrer redução, intensificando-se quanto mais severa a categoria de seca avançar; também há redução dos volumes dos reservatórios e piora na situação do abastecimento humano e animal;
- Nas categorias seca extrema e excepcional ocorrem grandes perdas de safras agrícolas, resultando em grandes reduções da produção anual de grãos nos territórios; há redução dos volumes dos reservatórios e agravamento do abastecimento emergencial nos municípios do estado.

Destaca-se que estas informações foram obtidas de estudo realizado em período de tempo específico e a partir de dados disponibilizados neste período. No entanto, a seca é um processo dinâmico, com impactos que variam no espaço e no tempo. Portanto, o estudo de impactos de secas precisa ser constante, a fim de identificar novas tendências de vulnerabilidade às secas. Para isto, faz-se necessário o monitoramento contínuo de variáveis meteorológicas e de impactos de seca, de forma a possibilitar estudos futuros.

A falta de dados em quantidade foi o principal desafio para alcançar o objetivo proposto. Apesar do Formulário Mínimo Padrão utilizado pelo Monitor de Secas coletar e armazenar informações de impactos de seca, sabe-se que o número de formulários preenchidos mensalmente é baixo e a maioria dos municípios não participa deste processo. Além disso, as respostas dos formulários variam com a percepção do observador. É imprescindível o monitoramento constante e a integração em um único banco de dados informações hídricas, de pastagens, cultivos e entre outros, que possibilitem a realização de estudos futuros sobre impactos de secas no estado, a exemplo do Repórter de Impacto de Secas utilizado no Monitor de Secas dos Estados Unidos.

7 CONCLUSÃO

As secas são fenômenos naturais que ocorrem em diversas partes do mundo e afetam vários setores. Em Sergipe, a região semiárida é a mais afetada pela seca e durante muito tempo as ações de enfrentamento a este evento foram de caráter reativo. No entanto, a criação do MSB e a inserção do estado de Sergipe no processo de validação do mapa do MSB representou o início da gestão de risco no estado.

O estudo de impacto de secas faz parte da gestão de risco e busca identificar vulnerabilidades às secas, de forma a antecipar ações e reduzir os riscos. Diante deste contexto, esta pesquisa avaliou impactos de secas no estado de Sergipe, com o objetivo de identificar territórios e setores mais impactados pelas secas, bem como contribuir para a gestão de secas no estado.

Os resultados obtidos permitiram identificar impactos de seca correlacionados e associados às categorias de secas do Monitor de Secas em três territórios do estado de Sergipe: Agreste Central, Alto Sertão e Centro-Sul. O Alto Sertão apresentou resultados distintos dos demais, principalmente quanto às temperaturas médias mais elevadas, maior número de pessoas beneficiadas com o programa garantia-safra e maior necessidade de abastecimento emergencial com caminhão pipa. Este território está totalmente inserido na região semiárida, o que contribui para os maiores efeitos da seca.

Em relação à precipitação e situação hídrica dos reservatórios, o Alto Sertão assemelhou-se ao território Agreste Central. Já no Centro-Sul a principal diferença foi em relação à evapotranspiração, que para este território permaneceu próximo da normal no período de estudo. Quanto aos setores pesquisados, os pequenos produtores e o abastecimento humano e animal foram os mais prejudicados pela seca, uma vez que se observaram impactos nestes setores mesmo os territórios estando em seca fraca.

Em relação às categorias de seca do monitor de secas, verificou-se que os maiores impactos na agricultura foram decorrentes da seca extrema e excepcional, no entanto observou-se que a seca grave gerou danos a este setor. Na seca fraca e moderada verificou-se que os mais prejudicados foram os pequenos agricultores, uma vez que não se observou impacto destas duas categorias na produção anual de grãos dos territórios.

Os impactos nos reservatórios destes territórios resultaram, principalmente, da seca grave, extrema e excepcional. Apesar dos reservatórios em sua maioria estarem em situação normal durante a seca fraca e moderada, observou-se necessidade de

abastecimento emergencial neste período, sugerindo existir deficiência ou inexistência do sistema de abastecimento de água. Com isto, destaca-se a importância da gestão dos recursos hídricos no estado, sobretudo no Alto Sertão, a fim de minimizar riscos ao setor de abastecimento humano e animal, já que, apesar deste setor garantir a sobrevivência da população deste território, é o setor mais impactado pelas secas.

Por fim, este trabalho permitiu identificar impactos de secas no estado de Sergipe e a partir dos resultados obtidos foram propostas alterações na tabela de impacto de seca do Monitor de Secas, o que poderá contribuir para o processo de validação do mapa do Monitor de Secas e para a gestão de secas no estado. Sugere-se que novos trabalhos sejam realizados de forma a inserir outros territórios, bem como utilizar novos dados, a fim de identificar novas tendências de vulnerabilidade aos impactos de secas no estado.

REFERÊNCIAS

28º BC - 28º Batalhão dos Caçadores do Exército Brasileiro. **Relatório Operação Carro-Pipa**. Aracaju: 2021.

Agritempo - Sistema de Monitoramento Agrometeorológico. Pesquisa de dados meteorológicos para o estado de Sergipe. Disponível em: <https://www.agritempo.gov.br/agritempo/jsp/PesquisaClima/index.jsp?siglaUF=SE>. Acesso em: julho de 2021.

ANA - Agência Nacional de Águas. **Monitor de Secas**. 2021. Disponível em: <http://monitordesecas.ana.gov.br/o-monitor-de-secas>. Acesso em: outubro de 2021.

ARRAES, F. D. D. et al. Parametrização da equação de Hargreaves-Samani para o estado do Pernambuco – Brasil. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**. v.10, nº.1, p. 410 - 419, 2016

BANCO MUNDIAL. **Monitor de secas do Nordeste, em busca de um novo paradigma para a gestão de secas**. Brasília: Série Água, 2015. 1. ed. 124p.

BARBERETTA, P. A. **Estatística aplicada às Ciências Sociais**. 5 ed. Florianópolis: Ed. Da UFSC, 2002. 340p.

BARBOSA, A. M. F. et al. Bacias hidrográficas e os conflitos pelos usos das águas no estado de Sergipe. **Revista franco-brasileira de geografia**. n.40, 2019.

BARROS, A. H. C. et al. Métodos de estimação de evapotranspiração para a região Nordeste do Brasil. In: XVI Congresso Brasileiro de Agrometeorologia. Belo Horizonte, 2009.

BAUDOIN, M. A. et al. Living with drought in South Africa: lessons learnt from the recent El Niño drought period. **International Journal of Disaster Risk Reduction**. v. 23, p. 128–137, 2017.

BLAUHUT, V.; GUDMUNDSSON, L.; STAHL, K. Towards pan-European drought risk maps: quantifying the link between drought indices and reported drought impacts. **Environmental Research Letters**. v.10, 2015.

BRASIL. **Nova Delimitação do Semiárido Brasileiro**. Brasília: Ministério do Desenvolvimento Regional, 2017. Disponível em: <http://antigo.sudene.gov.br/delimitacao-do-semiarido>. Acesso em: outubro de 2020.

BRASIL. **Orientação operacional nº3/2020: reconhecimento federal – seca/estiagem**. Brasília: Ministério do Desenvolvimento Regional, 2020.

BUSSAB, W. De O.; MORETTIN, P. A. **Estatística Básica**. 6ªEd. São Paulo: Saraiva, 2010. 557p.

CALLEGARI-JACQUES, S. **Bioestatística: princípios e aplicações**. Porto Alegre: Artmed, 2003, 255 p.

CAMPOS, J. N. B. Secas e políticas públicas no semiárido: ideias, pensadores e períodos. **Estudos Avançados**. v. 28, n.82, p.65-88, 2014.

CAMPOS, J. N. B. Vulnerabilidades hidrológicas do semi-árido às secas. **Revista Planejamento e Políticas Públicas**. n.16, 1997.

CARVALHO, L. G et al. Evapotranspiração de referência: uma abordagem atual de diferentes métodos de estimativa. Goiânia: **Pesquisa Agropecuária Tropical**. v. 41, n. 3, p. 456-465, 2011.

CARVALHO, M. E. S. Vulnerabilidade hídrica na bacia sergipana do Rio Vaza Barris. Curitiba: **RA´EGA**. v.25, p. 186-217, 2010.

CASTRO, A. L. C. et al. **Manual de desastres: desastres naturais**. Brasília: Ministério da Integração Nacional, 2003. v. 1.

CASTRO, L. M. S. P.; SALES, M. C. L.; PESSOA, E. K. F. A efetividade das políticas públicas relativas à seca (2012 – 2016) no município de Canindé – CE. **Revista Eletrônica Casa de Makunaima**. v. 1, n.2, p. 23-36, 2018.

CEARÁ. **Plano estadual de convivência com a seca: ações emergenciais e estruturantes**. Fortaleza: Governo do Estado, 2015. Disponível em: https://www.ipece.ce.gov.br/wpcontent/uploads/sites/45/2015/02/Plano_Convivencia_com_a_Seca_02_03_2015.pdf. Acesso em: novembro de 2020.

CEPED-UFSC. Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres - Universidade Federal de Santa Catarina. **Atlas brasileiro de desastres naturais: 1991 a 2012**. 2. Ed, v. Sergipe. Florianópolis: CEPED UFSC, 2013. 89 p.

CGEE. **Desertificação, degradação da terra e secas no Brasil**. Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE), 2016.

CIRILO, J. A. Crise hídrica: desafios e superação. **Revista USP**, São Paulo, v. 106. p. 45-58, 2015.

COELHO, C. A. S.; CARDOSO, D. H.F.; FIRPO, M. A. F. A seca de 2013 a 2015 na região sudeste do Brasil. **Revista Climanálise**. Ed. Especial 30 anos. 2016.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Calendário de plantio e colheita de grãos no Brasil**. 2019. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/institucional/publicacoes/outras-publicacoes/item/7694-calendario-agricola-plantio-e-colheita>. Acesso em: agosto de 2021.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos**. v. 2 - Safra 2014/15, n. 10. Brasília, 2015. 109p.

CONAGUA – Comisión Nacional del Agua. **Política Pública Nacional para la Sequía: documento rector** México: Programa Nacional contra la Sequía (PRONACOSE), 2014. 67p.

CONAGUA – Comisión Nacional del Agua. **Monitor de Sequía en México**. 2020. Disponível em: <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/monitor-de-sequia/monitor-de-sequia-en-mexico>. Acesso em: novembro de 2020.

COOK, E. R. et al. Megadroughts in North America: placing IPCC projections of hydroclimatic change in a long-term palaeoclimate context. **Journal of Quaternary**

Science. v. 25 p. 48–61, 2010.

DE NYS, E. ENGLE, N.; QUINTANA, C. M. Marco e poder de mobilização. In: DE NYS, E; ENGLE, N. L.; MAGALHÃES, A. R. (Org). **Secas no Brasil: política e gestão proativas**. Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos – CGEE; Banco Mundial, 2016. 292p.

DEPEC - Departamento Estadual de Proteção e Defesa Civil. **Relatório Geral de Ação**. Aracaju: 2020.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manejo de Irrigação**. Teresina: EMBRAPA Meio-Norte, 2005. 54p.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Relatório de avaliação de impacto das tecnologias geradas pela Embrapa**. Aracaju: Embrapa, 2018. 25p.

FERNANDES, M. R. M. et al. Mudanças do Uso e de Cobertura da Terra na Região Semiárida de Sergipe. **Revista Floresta e Ambiente**. v 22. n 4. p. 472-482. 2015

FERREIRA, A. G.; MELLO, N. G. S. Principais sistemas atmosféricos atuantes sobre a região Nordeste do Brasil e a influência dos oceanos Pacífico e Atlântico no clima da região. **Revista Brasileira de Climatologia**. v.1, n.1, p. 15-28, 2005.

GONDIM, J. et al. A seca atual no Semiárido nordestino – Impactos sobre os recursos hídricos. **Parceria. Estratégica**. v. 22. n. 44. p. 277-300. 2017

GUTIÉRREZ, A. P. A. et al. Drought preparedness in Brazil. **Weatherand Climate Extremes**. v. 3, p. 95–106, 2014.

HARGREAVES, G. H.; SAMANI, Z. A. Reference Crop Evapotranspiration from Temperature. **Applied Engineering in Agriculture**. v.1, n. 2, p. 96-99, 1985.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Sergipe**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/se.html>. Acesso em: novembro de 2020.

IPCC. Determinants of Risk: Exposure and Vulnerability. In: FIELD, C. B. et al. **Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, 2012. 582 p.

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas espaciais. **Seca na Amazônia em 2005**. Disponível em: http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod_Noticia=492. Acesso em: setembro de 2020.

KNUTSON, C.; HAYES, M.; PHILLIPS, T. **How to Reduce Drought Risk**. Prepared by the Preparedness and Mitigation Working Group of the Western Drought Coordination Council. Lincoln, NE, 1998. 43p.

LINDOSO, D. P. et al. Integrated assessment of smallholder farming's vulnerability to drought in the Brazilian Semi-arid: a case study in Ceará. **Climatic Change**. v.127, p. 93 - 105, 2014.

- LOPES, J. R. F.; DANTAS, M. P.; FERREIRA, F. E. P. Variabilidade da precipitação pluvial e produtividade do milho no semiárido brasileiro através da análise multivariada. **Revista Nativa Sinop**. v. 7, n. 1, p. 77-83. 2019.
- LUCENA, J. A.; SOUZA, B. I; MOURA, M. O; LIMA, J. O. Produção Agropecuária e Correlação com a Dinâmica Climática em Caicó-RN. **Revista Brasileira de Geografia Física**. v.06, n.06. p. 1617-1634, 2013.
- MAGALHÃES, A. R.; Vida e Seca no Brasil. In: DE NYS, E; ENGLE, N. L.; MAGALHÃES, A. R. (Org). **Secas no Brasil: política e gestão proativas**. Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos – CGEE; Banco Mundial, 2016. 292p.
- MARENGO, J. A. et al. A seca e a crise hídrica de 2014-2015 em São Paulo. **Revista USP**. n. 106. p. 31–44. 2015.
- MARENGO, J. A.; TORRES, R. R.; ALVES L. M. Drought in Northeast Brazil - past, present, and future. **Theor Appl Climatol**. p. 1-12, 2016.
- MARTINS, E. S. P. R. et al. A crise, a oportunidade e a liderança. In: DE NYS, E; ENGLE, N. L.; MAGALHÃES, A. R. (Org). **Secas no Brasil: política e gestão proativas**. Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos – CGEE; Banco Mundial, 2016a. 292p.
- MARTINS, E. S. P. R. et al. O caso técnico e institucional – Monitor de Secas do Nordeste como âncora e facilitador da colaboração. In: DE NYS, E; ENGLE, N. L.; MAGALHÃES, A. R. (Org). **Secas no Brasil: política e gestão proativas**. Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos – CGEE; Banco Mundial, 2016b. 292p.
- MARTIN, J. T. et al. Increased drought severity tracks warming in the United States' largest river basin. **PNAS**. v. 117, n. 21, p. 11328-11336, 2020.
- MENESES, D. F. de. **(Vi)ver gararuense: perspectivas do garantia-safra no contexto do semiárido sergipano**. 2013. Dissertação (mestrado em desenvolvimento e meio ambiente). Universidade Federal de Sergipe. São Cristóvão. 143p. 2013.
- MISHRA, A. K.; SINGH, V. P. A review of drought concepts. **Journal of Hydrology**. p. 1-15, 2010.
- MONTGOMERY, D. C.; RUNGER, G. C. **Applied statistics and probability for engineers**. 6. ed. Arizona: Wiley, 2014. 836p.
- NEDEL, A. S.; SAUSEN, T. M.; SAITO, S. M. Zoneamento dos desastres naturais ocorridos no estado do Rio Grande do Sul no período 2003–2009-Parte I. Seca. In: XVI Congresso Brasileiro de Meteorologia: Saúde e meio ambiente. Anais... Belém/PA, 2010.
- NDMC - National Drought Mitigation Center. **Drought In-depth**. 2020a. Disponível em: <<https://drought.unl.edu/Education/DroughtIn-depth.aspx>>. Acesso em: maio de 2020.
- NDMC - National Drought Mitigation Center. **Drought planning**. 2020b. Disponível em: <<https://drought.unl.edu/droughtplanning/PlanningHome.aspx>>. Acesso em: setembro de 2020.
- NDMC - National Drought Mitigation Center. **United States Drought Monitor**. 2020c. Disponível em: <<https://droughtmonitor.unl.edu/>>. Acesso em: outubro de 2020.

NOBRE, P. SHUKLA, J. Variations of Sea Surface Temperature, Wind Stress, and rainfall over the Tropical Atlantic and South America. **Journal of Climate**. v.9. 2464-2479. 1996.

OGLIARI, P. J.; ANDRADE, D. F. De. **Estatística básica para ciências agrárias e biológicas: com noções de experimentação**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2005.

PEREIRA, G. R. **Correlação entre as Secas e as Perdas na Agricultura de Sequeiro no Semiárido Nordeste**. In: CONADIS – Congresso Nacional da Diversidade do Semiárido. Anais... Campina Grande/PB, 2018.

REIS, M. M. **Análise Bidimensional**. Disponível em: <https://www.inf.ufsc.br/~marcelo.menezes.reis/Cap3.pdf>. Acesso em: agosto de 2021.

ROCHA, A. F. Panorama da seca no estado de Sergipe: impactos e ações de enfrentamento. **Parcerias Estratégicas**, [s. l.], v. 22, n. 44, p. 181-200, 2017.

ROSENDO, E. E. Q. **Desenvolvimento de indicadores de vulnerabilidade à seca na região semiárida brasileira**. 2014. Dissertação (mestrado em Engenharia Urbana e Ambiental). Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2014.

SANTOS, G. de B. **Estudo bioclimático do estado de Sergipe para a avicultura**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal de Sergipe. São Cristóvão. 72p. 2012.

SANTOS, J. F.; PULIDO-CALVO, I.; PORTELA, M. M. Spatial and temporal variability of droughts in Portugal. **Water resources research**. v. 46, 2010.

SANTOS, J. S. **Correlação entre severidade de seca do mapa do monitor de secas do Brasil e a evapotranspiração de referência no estado de Sergipe**. 2021. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil). Instituto Federal de Sergipe. Aracaju. 75p. 2021.

SANTOS, K. M. S.; ALBUQUERQUE, T. M. A.; MENDES, L. A.; Análise da associação entre mapas do monitor de secas e dados climáticos de Sergipe. **Revista Brasileira de Climatologia**. v.28. 634-651p. 2021

SEAD - Secretaria Especial de Agricultura Familiar e do Desenvolvimento Agrário. **Relatório B7: Listagem de agricultores aderidos por município**. Brasil: 2021. Disponível em: <http://garantiasafra.mda.gov.br/GarantiaSafra/Relatorios/default.aspx?relatorio=27>. Acesso em: maio de junho de 2021.

SEAGER, R. The Turn of the Century North American Drought: Global Context, Dynamics, and Past Analogs. **Journal of Climate**. v. 20, p. 5527-5552, 2007.

SEAGRI - Secretaria da Agricultura, Pecuária, Irrigação, Pesca e Aquicultura. **Clima**. 2020a. Disponível em: <https://www.seagri.se.gov.br/informacoes/1/caracterizacao-do-estado>. Acesso em: novembro de 2020.

SEAGRI - Secretaria da Agricultura, Pecuária, Irrigação, Pesca e Aquicultura. **Hidrografia**. 2020b. Disponível em: <https://www.seagri.se.gov.br/informacoes/1/3/>. Acesso em: novembro de 2020.

SERGIPE. Elaboração dos Planos das Bacias Hidrográficas dos Rios Japaratuba, Piauí e Sergipe: Relatório de Resumo Executivo. **Bacia Hidrográfica do Rio Japaratuba**. Aracaju: SERHMA, 2015a.

SERGIPE. Elaboração dos Planos das Bacias Hidrográficas dos Rios Japaratuba, Piauí e Sergipe: Relatório de Resumo Executivo. **Bacia Hidrográfica do Rio Piauí**. Aracaju: SERHMA, 2015b.

SERGIPE. Elaboração dos Planos das Bacias Hidrográficas dos Rios Japaratuba, Piauí e Sergipe: Relatório de Resumo Executivo. **Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe**. Aracaju: SERHMA, 2015c.

SERGIPE. **Plano Estadual de Recursos Hídricos de Sergipe (PERH-SE): Sumário Executivo**. Aracaju: SERHMA, 2010.

SERGIPE. **Plano de Desenvolvimento do Território: Agreste Central**. 2008a. Disponível em: <https://www.observatorio.se.gov.br/app/publicacoes>. Acesso em: novembro de 2020.

SERGIPE. **Plano de Desenvolvimento do Território: Alto Sertão**. 2008b. Disponível em: <https://www.observatorio.se.gov.br/app/publicacoes>. Acesso em: novembro de 2020.

SERGIPE. **Plano de Desenvolvimento do Território: Baixo São Francisco**. 2008c. Disponível em: <https://www.observatorio.se.gov.br/app/publicacoes>. Acesso em: novembro de 2020.

SERGIPE. **Plano de Desenvolvimento do Território: Centro-Sul**. 2008d. Disponível em: <https://www.observatorio.se.gov.br/app/publicacoes>. Acesso em: novembro de 2020.

SERGIPE. **Plano de Desenvolvimento do Território: Grande Aracaju**. 2008e. Disponível em: <https://www.observatorio.se.gov.br/app/publicacoes>. Acesso em: novembro de 2020.

SERGIPE. **Plano de Desenvolvimento do Território: Leste Sergipano**. 2008f. Disponível em: <https://www.observatorio.se.gov.br/app/publicacoes>. Acesso em: novembro de 2020.

SERGIPE. **Plano de Desenvolvimento do Território: Médio Sertão**. 2008g. Disponível em: <https://www.observatorio.se.gov.br/app/publicacoes>. Acesso em: novembro de 2020.

SERGIPE. **Plano de Desenvolvimento do Território: Sul**. 2008h. Disponível em: <https://www.observatorio.se.gov.br/app/publicacoes>. Acesso em: novembro de 2020.

SERGIPE. **Plano de Desenvolvimento Regional do estado de Sergipe**. Brasília: Editora IABS, 2017. 107p.

SERHMA - Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos. **Atlas Digital sobre Recursos Hídricos de Sergipe**. Aracaju: SERHMA, 2012. Disponível em: https://sedurbs.se.gov.br/portalsrecursos_hidricos/#. Acesso em: março de 2020.

SERHMA - Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos. **Boletins de reservatórios**. Aracaju: SERHMA, 2020. Disponível em: https://sedurbs.se.gov.br/portalsrecursos_hidricos/#. Acesso em: novembro de 2020.

SERHMA - Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos. **Boletins de Precipitação mensal**. Aracaju: SERHMA, 2021. Disponível em: <https://sedurbs.se.gov.br/portaltrecursoshidricos/#>. Acesso em: abril de 2021.

SIDRA - Sistema IBGE de Recuperação Automática. **Pesquisa de produção agrícola municipal**. Brasil: 2021a. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>. Acesso em maio de 2021.

SIDRA - Sistema IBGE de Recuperação Automática. **Pesquisa de pecuária municipal**. Brasil: 2021b. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>. Acesso em maio de 2021.

SILVA, F. D. Dos S. Determinação de regiões pluviometricamente homogêneas para o estado de Sergipe. In: XV Congresso Brasileiro de Agrometeorologia. Anais... Aracaju/SE, 2007.

SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre saneamento. **Diagnóstico SNIS 2019**. Brasil: 2019. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/diagnosticos>. Acesso em junho de 2021.

SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre saneamento. **Série histórica**. Brasil: 2021. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/>. Acesso em junho de 2021.

SOUSA, I. F. De. et al. Evapotranspiração de referência nos perímetros irrigados do Estado de Sergipe. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.14, n.6, p.633–644, 2010.

SVOBODA, M. D. **Drought-Ready Communities: A Guide to Community Drought Preparedness**. Nebraska: National Drought Mitigation Center, 2011. 57p.

TÁNAGO, I. G. et al. Learning from experience: a systematic review of assessments of vulnerability to drought. **Nat Hazards**. v. 80, p.951–973, 2016.

TEIXEIRA, F. J. C.; MACHADO, J. Secas no Brasil: a construção de outro modelo de gestão. **Parcerias Estratégicas**, [s. l.], v. 20, n. 41, p. 89-106, 2015.

TUCCI, C.E. **Hidrologia - ciência e aplicação**. 2. ed. Porto Alegre: Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001. 943p.

WHEATON, E. et al. Dry times: hard lessons from the Canadian drought of 2001 and 2002. **The Canadian Geographer**. v. 52, n. 2, p. 241-262, 2008.

WILHELMI, O. V.; WILHITE, D. A. Assessing Vulnerability to Agricultural Drought: A Nebraska Case Study. **Nat Hazards**. v. 25, p. 37-58, 2002.

WILHITE, D. A. **Drought and water crises: science, technology, and management issues**. CRC Press, 2005. v. 107. 431p.

WILHITE, D. A. Drought Planning: A Process for State Government. **Water Resources Bulletin**. v. 27, 1991.

WILHITE, D. A.; GLANTZ, M. H. Understanding the Drought Phenomenon: The Role of Definitions. **Water International**. V. 10, n. 3, pp. 111–120, 1985.

WILHITE, D. A.; SIVAKUMAR, M. V. K.; PULWARTY, R. Managing drought risk in a changing climate: The role of national drought policy. **Weather and Climate Extremes**. v. 3, p. 4-13, 2014.

WILHITE, D. A.; SIVAKUMAR, M. V. K.; WOOD, D. A. **Early Warning Systems for Drought Preparedness and Drought Management**. Proceedings of an Expert Group Meeting held in Lisbon, Portugal. Geneva, Switzerland: World Meteorological Organization, 2000. 212p.

ZANETTI, S. S. et al. Calibração da equação de Hargreaves-Samani para estimar a evapotranspiração de referência no estado do Espírito Santo. Fortaleza: **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**. v.12, n.3, p. 2692 - 2701, 2018.

ZENG, N. et al. Causes and impacts of the 2005 Amazon Drought. **Environmental research letters**. v. 3, 2008.

APÊNDICE A

Tabela 28. Dados meteorológicos e categorias de seca do território Agreste Central.

Mês	Categoria de Seca	Precipitação mensal (mm)			Desvio de precipitação (%)			Temperatura Média (C°)				Temperatura mínima (C°)				Temperatura máxima (C°)				Evapotranspiração (mm)				Desvio de evapotranspiração (%)			
		Frei Paulo	Carira	Itabaiana	Frei Paulo	Carira	Itabaiana	Carira	Itabaiana	Pinhão	Ribeirópolis	Carira	Itabaiana	Pinhão	Ribeirópolis	Carira	Itabaiana	Pinhão	Ribeirópolis	Carira	Itabaiana	Pinhão	Ribeirópolis	Carira	Itabaiana	Pinhão	Ribeirópolis
jul/14	Seca grave	119,5	119,5	205,8	9,6	12,7	13,7	22,7	24,4	22,9	24,4	18,8	20,9	19,0	20,9	26,6	27,9	26,8	27,9	92,7	90,5	92,9	90,9	34,4	9,1	34,3	18,1
ago/14	Seca moderada	79,3	79,3	97,8	7,1	21,9	-19,8	22,6	24,3	22,7	24,3	18,2	20,9	18,4	20,9	26,9	27,8	27,1	27,8	105,9	98,6	106,8	98,8	45,1	15,9	45,5	20,5
set/14	Seca fraca	41,8	41,8	54,0	-2,9	-16,4	-31,6	24,4	25,2	24,2	25,2	19,3	21,3	19,3	21,3	29,5	29,1	29,1	29,1	133,1	118,3	130,7	118,5	58,5	23,2	56,9	31,6
out/14	Seca fraca	76,3	76,3	83,0	117,9	154,3	97,6	25,2	26,1	25,0	26,1	20,0	22,0	19,9	22,0	30,3	30,2	30,1	30,2	145,8	132,2	144,5	132,2	38,9	16,0	45,2	19,1
nov/14	Sem seca	150,3	150,3	166,9	295,4	342,1	279,3	26,4	26,6	26,0	26,6	21,2	22,5	21,0	22,5	31,7	30,7	31,0	30,7	155,2	138,5	150,2	138,4	23,2	4,9	27,3	4,8
dez/14	Seca fraca	14,8	14,8	5,0	-57,9	-64,8	-88,4	26,7	27,2	26,4	27,2	21,6	23,1	21,5	23,1	31,8	31,2	31,3	31,2	154,6	140,0	150,3	139,7	17,1	-1,4	19,5	-1,6
jan/15	Seca fraca	624,0	624,0	0,0	2051,7	1460,0	-100,0	27,3	27,5	26,9	27,5	21,9	23,5	21,6	23,5	32,7	31,4	32,2	31,4	162,8	140,6	159,9	140,4	25,2	-2,4	27,6	-0,5
fev/15	Seca fraca	67,8	67,8	55,0	99,3	4,2	-11,3	27,1	27,2	26,7	27,2	22,4	23,6	22,2	23,6	31,9	30,8	31,3	30,8	150,1	131,0	146,1	130,9	35,2	4,8	35,7	12,8
mar/15	Seca fraca	2,3	2,3	16,0	-96,7	-96,5	-83,0	27,5	27,3	27,1	27,3	22,4	23,3	22,1	23,3	32,7	31,3	32,2	31,3	150,3	131,3	147,6	131,4	25,3	-2,8	25,1	-0,5
abr/15	Seca fraca	28,3	28,3	77,0	-70,3	-67,9	-41,7	27,4	27,4	27,0	27,4	22,5	23,4	22,1	23,4	32,4	31,4	31,9	31,4	135,2	120,5	132,3	120,9	30,0	1,3	29,6	7,0
mai/15	Seca fraca	100,5	100,5	244,8	-34,3	-14,8	23,0	25,1	26,0	25,1	26,0	21,2	22,5	21,2	22,5	28,9	29,5	28,9	29,5	101,4	97,9	100,7	98,3	15,2	-6,8	15,9	2,4
jun/15	Seca fraca	2,0	2,0	157,9	-98,3	-98,4	-4,9	23,4	24,8	23,4	24,8	19,9	21,6	19,9	21,6	27,0	28,1	26,9	28,1	87,6	85,8	86,6	86,2	32,8	-6,7	21,5	6,4
jul/15	Seca fraca	0,8	0,8	158,0	-99,3	-99,3	-12,7	23,0	24,5	23,1	24,5	19,2	21,3	19,3	21,3	26,9	27,6	26,9	27,6	92,8	86,5	92,1	86,9	34,5	4,3	33,1	12,9
ago/15	Seca fraca	65,0	24,3	64,5	-12,2	-62,6	-47,1	23,0	24,3	22,9	24,3	18,6	20,8	18,6	20,8	27,5	27,8	27,2	27,8	109,0	99,2	106,5	99,5	49,3	16,7	45,1	21,3
set/15	Seca moderada	39,1	19,0	28,7	-9,2	-62,0	-63,7	25,1	25,5	24,7	25,5	19,7	21,8	19,5	21,8	30,4	29,3	29,8	29,3	138,6	117,8	135,0	118,0	65,0	22,7	62,1	31,1
out/15	Seca moderada	19,3	19,0	29,3	-44,9	-36,7	-30,2	25,6	25,7	25,2	25,7	20,4	22,2	20,4	22,2	30,8	29,1	29,9	29,1	147,3	120,5	140,0	120,5	40,3	5,7	40,7	8,5
nov/15	Seca moderada	0,0	0,0	0,0	-100,0	-100,0	-100,0	27,6	26,8	27,0	26,8	21,6	22,8	21,3	22,8	33,6	30,7	32,8	30,7	170,8	135,4	164,7	135,3	35,5	2,6	39,6	2,5
dez/15	Seca grave	372,0	372,0	13,8	962,9	785,7	-67,9	27,0	26,7	26,6	26,7	21,9	23,0	21,6	23,0	32,2	30,4	31,5	30,4	156,5	131,7	151,9	131,4	18,6	-7,3	20,8	-7,5
jan/16	Seca moderada	372,0	372,0	116,4	1182,8	830,0	158,7	26,7	26,6	26,3	26,6	22,1	22,8	21,8	22,8	31,4	30,4	30,8	30,4	149,4	134,1	145,4	133,9	14,9	-6,9	16,1	-5,0
fev/16	Seca moderada	27,5	3,4	23,6	-19,1	-94,8	-61,9	26,9	27,1	26,6	27,1	21,9	23,4	21,7	23,4	31,9	30,9	31,5	30,9	153,1	134,2	150,7	134,1	37,9	7,4	40,0	15,6
mar/16	Seca moderada	51,0	19,7	23,2	-26,1	-69,7	-75,3	27,5	27,6	27,2	27,6	22,3	23,6	22,0	23,6	32,8	31,5	32,5	31,5	151,5	131,3	150,6	131,4	26,2	-2,7	27,6	-0,4

abr/16	Seca grave	0,3	17,2	54,3	-99,7	-80,5	-58,9	26,7	27,3	26,5	27,3	21,9	23,5	21,7	23,5	31,5	31,0	31,4	31,0	131,1	116,2	131,1	116,5	26,1	-2,3	28,4	3,1
mai/16	Seca grave	99,8	99,8	150,0	-34,8	-15,5	-24,6	24,8	26,0	24,8	26,0	20,7	22,5	20,6	22,5	29,0	29,4	29,0	29,4	104,3	96,9	104,5	97,3	18,6	-7,7	20,4	1,3
jun/16	Seca grave	120,8	120,8	190,0	2,3	-1,0	14,5	23,5	24,7	23,4	24,7	19,3	21,3	19,3	21,3	27,7	28,1	27,5	28,1	95,2	88,0	93,7	88,4	44,3	-4,3	31,5	9,1
jul/16	Seca extrema	45,5	45,5	96,0	-58,3	-57,1	-47,0	22,8	24,3	22,8	24,3	18,5	21,0	18,6	21,0	27,1	27,6	27,0	27,6	97,2	88,1	96,0	88,4	40,8	6,1	38,8	14,9
ago/16	Seca extrema	27,3	27,3	19,6	-63,2	-58,1	-83,9	23,5	24,4	23,3	24,4	18,7	21,0	18,6	21,0	28,2	27,8	27,9	27,8	114,3	98,0	111,9	98,3	56,5	15,3	52,4	19,8
set/16	Seca extrema	31,3	31,3	44,5	-27,3	-37,5	-43,7	24,4	24,7	23,8	24,7	19,6	21,5	19,2	21,5	29,1	27,9	28,4	27,9	129,3	106,7	124,8	106,8	53,9	11,1	49,9	18,7
out/16	Seca excepcional	14,8	14,8	15,0	-57,9	-50,8	-64,3	26,1	25,8	25,6	25,8	20,7	22,2	20,4	22,2	31,5	29,4	30,7	29,4	152,3	123,4	146,8	123,4	45,1	8,3	47,5	11,2
nov/16	Seca excepcional	9,3	9,3	9,0	-75,7	-72,8	-79,5	26,9	26,4	26,3	26,4	21,5	22,8	21,2	22,8	32,2	29,9	31,3	29,9	158,3	128,4	152,2	128,3	25,6	-2,7	29,0	-2,8
dez/16	Seca excepcional	20,5	20,5	21,0	-41,4	-51,2	-51,2	27,2	26,7	26,8	26,7	22,1	23,2	21,9	23,2	32,3	30,3	31,6	30,3	156,3	129,6	151,2	129,3	18,4	-8,7	20,2	-8,9
jan/17	Seca excepcional	8,0	8,0	16,3	-72,4	-80,0	-63,8	27,3	27,0	26,9	27,0	21,7	23,3	21,4	23,3	32,9	30,8	32,3	30,8	165,5	135,8	162,0	135,6	27,3	-5,7	29,3	-3,9
fev/17	Seca excepcional	1,8	1,8	6,6	-94,9	-97,3	-89,4	27,1	27,1	26,8	27,1	22,1	23,6	21,8	23,6	32,2	30,6	31,7	30,6	155,2	129,9	152,4	129,8	39,8	3,9	41,6	11,9
mar/17	Seca excepcional	14,5	14,5	49,2	-79,0	-77,7	-47,7	27,0	27,0	26,6	27,0	22,1	23,4	21,8	23,4	31,9	30,6	31,5	30,6	145,2	124,3	142,5	124,4	21,0	-7,9	20,8	-5,7
abr/17	Seca excepcional	86,5	86,5	105,8	-8,9	-1,7	-19,8	25,8	26,3	25,5	26,3	21,7	23,0	21,4	23,0	29,9	29,5	29,6	29,5	118,7	106,1	117,7	106,4	14,1	-10,8	15,3	-5,8
mai/17	Seca moderada	189,0	189,0	322,6	23,5	60,2	62,1	24,4	25,3	24,3	25,3	20,7	22,2	20,5	22,2	28,2	28,5	28,1	28,5	98,7	91,2	98,9	91,6	12,2	-13,2	13,9	-4,6
jun/17	Seca fraca	92,8	92,8	178,8	-21,4	-24,0	7,7	23,2	24,5	23,1	24,5	19,7	21,6	19,6	21,6	26,7	27,3	26,6	27,3	86,2	79,9	85,6	80,2	30,6	-13,2	20,1	-1,0
jul/17	Seca fraca	101,5	101,5	176,3	-6,9	-4,2	-2,6	21,6	23,2	21,6	23,2	18,2	20,2	18,2	20,2	25,0	26,2	25,0	26,2	84,2	81,4	84,0	81,7	22,1	-1,9	21,5	6,2
ago/17	Seca fraca	49,0	49,0	76,8	-33,8	-24,6	-37,0	22,5	23,3	22,4	23,3	18,3	19,9	18,2	19,9	26,7	26,7	26,5	26,7	104,5	95,5	103,5	95,8	43,2	12,3	41,0	16,8
set/17	Sem seca	129,0	129,0	254,4	200,0	158,0	222,0	22,7	23,5	22,3	23,5	18,5	20,2	18,3	20,2	26,9	26,8	26,3	26,8	116,6	104,8	112,2	105,0	38,8	9,1	34,8	16,6
out/17	Seca fraca	54,8	54,8	81,3	56,4	82,5	93,6	24,5	24,9	24,0	24,9	19,6	21,5	19,4	21,5	29,3	28,3	28,7	28,3	139,1	117,9	134,4	117,9	32,5	3,4	35,1	6,2
nov/17	Seca fraca	6,0	6,0	19,0	-84,2	-82,4	-56,8	26,2	26,0	25,7	26,0	20,9	22,4	20,6	22,4	31,4	29,6	30,7	29,6	154,5	128,1	149,7	128,0	22,6	-3,0	26,9	-3,1
dez/17	Seca fraca	81,8	81,8	10,0	133,6	94,6	-76,7	26,7	26,4	26,3	26,4	21,3	22,5	21,2	22,5	32,0	30,3	31,3	30,3	158,2	134,9	152,3	134,6	19,8	-5,0	21,1	-5,2
jan/18	Seca moderada	14,0	14,0	28,8	-51,7	-65,0	-36,0	26,8	27,0	26,6	27,0	21,5	23,2	21,4	23,2	32,2	30,8	31,7	30,8	160,5	136,5	157,0	136,3	23,5	-5,2	25,3	-3,3
fev/18	Seca fraca	39,0	39,0	75,0	14,7	-40,0	21,0	26,9	26,8	26,7	26,8	21,8	22,8	21,7	22,8	32,0	30,8	31,7	30,8	155,0	137,2	152,7	137,1	39,6	9,8	41,8	18,2
mar/18	Seca moderada	102,0	102,0	42,3	47,8	56,9	-55,0	26,6	26,7	26,3	26,7	21,9	22,9	21,6	22,9	31,4	30,4	31,0	30,4	141,6	125,5	139,8	125,6	18,0	-7,0	18,5	-4,8
abr/18	Seca grave	41,0	41,0	116,8	-56,8	-53,4	-11,5	25,3	26,1	25,1	26,1	20,9	22,4	20,7	22,4	29,6	29,7	29,5	29,7	120,4	111,9	120,9	112,2	15,8	-6,0	18,5	-0,7
mai/18	Seca grave	50,5	50,5	113,4	-67,0	-57,2	-43,0	24,0	25,2	23,9	25,2	20,0	21,8	19,9	21,8	27,9	28,7	27,9	28,7	100,0	95,2	100,1	95,6	13,6	-9,3	15,3	-0,4
jun/18	Seca grave	98,0	98,0	146,2	-16,9	-19,7	-11,9	23,1	24,4	23,0	24,4	19,2	21,1	19,1	21,1	27,0	27,8	26,9	27,8	90,9	86,2	90,1	86,6	37,8	-6,3	26,4	6,9
jul/18	Seca grave	50,0	50,0	97,2	-54,1	-52,8	-46,3	22,5	23,9	22,6	23,9	18,2	20,6	18,3	20,6	26,8	27,2	26,8	27,2	96,7	87,2	96,0	87,6	40,1	5,1	38,8	13,8

ago/18	Seca grave	20,5	20,5	30,2	-72,3	-68,5	-75,2	23,4	24,4	23,3	24,4	18,6	20,9	18,6	20,9	28,3	27,9	28,1	27,9	115,3	99,8	113,1	100,1	57,9	17,4	54,1	22,0
set/18	Seca extrema	3,3	3,3	12,7	-92,4	-93,5	-83,9	24,6	25,2	24,2	25,2	19,2	21,3	19,0	21,3	29,9	29,1	29,3	29,1	137,9	119,0	133,7	119,2	64,2	23,9	60,6	32,4
out/18	Seca extrema	11,3	11,3	11,0	-67,9	-62,5	-73,8	26,0	26,1	25,6	26,1	20,3	21,9	20,1	21,9	31,7	30,3	31,1	30,3	156,7	134,0	151,3	134,0	49,2	17,5	52,0	20,7
nov/18	Seca extrema	22,3	22,3	42,4	-41,4	-34,6	-3,6	26,7	26,8	26,3	26,8	21,1	22,6	20,9	22,6	32,2	30,9	31,6	30,9	160,8	139,7	155,8	139,6	27,6	5,8	32,0	5,7
dez/18	Seca extrema	77,8	77,8	53,2	122,1	85,1	23,7	26,7	27,1	26,4	27,1	21,2	22,9	21,1	22,9	32,1	31,4	31,6	31,4	159,3	142,7	155,6	142,4	20,7	0,5	23,7	0,3
jan/19	Seca extrema	27,3	27,3	0,0	-6,0	-31,9	-100,0	26,9	27,4	26,7	27,4	21,5	23,1	21,4	23,1	32,4	31,6	32,0	31,6	161,9	145,1	159,6	144,9	24,5	0,8	27,4	2,8
fev/19	Seca extrema	50,5	50,5	21,4	48,5	-22,3	-65,5	27,8	27,7	27,5	27,7	22,6	23,6	22,3	23,6	33,1	31,9	32,8	31,9	160,7	142,1	159,3	142,0	44,8	13,7	47,9	22,4
mar/19	Seca grave	141,0	141,0	105,6	104,3	116,9	12,3	27,0	27,2	26,6	27,2	22,2	23,4	22,0	23,4	31,7	31,0	31,2	31,0	142,1	128,1	138,9	128,2	18,4	-5,1	17,7	-2,9
abr/19	Seca grave	20,8	20,8	104,7	-78,2	-76,4	-20,7	26,5	27,0	26,2	27,0	22,0	23,2	21,7	23,2	31,0	30,7	30,7	30,7	125,8	115,4	124,7	115,7	20,9	-3,1	22,2	2,4
mai/19	Seca grave	38,5	38,5	70,4	-74,8	-67,4	-64,6	25,2	26,2	25,0	26,2	21,0	22,6	20,8	22,6	29,4	29,7	29,3	29,7	106,6	99,4	106,3	99,8	21,1	-5,4	22,4	3,9
jun/19	Seca grave	200,0	180,0	357,5	69,5	47,5	115,4	22,7	24,2	22,5	24,2	19,3	21,2	19,2	21,2	26,1	27,2	25,9	27,2	84,5	80,9	83,0	81,2	28,0	-12,1	16,5	0,3
jul/19	Seca moderada	367,7	337,6	536,9	237,3	218,5	196,6	21,9	23,6	21,8	23,6	18,4	20,7	18,4	20,7	25,4	26,5	25,2	26,5	86,0	80,7	84,5	81,0	24,6	-2,8	22,2	5,3
ago/19	Seca moderada	88,6	70,1	112,8	19,7	7,9	-7,5	22,4	24,0	22,2	24,0	18,1	20,6	18,0	20,6	26,7	27,4	26,4	27,4	105,4	96,9	103,3	97,2	44,4	14,0	40,7	18,6
set/19	Seca moderada	89,1	101,5	40,8	107,1	102,9	-48,4	24,0	24,9	23,5	24,9	19,3	21,4	19,1	21,4	28,6	28,3	28,0	28,3	126,5	110,3	122,0	110,5	50,6	14,9	46,5	22,7
out/19	Seca moderada	14,9	14,9	158,0	-57,5	-50,4	276,2	25,7	26,1	25,1	26,1	20,2	22,1	20,0	22,1	31,1	30,0	30,3	30,0	150,9	129,7	145,7	129,7	43,7	13,8	46,5	16,9
nov/19	Seca grave	11,1	11,1	14,8	-70,9	-67,5	-66,4	27,3	27,2	26,8	27,2	21,5	23,2	21,2	23,2	33,1	31,2	32,3	31,2	166,6	138,1	161,2	138,0	32,3	4,6	36,6	4,5
dez/19	Seca grave	15,1	15,1	7,6	-57,0	-64,1	-82,3	27,5	27,5	27,1	27,5	22,0	23,7	21,9	23,7	33,1	31,3	32,4	31,3	163,5	136,4	158,6	136,1	23,9	-3,9	26,2	-4,2
jan/20	Seca grave	35,3	35,8	29,0	21,6	-10,5	-35,6	27,6	27,7	27,1	27,7	22,3	23,9	22,1	23,9	32,8	31,5	32,2	31,5	161,6	138,1	157,0	137,9	24,3	-4,1	25,4	-2,2
fev/20	Seca grave	55,4	66,0	25,4	62,9	1,5	-59,0	27,8	27,9	27,6	27,9	22,7	24,1	22,6	24,1	32,9	31,7	32,5	31,7	158,4	137,1	155,0	137,0	42,7	9,7	43,9	18,1
mar/20	Seca moderada	146,7	95,7	147,0	112,6	47,2	56,4	27,0	27,3	26,7	27,3	22,6	24,0	22,3	24,0	31,5	30,7	31,1	30,7	138,7	120,1	136,6	120,2	15,6	-11,0	15,8	-8,9
abr/20	Seca moderada	118,2	120,1	224,5	24,4	36,5	70,1	26,5	27,0	26,3	27,0	23,0	24,2	22,9	24,2	30,0	29,7	29,8	29,7	110,9	98,7	109,7	99,0	6,6	-17,1	7,4	-12,4
mai/20	Seca moderada	180,0	162,5	230,0	17,6	37,7	15,6	24,8	25,7	24,7	25,7	21,6	23,2	21,5	23,2	28,0	28,2	27,9	28,2	92,0	82,3	91,3	82,6	4,6	-21,6	5,1	-13,9
jun/20	Seca fraca	147,0	156,6	226,0	24,6	28,4	36,1	23,9	25,0	23,8	25,0	20,5	22,5	20,5	22,5	27,2	27,6	27,1	27,6	85,7	76,4	84,5	76,7	29,9	-17,0	18,6	-5,3
jul/20	Seca fraca	155,1	103,1	230,0	42,3	-2,8	27,1	23,3	24,6	23,4	24,6	20,1	22,1	20,2	22,1	26,6	27,0	26,5	27,0	86,2	75,8	84,5	76,1	25,0	-8,7	22,2	-1,1
ago/20	Seca fraca	68,9	40,8	100,0	-6,9	-37,3	-18,0	23,6	24,6	23,5	24,6	19,4	21,6	19,5	21,6	27,8	27,7	27,4	27,7	107,1	92,9	103,2	93,2	46,7	9,3	40,6	13,6
set/20	Seca moderada	31,8	43,0	77,7	-26,0	-13,9	-1,6	25,1	25,7	24,8	25,7	20,6	22,6	20,5	22,6	29,6	28,8	29,0	28,8	127,8	107,1	122,1	107,2	52,1	11,5	46,7	19,2
out/20	Seca moderada	121,7	117,3	63,0	247,7	291,0	50,0	26,9	27,1	26,5	27,1	21,8	23,7	21,8	23,7	32,0	30,6	31,1	30,6	150,9	124,5	142,8	124,5	43,7	9,2	43,5	12,2
nov/20	Seca	16,0	20,1	16,3	-57,9	-41,0	-63,0	27,5	27,4	27,0	27,4	22,6	24,1	22,6	24,1	32,3	30,6	31,5	30,6	153,1	125,2	145,1	125,1	21,5	-5,1	22,9	-5,2

	moderada																										
dez/20	Seca moderada	4,1	3,2	36,1	-88,3	-92,5	-16,0	27,6	27,6	27,2	27,6	22,8	24,3	22,8	24,3	32,5	30,8	31,7	30,8	153,9	125,9	146,0	125,6	16,6	-11,3	16,1	-11,5

APÊNDICE B

Tabela 29. Dados meteorológicos e categorias de seca do território Alto Sertão.

Mês	Categoria de Seca	Precipitação mensal (mm)			Desvio de precipitação (%)			Temperatura média (C°)				Temperatura máxima (C°)				Temperatura mínima (C°)				Evapotranspiração (mm)				Desvio de evapotranspiração (%)			
		Poço Redondo	N.S. Glória	Canindé de S.F.	Poço Redondo	N.S. Glória	Canindé de S.F.	M. Alegre	Canindé de S.F.	N.S. Glória	N. S. Lourdes	M. Alegre	Canindé de S.F.	N.S. Glória	N. S. Lourdes	M. Alegre	Canindé de S.F.	N.S. Glória	N. S. Lourdes	M. Alegre	Canindé de S.F.	N.S. Glória	N. S. Lourdes	M. Alegre	Canindé de S.F.	N.S. Glória	N. S. Lourdes
jul/14	Seca Grave	42,1	59,8	84,3	-43,1	-44,7	71,9	22,7	23,1	23,3	23,6	26,6	27,1	27,0	27,2	18,8	19,2	19,6	20,1	93,1	95,0	91,6	93,1	1,2	-14,5	27,3	29,7
ago/14	Seca Grave	28,6	39,6	57,3	-15,8	-39,0	112,0	22,6	22,9	23,3	23,8	26,9	27,2	27,1	27,3	18,2	18,6	19,4	20,2	106,2	106,9	101,9	106,2	8,4	-7,0	29,0	34,6
set/14	Seca Moderada	17,3	20,9	34,5	-46,1	-40,3	165,4	24,4	25,1	24,8	25,1	29,5	30,3	29,3	29,1	19,3	19,9	20,3	21,0	133,4	138,0	126,5	133,4	25,8	15,0	40,6	53,5
out/14	Seca Moderada	38,3	47,1	58,5	112,5	124,4	317,9	25,2	25,8	25,7	25,9	30,3	30,9	30,3	30,1	20,0	20,6	21,0	21,8	145,8	147,8	140,2	145,8	15,4	5,6	26,3	20,5
nov/14	Seca Fraca	39,5	111,6	6,0	132,4	407,4	-71,4	26,4	27,3	26,9	27,5	31,7	32,8	31,7	31,7	21,2	21,9	22,2	23,3	155,1	161,0	149,3	155,1	9,5	8,8	10,6	35,4
dez/14	Seca Fraca	5,0	7,4	10,0	-86,8	-80,6	-76,7	26,7	27,4	27,3	27,8	31,8	32,7	32,0	32,2	21,6	22,1	22,6	23,4	154,2	159,5	150,4	154,2	2,4	2,9	5,9	11,7
jan/15	Seca Moderada	0,5	312,0	0,5	-99,0	1014,3	-98,6	27,7	28,2	27,7	28,1	32,5	33,7	32,5	32,3	23,0	22,7	23,0	23,8	153,6	167,2	153,8	153,6	6,1	10,0	10,6	15,5
fev/15	Seca Moderada	294,0	33,9	164,0	818,8	-5,8	299,9	27,7	28,1	27,7	28,0	32,0	33,1	32,0	32,0	23,4	23,1	23,4	24,1	144,4	156,6	144,5	144,4	14,6	11,8	24,5	48,1
mar/15	Seca Moderada	0,0	1,1	0,6	-100,0	-97,8	-99,0	27,7	28,5	27,7	28,0	32,3	33,7	32,3	32,1	23,2	23,2	23,2	23,9	142,1	155,3	142,0	142,1	4,0	2,9	12,7	32,5
abr/15	Seca Grave	0,0	14,1	7,1	-100,0	-80,4	-88,4	27,8	28,5	27,8	28,3	32,3	33,7	32,3	32,6	23,2	23,4	23,2	23,9	130,9	141,7	130,6	130,9	4,7	5,7	15,5	16,4
mai/15	Seca Grave	0,0	50,3	25,2	-100,0	-55,9	-60,1	25,5	25,6	25,5	25,9	29,4	29,6	29,4	29,7	21,7	21,6	21,7	22,1	102,7	105,3	102,2	102,7	-7,5	-15,1	5,4	23,8
jun/15	Seca Grave	1,5	1,6	1,8	-97,9	-98,5	-97,1	24,0	23,8	24,0	24,5	27,5	27,6	27,5	27,9	20,5	20,1	20,5	21,1	88,7	91,4	88,3	88,7	-8,6	-20,5	17,7	1,2
jul/15	Seca Grave	100,6	100,5	1,0	35,9	-6,9	-98,0	23,6	23,2	23,6	24,1	27,0	27,1	27,0	27,2	20,1	19,3	20,1	20,9	89,8	94,5	89,4	89,8	-2,4	-14,8	24,2	24,3
ago/15	Seca Grave	0,0	0,0	0,0	-100,0	-100,0	-100,0	23,7	23,5	23,7	24,2	27,6	28,1	27,6	27,8	19,7	19,0	19,7	20,6	104,8	112,2	104,5	104,8	7,0	-2,4	32,3	37,9
set/15	Seca Extrema	0,0	0,0	0,0	-100,0	-100,0	-100,0	25,4	25,8	25,4	25,7	29,9	31,3	29,9	29,7	20,8	20,4	20,8	21,6	129,2	143,2	128,9	129,2	21,9	19,3	43,3	56,1
out/15	Seca Grave	42,0	0,0	84,0	133,3	-100,0	500,0	25,9	26,3	25,9	26,2	30,4	32,0	30,4	30,3	21,3	20,6	21,3	22,1	139,0	157,0	139,0	139,0	10,0	12,2	25,2	21,1
nov/15	Seca Grave	0,0	0,0	0,0	-100,0	-100,0	-100,0	27,5	28,5	27,5	27,8	32,5	34,7	32,5	32,3	22,5	22,3	22,5	23,3	155,7	176,5	155,8	155,7	9,9	19,3	15,4	40,3
dez/15	Seca Extrema	116,4	258,0	88,8	206,3	578,9	106,4	27,4	28,0	27,4	27,9	31,9	33,2	31,9	32,0	22,8	22,7	22,8	23,8	147,0	160,8	147,4	147,0	-2,4	3,8	3,8	8,8
jan/16	Seca Moderada	67,5	253,5	160,5	40,6	805,4	358,6	26,7	27,6	27,2	27,7	31,4	32,3	31,5	31,7	22,1	22,9	22,8	23,7	149,2	152,4	145,9	149,2	3,1	0,3	5,0	11,0
fev/16	Seca Moderada	0,0	0,0	0,0	-100,0	-100,0	-100,0	26,9	27,6	27,6	28,1	31,9	32,6	32,1	32,3	21,9	22,5	23,0	23,9	152,9	156,0	147,9	152,9	21,4	11,5	27,5	51,9
mar/16	Seca Moderada	0,0	0,0	0,0	-100,0	-100,0	-100,0	27,5	28,3	27,9	28,3	32,8	33,3	32,4	32,3	22,3	23,2	23,4	24,3	151,6	151,8	141,6	151,6	10,9	0,5	12,4	31,8

abr/16	Seca Grave	0,0	0,1	0,1	-100,0	-99,8	-99,9	26,7	27,4	27,3	27,7	31,5	32,1	31,5	31,6	21,9	22,6	23,0	23,8	131,5	132,7	124,7	131,5	5,2	-1,0	10,4	9,5
mai/16	Seca Extrema	0,0	49,9	24,9	-100,0	-56,2	-60,4	24,8	25,4	25,5	26,1	29,0	29,5	29,3	29,6	20,7	21,2	21,8	22,6	104,8	106,2	101,1	104,8	-5,6	-14,4	4,2	19,5
jun/16	Seca Extrema	2,0	61,1	2,5	-97,2	-44,4	-95,9	23,5	23,9	24,0	24,5	27,7	28,4	27,9	28,3	19,3	19,5	20,1	20,8	95,7	100,4	93,2	95,7	-1,4	-12,7	24,3	6,6
jul/16	Seca Extrema	44,4	43,4	47,5	-40,0	-59,8	-3,1	22,8	23,3	23,5	24,1	27,1	27,7	27,2	27,6	18,5	18,8	19,7	20,6	97,6	101,3	92,8	97,6	6,1	-8,7	28,9	30,7
ago/16	Seca Extrema	19,3	25,0	15,8	-43,4	-61,5	-41,7	23,5	24,1	23,9	24,4	28,2	29,1	27,9	28,0	18,7	19,2	19,9	20,7	114,6	118,1	105,9	114,6	16,9	2,7	34,0	38,7
set/16	Seca Excepcional	6,9	20,3	4,5	-78,5	-42,1	-65,4	24,4	25,6	24,8	25,2	29,1	30,5	28,8	28,8	19,6	20,6	20,7	21,5	129,5	135,8	120,0	129,5	22,2	13,2	33,4	46,4
out/16	Seca Excepcional	11,5	17,1	3,5	-36,1	-18,5	-75,0	26,1	27,1	26,2	26,5	31,5	32,7	30,8	30,6	20,7	21,5	21,7	22,5	152,3	158,2	140,4	152,3	20,6	13,0	26,5	20,9
nov/16	Seca Excepcional	7,5	4,6	15,0	-55,9	-79,0	-28,6	26,9	27,9	27,0	27,4	32,2	33,5	31,6	31,4	21,5	22,4	22,4	23,3	158,2	164,4	146,7	158,2	11,7	11,1	8,7	32,5
dez/16	Seca Excepcional	23,8	34,0	0,0	-37,5	-10,5	-100,0	27,2	27,9	27,4	27,8	32,3	33,3	31,8	31,9	22,1	22,6	22,9	23,7	155,9	161,6	146,7	155,9	3,5	4,3	3,3	8,2
jan/17	Seca Excepcional	5,3	6,8	2,5	-89,1	-75,9	-92,9	27,3	28,2	27,6	27,9	32,9	33,8	32,3	32,1	21,7	22,6	22,9	23,8	165,2	168,1	152,6	165,2	14,2	10,6	9,8	13,5
fev/17	Seca Excepcional	24,3	5,4	30,5	-24,2	-85,1	-25,6	27,1	28,1	27,7	28,3	32,2	33,3	32,1	32,3	22,1	23,0	23,3	24,3	155,0	159,6	146,5	155,0	23,0	14,0	26,3	49,7
mar/17	Seca Excepcional	9,3	12,3	8,5	-84,1	-76,0	-85,1	27,0	28,0	27,6	28,1	31,9	33,0	31,9	32,1	22,1	23,1	23,2	24,2	145,3	149,1	138,0	145,3	6,3	-1,2	9,5	31,0
abr/17	Seca Excepcional	60,3	81,9	43,3	-19,7	13,7	-29,1	25,8	26,8	26,5	27,1	29,9	30,9	30,3	30,7	21,7	22,7	22,7	23,6	119,0	121,8	115,7	119,0	-4,8	-9,1	2,3	3,2
mai/17	Seca Grave	120,3	157,9	113,8	56,2	38,5	80,6	24,4	25,1	25,1	25,8	28,2	28,8	28,5	29,0	20,7	21,4	21,7	22,6	99,1	99,5	95,6	99,1	-10,7	-19,8	-1,4	12,8
jun/17	Seca Moderada	108,1	94,3	120,5	50,2	-14,3	97,5	23,2	24,0	23,9	24,6	26,7	27,5	27,0	27,4	19,7	20,4	20,7	21,7	86,6	89,7	83,4	86,6	-10,8	-22,0	11,2	-6,4
jul/17	Seca Moderada	89,5	85,8	109,0	20,9	-20,6	122,4	21,6	21,8	22,4	23,2	25,0	25,2	25,6	26,1	18,2	18,5	19,3	20,4	84,6	84,1	82,7	84,6	-8,1	-24,2	14,9	15,9
ago/17	Seca Moderada	69,9	62,6	63,5	105,5	-3,7	135,2	22,5	23,1	22,9	23,5	26,7	27,2	26,6	26,7	18,3	19,0	19,2	20,2	104,8	105,2	98,7	104,8	6,9	-8,5	24,9	28,3
set/17	Seca Fraca	98,5	115,9	94,3	207,8	231,1	625,0	22,7	23,5	23,3	23,9	26,9	27,9	27,2	27,5	18,5	19,0	19,4	20,4	116,8	122,0	113,8	116,8	10,2	1,7	26,4	39,9
out/17	Seca Fraca	7,6	32,8	4,5	-57,6	56,0	-67,9	24,5	25,4	25,0	25,5	29,3	30,3	29,2	29,1	19,6	20,4	20,8	21,8	139,1	143,3	130,7	139,1	10,1	2,4	17,8	12,3
nov/17	Seca Fraca	1,3	4,0	0,5	-92,6	-81,8	-97,6	26,2	27,1	26,4	26,8	31,4	32,3	30,9	30,8	20,9	21,8	21,9	22,8	154,4	157,6	143,8	154,4	9,0	6,5	6,5	29,8
dez/17	Seca Moderada	45,0	66,0	39,8	18,4	73,7	-7,6	26,7	27,7	26,9	27,5	32,0	33,3	31,8	32,0	21,3	22,0	22,1	22,9	157,8	165,6	151,7	157,8	4,7	6,8	6,8	13,1
jan/18	Seca Grave	58,0	55,0	10,0	20,8	96,4	-71,4	26,9	27,4	27,3	27,7	32,4	32,8	31,9	31,8	21,5	22,0	22,6	23,5	161,7	162,6	151,5	161,7	11,7	7,0	9,0	13,5
fev/18	Seca Fraca	85,6	53,4	35,5	167,5	48,4	-13,4	27,8	27,5	27,3	27,8	33,1	32,6	32,1	32,2	22,6	22,4	22,6	23,4	160,6	156,4	150,5	160,6	27,5	11,7	29,7	54,6
mar/18	Seca Moderada	9,9	54,8	12,3	-83,0	7,4	-78,5	27,0	27,3	27,0	27,6	31,7	31,9	31,4	31,6	22,2	22,6	22,7	23,5	142,2	142,6	136,6	142,2	4,0	-5,6	8,4	30,1
abr/18	Seca Grave	34,0	34,3	40,5	-54,7	-52,4	-33,6	26,5	26,1	25,9	26,4	31,0	30,3	29,9	30,1	22,0	22,0	21,9	22,7	126,1	120,9	117,2	126,1	0,9	-9,8	3,7	3,2
mai/18	Seca Grave	42,4	43,4	38,5	-45,0	-61,9	-38,9	25,2	24,7	24,7	25,4	29,4	28,6	28,4	28,9	21,0	20,8	21,0	21,9	107,0	101,8	98,7	107,0	-3,6	-17,9	1,7	17,9
jun/18	Seca Grave	29,8	60,5	36,5	-58,7	-45,0	-40,2	22,7	23,7	23,7	24,3	26,1	27,8	27,3	27,8	19,3	19,7	20,0	20,9	84,9	94,8	89,4	84,9	-12,5	-17,5	19,2	1,9

jul/18	Seca Grave	29,6	39,4	30,5	-60,0	-63,5	-37,8	21,9	23,1	23,1	23,7	25,4	27,5	26,8	27,1	18,4	18,7	19,3	20,3	86,3	100,1	91,4	86,3	-6,2	-9,8	26,9	27,7
ago/18	Seca Extrema	9,3	14,4	10,3	-72,8	-77,9	-62,0	22,4	24,1	23,8	24,2	26,7	29,2	27,9	27,9	18,1	19,1	19,6	20,5	105,7	119,7	106,9	105,7	7,9	4,0	35,3	39,3
set/18	Seca Extrema	6,6	5,3	6,0	-79,3	-85,0	-53,8	24,0	25,5	24,9	25,3	28,6	31,2	29,6	29,5	19,3	19,9	20,2	21,1	126,7	144,7	129,8	126,7	19,6	20,5	44,2	57,0
out/18	Seca Extrema	4,6	5,8	9,0	-74,3	-72,6	-35,7	25,7	26,9	26,2	26,5	31,1	32,9	31,3	31,1	20,2	21,0	21,1	21,9	150,9	162,7	148,2	150,9	19,5	16,2	33,5	28,7
nov/18	Seca Extrema	12,6	19,1	9,3	-25,7	-13,0	-56,0	27,3	27,6	27,0	27,3	33,1	33,2	31,9	31,7	21,5	21,9	22,0	22,9	166,5	164,5	152,5	166,5	17,5	11,1	13,0	37,3
dez/18	Seca Extrema	55,5	64,0	60,8	46,1	68,4	41,3	27,5	27,4	27,2	27,7	33,1	32,9	32,2	32,2	22,0	21,9	22,3	23,1	163,1	162,2	153,9	163,1	8,3	4,6	8,4	13,7
jan/19	Seca Extrema	8,8	16,6	5,8	-81,8	-40,6	-83,6	26,9	27,5	27,3	27,6	32,4	32,9	32,2	31,9	21,5	22,2	22,5	23,3	161,7	162,0	154,5	161,7	11,7	6,6	11,2	15,1
fev/19	Seca Extrema	12,1	28,1	12,8	-62,1	-21,9	-68,9	27,8	28,9	28,2	28,6	33,1	34,0	33,0	33,0	22,6	23,7	23,5	24,3	160,6	162,4	153,9	160,6	27,5	16,0	32,6	56,7
mar/19	Seca Grave	63,8	74,3	120,0	9,9	45,6	110,5	27,0	28,0	27,6	28,2	31,7	32,8	32,0	32,3	22,2	23,1	23,1	24,0	142,2	147,5	139,6	142,2	4,0	-2,3	10,8	34,1
abr/19	Seca Grave	107,4	14,1	207,3	43,2	-80,4	239,8	26,5	27,7	27,1	27,6	31,0	32,2	31,3	31,7	22,0	23,2	22,9	23,6	126,1	129,8	123,8	126,1	0,9	-3,1	9,5	10,9
mai/19	Seca Grave	2,0	19,3	4,0	-97,4	-83,1	-93,7	25,2	26,1	25,9	26,5	29,4	30,3	29,8	30,3	21,0	21,9	21,9	22,8	107,0	109,4	104,4	107,0	-3,6	-11,8	7,6	24,9
jun/19	Seca Grave	135,0	180,0	100,0	87,5	63,6	63,9	22,7	23,7	23,6	24,5	26,1	27,3	26,9	27,7	19,3	20,0	20,3	21,3	84,9	90,1	85,1	84,9	-12,5	-21,7	13,4	-1,4
jul/19	Seca Moderada	184,7	402,8	136,4	149,6	273,0	178,4	21,9	22,9	22,9	23,8	25,4	26,5	26,1	26,8	18,4	19,2	19,7	20,8	86,3	90,9	84,5	86,3	-6,2	-18,1	17,3	20,4
ago/19	Seca Moderada	73,3	90,0	52,3	115,5	38,5	93,5	22,4	23,3	23,2	23,9	26,7	27,6	27,1	27,3	18,1	18,9	19,4	20,5	105,7	109,1	101,3	105,7	7,9	-5,1	28,2	33,4
set/19	Seca Moderada	47,9	33,2	28,4	49,6	-5,1	118,5	24,0	25,1	24,6	25,1	28,6	30,0	28,7	28,9	19,3	20,2	20,4	21,3	126,7	133,5	121,2	126,7	19,6	11,3	34,6	48,6
out/19	Seca Moderada	8,0	7,6	3,5	-55,7	-63,8	-75,0	25,7	26,9	26,2	26,6	31,1	32,3	30,9	30,9	20,2	21,4	21,4	22,3	150,9	155,9	143,1	150,9	19,5	11,4	29,0	24,3
nov/19	Seca Grave	4,4	3,0	0,6	-74,2	-86,4	-97,1	27,3	28,5	27,6	27,9	33,1	34,3	32,6	32,3	21,5	22,7	22,6	23,4	166,5	170,6	155,2	166,5	17,5	15,3	15,0	40,5
dez/19	Seca Grave	23,3	11,0	20,1	-38,6	-71,1	-53,3	27,5	28,6	28,0	28,4	33,1	34,2	32,7	32,7	22,0	23,0	23,2	24,0	163,1	168,3	153,2	163,1	8,3	8,6	7,9	13,0
jan/20	Seca Grave	59,1	65,5	80,0	23,1	133,9	128,6	27,6	28,7	28,1	28,5	32,8	34,0	32,7	32,7	22,3	23,3	23,4	24,2	161,3	166,5	153,5	161,3	11,5	9,5	10,4	16,1
fev/20	Seca Grave	4,2	67,5	8,0	-86,9	87,5	-80,5	27,8	28,7	28,3	28,8	32,9	34,0	33,0	33,1	22,7	23,4	23,7	24,5	158,2	164,1	152,6	158,2	25,6	17,2	31,5	56,7
mar/20	Seca Moderada	196,0	177,8	61,1	237,9	248,6	7,2	27,0	27,9	27,6	28,2	31,5	32,4	31,6	31,9	22,6	23,5	23,6	24,5	138,8	141,2	132,6	138,8	1,6	-6,5	5,2	25,8
abr/20	Seca Fraca	72,6	84,2	90,0	-3,2	16,9	47,5	26,5	27,3	27,0	27,5	30,0	30,9	30,3	30,7	23,0	23,7	23,7	24,3	111,2	115,2	109,1	111,2	-11,1	-14,0	-3,5	-1,5
mai/20	Seca Fraca	130,0	125,0	120,0	68,8	9,6	90,5	24,8	25,6	25,4	26,0	28,0	28,9	28,4	28,9	21,6	22,2	22,4	23,2	92,4	96,5	89,7	92,4	-16,8	-22,2	-7,5	7,6
jun/20	Seca Fraca	80,0	166,2	131,0	11,1	51,1	114,8	23,9	24,6	24,4	25,0	27,2	28,1	27,4	27,8	20,5	21,0	21,4	22,1	86,1	91,0	82,7	86,1	-11,3	-20,9	10,2	-5,9
jul/20	Seca Fraca	37,8	92,2	42,4	-48,9	-14,6	-13,5	23,3	24,0	23,8	24,4	26,6	27,6	26,8	27,2	20,1	20,4	20,8	21,5	86,6	92,4	82,7	86,6	-5,9	-16,7	14,9	18,2
ago/20	Seca Fraca	23,0	35,0	26,0	-32,4	-46,2	-3,7	23,6	24,4	24,0	24,4	27,8	29,0	27,7	27,8	19,4	19,8	20,3	20,9	107,4	114,9	101,8	107,4	9,6	-0,1	28,9	34,9
set/20	Seca Moderada	12,8	35,5	16,6	-59,9	1,5	27,7	25,1	25,9	25,3	25,5	29,6	30,9	29,3	29,2	20,6	21,0	21,3	21,9	128,0	137,2	121,2	128,0	20,8	14,4	34,6	48,5
out/20	Seca Moderada	18,0	20,0	70,0	0,0	-4,8	400,0	26,9	27,9	27,1	27,4	32,0	33,5	31,7	31,6	21,8	22,2	22,6	23,1	150,9	162,1	143,7	150,9	19,4	15,8	29,4	25,7

nov/20	Seca Moderada	59,0	32,2	30,0	247,1	46,4	42,9	27,5	28,4	27,7	28,0	32,3	33,8	32,1	32,1	22,6	23,1	23,4	24,0	153,0	163,2	146,0	153,0	8,0	10,3	8,2	34,0
dez/20	Seca Grave	0,4	0,4	11,3	-98,9	-98,9	-73,7	27,6	28,6	28,0	28,3	32,5	34,0	32,3	32,3	22,8	23,3	23,6	24,2	153,5	163,9	146,7	153,5	1,9	5,8	3,3	9,0

APÊNDICE C

Tabela 30. Dados meteorológicos e categorias de seca do território Centro-Sul.

Mês	Categoria de Seca	Precipitação mensal (mm)			Desvio de precipitação (%)			Temperatura média (C°)				Temperatura máxima (C°)				Temperatura mínima (C°)				Evapotranspiração (mm)				Desvio de Evapotranspiração (%)			
		Lagarto	Poço Verde	Riachão do Dantas	Lagarto	Poço Verde	Riachão do Dantas	Poço Verde	Tobias Barreto	Simão Dias	Riachão do Dantas	Poço Verde	Tobias Barreto	Simão Dias	Riachão do Dantas	Poço Verde	Tobias Barreto	Simão Dias	Riachão do Dantas	Poço Verde	Tobias Barreto	Simão Dias	Riachão do Dantas	Poço Verde	Tobias Barreto	Simão Dias	Riachão do Dantas
jul/14	seca grave	150,3	75,9	225,4	2,2	-21,2	62,3	22,2	23,1	22,9	23,1	26,5	27,1	26,8	27,1	17,9	19,2	19,0	19,2	95,6	92,2	92,5	92,6	34,6	35,6	25,0	15,8
ago/14	seca fraca	38,0	28,5	57,0	-57,0	-53,9	-42,4	22,0	22,8	22,7	22,8	27,2	27,2	27,1	27,2	16,7	18,5	18,4	18,5	114,6	106,3	106,5	106,6	56,9	45,6	34,8	30,0
set/14	seca fraca	31,3	23,4	46,9	-50,7	-4,8	-31,0	24,0	24,2	24,2	24,2	29,7	29,1	29,1	29,1	18,2	19,3	19,3	19,3	139,9	129,0	130,4	129,2	66,5	59,2	44,9	43,6
out/14	seca fraca	35,8	28,5	50,4	-22,9	31,9	9,8	24,6	25,0	25,0	25,0	30,5	30,0	30,1	30,0	18,8	20,0	19,9	20,0	153,5	142,7	144,5	142,7	46,2	39,9	33,8	32,2
nov/14	sem seca	66,4	49,8	99,6	34,4	38,8	103,7	25,7	25,9	26,0	25,9	31,2	30,7	31,0	30,7	20,2	21,1	21,0	21,1	156,6	147,2	150,4	147,1	27,3	22,7	19,3	19,6
dez/14	seca fraca	9,4	7,0	14,1	-77,8	-82,7	-69,6	26,0	26,4	26,4	26,4	31,4	31,1	31,3	31,1	20,6	21,8	21,5	21,8	156,5	147,5	150,7	147,2	18,6	14,4	14,2	11,5
jan/15	seca fraca	11,3	8,4	16,9	-75,5	-76,2	-61,9	26,8	26,9	26,9	26,9	26,8	26,9	26,9	26,9	20,5	21,7	21,6	21,7	140,5	126,1	126,6	125,9	7,2	-1,5	-7,6	-8,1
fev/15	seca fraca	34,1	25,6	51,2	-37,2	-35,5	-27,6	26,5	26,9	26,7	26,9	26,5	26,9	26,7	26,9	21,4	22,4	22,2	22,4	121,4	113,6	114,0	113,5	9,3	2,3	-1,7	-2,2
mar/15	seca fraca	23,8	248,3	495,0	-69,9	214,5	422,7	27,2	27,2	27,1	27,2	27,2	27,2	27,1	27,2	21,3	22,2	22,1	22,2	127,1	115,9	116,0	116,0	3,3	-3,4	-7,9	-12,1
abr/15	seca fraca	59,5	44,6	89,3	-53,7	-42,4	-19,8	27,0	27,1	27,0	27,1	27,0	27,1	27,0	27,1	21,4	22,2	22,1	22,2	112,0	103,3	103,4	103,5	7,7	-0,7	-8,5	-10,7
mai/15	seca fraca	284,2	264,3	324,0	70,3	141,6	115,4	24,8	25,2	25,1	25,2	24,8	25,2	25,1	25,2	20,7	21,5	21,2	21,5	80,2	76,2	77,2	76,5	-10,9	-15,4	-19,5	-25,0
jun/15	sem seca	90,9	68,2	136,3	-39,3	-29,1	-12,0	22,8	23,6	23,4	23,6	22,8	23,6	23,4	23,6	19,1	20,2	19,9	20,2	67,1	65,5	66,2	65,8	-2,7	-0,7	-11,8	-23,5
jul/15	sem seca	55,8	68,2	83,6	-62,1	-29,2	-39,8	22,5	23,3	23,1	23,3	22,5	23,3	23,1	23,3	18,1	19,5	19,3	19,5	76,2	70,6	70,9	70,9	7,3	3,8	-4,2	-11,4
ago/15	sem seca	51,9	38,9	77,8	-41,3	-37,1	-21,4	22,1	22,9	22,9	22,9	22,1	22,9	22,9	22,9	17,1	18,7	18,6	18,7	89,4	81,6	83,1	81,8	22,5	11,7	5,2	-0,3
set/15	seca fraca	15,3	11,4	22,9	-75,9	-53,7	-66,3	24,5	24,6	24,7	24,6	24,5	24,6	24,7	24,6	18,3	19,5	19,5	19,5	119,8	105,5	106,8	105,7	42,7	30,3	18,7	17,4
out/15	seca fraca	21,6	16,2	32,4	-53,5	-25,0	-29,4	25,2	25,1	25,2	25,1	25,2	25,1	25,2	25,1	19,5	20,5	20,4	20,5	123,2	107,2	110,0	107,2	17,3	5,1	1,8	-0,8
nov/15	seca grave	0,1	0,0	0,2	-99,8	-100,0	-99,6	27,7	27,0	27,0	27,0	27,7	27,0	27,0	27,0	20,5	21,4	21,3	21,4	153,0	129,9	131,5	129,8	24,4	8,3	4,4	5,6
dez/15	seca grave	19,9	14,9	29,8	-52,8	-63,2	-35,6	26,8	26,6	26,6	26,6	26,8	26,6	26,6	26,6	20,8	21,8	21,6	21,8	133,9	117,5	119,7	117,2	1,5	-8,9	-9,3	-11,2
jan/16	seca moderada	418,8	54,5	108,9	810,9	54,4	145,3	26,4	26,3	26,3	26,3	26,4	26,3	26,3	26,3	21,5	21,9	21,8	21,9	119,4	111,6	113,5	111,4	-8,8	-12,8	-17,1	-18,7
fev/16	seca fraca	19,9	14,9	29,8	-63,4	-62,4	-57,8	26,3	26,8	26,6	26,8	26,3	26,8	26,6	26,8	20,7	21,9	21,7	21,9	127,7	118,7	118,4	118,6	15,0	7,0	2,1	2,3
mar/16	seca moderada	23,8	55,6	111,3	-69,9	-29,5	17,5	27,2	27,3	27,2	27,3	27,2	27,3	27,2	27,3	20,9	22,1	22,0	22,1	132,7	119,3	118,8	119,4	7,9	-0,6	-5,7	-9,5
abr/16	seca grave	6,4	4,8	9,6	-95,0	-93,8	-91,4	26,3	26,7	26,5	26,7	26,3	26,7	26,5	26,7	20,4	21,7	21,7	21,7	114,5	103,6	102,6	103,8	10,1	-0,4	-9,2	-10,5
mai/16	seca grave	0,0	0,0	0,0	-100,0	-100,0	-100,0	24,3	25,0	24,8	25,0	24,3	25,0	24,8	25,0	19,4	20,8	20,6	20,8	88,0	80,4	80,8	80,7	-2,2	-10,7	-15,8	-20,9

jun/16	seca grave	0,1	0,1	0,2	-99,9	-99,9	-99,9	22,9	23,7	23,4	23,7	22,9	23,7	23,4	23,7	18,2	19,6	19,3	19,6	77,8	72,3	72,6	72,7	12,8	9,6	-3,3	-15,5
jul/16	seca grave	0,1	0,1	0,2	-99,9	-99,9	-99,9	22,1	23,0	22,8	23,0	22,1	23,0	22,8	23,0	17,0	18,7	18,6	18,7	82,2	74,6	74,6	74,9	15,7	9,7	0,8	-6,4
ago/16	seca extrema	0,1	0,1	0,2	-99,9	-99,9	-99,8	22,8	23,3	23,3	23,3	22,8	23,3	23,3	23,3	17,0	18,7	18,6	18,7	99,8	87,0	87,9	87,2	36,8	19,1	11,2	6,4
set/16	seca extrema	0,0	0,0	0,0	-100,0	-100,0	-100,0	23,7	23,7	23,8	23,7	23,7	23,7	23,8	23,7	18,0	19,2	19,2	19,2	111,1	96,3	97,8	96,5	32,3	18,9	8,7	7,2
out/16	seca excepcional	29,1	21,8	43,7	-37,3	1,0	-4,8	25,9	25,5	25,6	25,5	25,9	25,5	25,6	25,5	19,6	20,5	20,4	20,5	133,2	114,0	116,1	114,0	26,8	11,7	7,5	5,5
nov/16	seca excepcional	3,9	2,9	5,8	-92,2	-91,9	-88,1	26,5	26,2	26,3	26,2	26,5	26,2	26,3	26,2	20,4	21,3	21,2	21,3	135,9	117,9	120,1	117,8	10,5	-1,8	-4,7	-4,3
dez/16	seca excepcional	15,5	11,6	23,3	-63,2	-71,3	-49,8	27,1	26,8	26,8	26,8	27,1	26,8	26,8	26,8	21,3	22,2	21,9	22,2	133,8	116,6	118,8	116,3	1,4	-9,6	-10,0	-11,9
jan/17	seca excepcional	4,3	3,2	6,4	-90,8	-91,0	-85,6	27,1	26,9	26,9	26,9	27,1	26,9	26,9	26,9	20,4	21,5	21,4	21,5	148,0	128,4	128,7	128,2	13,0	0,3	-6,1	-6,4
fev/17	seca excepcional	19,8	14,8	29,6	-63,7	-62,7	-58,1	26,7	26,9	26,8	26,9	26,7	26,9	26,8	26,9	20,7	21,9	21,8	21,9	134,2	120,8	119,9	120,7	20,9	8,8	3,4	4,1
mar/17	seca excepcional	23,8	48,4	96,8	-69,9	-38,7	2,2	26,5	26,7	26,6	26,7	26,5	26,7	26,6	26,7	20,8	21,9	21,8	21,9	124,1	111,7	111,6	111,8	0,9	-6,9	-11,4	-15,3
abr/17	seca excepcional	109,4	82,0	164,1	-14,9	5,9	47,3	25,0	25,7	25,5	25,7	25,3	25,7	25,5	25,7	20,4	21,5	21,4	21,5	99,4	91,3	90,9	91,5	-4,4	-12,2	-19,6	-21,1
mai/17	seca moderada	97,8	73,3	146,6	-41,4	-33,0	-2,5	23,9	24,5	24,3	24,5	23,9	24,5	24,3	24,5	19,4	20,7	20,5	20,7	83,1	75,5	76,0	75,9	-7,7	-16,1	-20,8	-25,6
jun/17	seca moderada	109,8	82,3	164,6	-26,7	-14,4	6,3	22,5	23,3	23,1	23,3	22,5	23,3	23,1	23,3	18,5	19,8	19,6	19,8	70,4	65,3	65,4	65,6	2,0	-1,1	-12,8	-23,8
jul/17	seca moderada	443,1	82,3	74,4	201,3	-14,6	-46,4	20,8	21,8	21,6	21,8	20,8	21,8	21,6	21,8	16,9	18,4	18,2	18,4	67,3	63,9	64,3	64,2	-5,2	-6,1	-13,1	-19,8
ago/17	seca moderada	44,6	33,5	66,9	-49,5	-45,9	-32,4	22,2	22,4	22,4	22,4	22,2	22,4	22,4	22,4	17,3	18,3	18,2	18,3	87,8	79,3	80,6	79,6	20,2	8,7	2,0	-3,0
set/17	seca fraca	187,9	140,9	281,8	196,2	472,0	314,5	21,8	22,2	22,3	22,2	21,8	22,2	22,3	22,2	17,4	18,3	18,3	18,3	91,1	84,6	87,1	84,8	8,5	4,5	-3,2	-5,8
out/17	seca fraca	28,9	21,7	43,3	-37,9	0,2	-5,6	23,7	23,9	24,0	23,9	23,7	23,9	24,0	23,9	18,2	19,4	19,4	19,4	116,8	103,0	105,6	103,0	11,3	1,0	-2,2	-4,6
nov/17	seca fraca	8,3	6,2	12,4	-83,3	-82,7	-74,7	25,7	25,6	25,7	25,6	25,7	25,6	25,7	25,6	19,6	20,7	20,6	20,7	132,6	116,1	118,2	116,0	7,8	-3,3	-6,2	-5,7
dez/17	seca fraca	184,3	138,2	276,4	336,9	240,9	497,0	26,5	26,3	26,3	26,3	26,5	26,3	26,3	26,3	20,6	21,5	21,2	21,5	132,4	117,7	120,4	117,5	0,3	-8,7	-8,8	-11,0
jan/18	seca moderada	18,1	13,6	27,2	-60,6	-61,5	-38,8	26,5	26,6	26,6	26,6	26,5	26,6	26,6	26,6	20,4	21,5	21,4	21,5	138,5	123,3	124,1	123,1	5,8	-3,7	-9,4	-10,1
fev/18	seca fraca	20,9	15,7	31,3	-61,6	-60,5	-55,7	26,9	27,0	26,7	27,0	26,9	27,0	26,7	27,0	21,3	22,0	21,7	22,0	128,6	120,4	120,2	120,3	15,9	8,4	3,6	3,7
mar/18	seca moderada	26,8	20,1	40,1	-66,1	-74,6	-57,6	26,3	26,4	26,3	26,4	26,3	26,4	26,3	26,4	20,9	21,7	21,6	21,7	118,7	109,1	109,3	109,2	-3,5	-9,1	-13,2	-17,3
abr/18	seca moderada	110,3	82,7	165,4	-14,3	6,7	48,5	24,6	25,2	25,1	25,2	24,6	25,2	25,1	25,2	19,5	20,7	20,7	20,7	101,0	94,8	94,1	95,0	-2,9	-8,9	-16,7	-18,1
mai/18	seca moderada	71,3	53,4	106,9	-57,3	-51,1	-29,0	23,2	24,0	23,9	24,0	23,2	24,0	23,9	24,0	18,7	20,1	19,9	20,1	82,3	76,6	77,3	76,9	-8,5	-14,9	-19,5	-24,6
jun/18	seca grave	66,8	50,1	100,1	-55,4	-48,0	-35,4	22,4	23,2	23,0	23,2	22,4	23,2	23,0	23,2	18,1	19,4	19,1	19,4	73,2	69,2	69,5	69,5	6,1	4,8	-7,4	-19,2
jul/18	seca grave	47,5	50,1	71,3	-67,7	-48,1	-48,7	22,0	22,8	22,6	22,8	22,0	22,8	22,6	22,8	16,8	18,5	18,3	18,5	83,2	74,9	74,8	75,2	17,1	10,2	1,0	-5,9
ago/18	seca grave	27,3	20,4	40,9	-69,2	-66,9	-58,7	23,0	23,4	23,3	23,4	23,0	23,4	23,3	23,4	17,2	18,7	18,6	18,7	100,7	88,1	89,0	88,4	37,9	20,7	12,6	7,7
set/18	seca extrema	3,4	2,5	5,1	-94,7	-89,7	-92,6	23,8	24,1	24,2	24,1	23,8	24,1	24,2	24,1	17,7	19,0	19,0	19,0	117,2	104,4	106,0	104,6	39,5	28,9	17,8	16,2
out/18	seca extrema	19,3	14,4	28,9	-58,6	-33,2	-37,1	25,7	25,5	25,6	25,5	25,7	25,5	25,6	25,5	19,3	20,2	20,1	20,2	133,0	117,9	120,4	117,9	26,7	15,6	11,5	9,1
nov/18	seca extrema	22,0	16,5	33,0	-55,5	-54,0	-32,5	26,1	26,2	26,3	26,2	26,1	26,2	26,3	26,2	20,0	21,1	20,9	21,1	133,6	120,9	123,6	120,8	8,6	0,8	-1,9	-1,8
dez/18	seca extrema	20,8	15,6	31,1	-50,8	-61,6	-32,8	26,0	26,4	26,4	26,4	26,0	26,4	26,4	26,4	20,0	21,4	21,1	21,4	131,9	120,7	123,4	120,5	-0,1	-6,4	-6,6	-8,7

jan/19	seca extrema	12,8	9,6	19,1	-72,3	-72,9	-56,9	26,6	26,7	26,7	26,7	26,6	26,7	26,7	26,7	20,6	21,5	21,4	21,5	135,3	125,5	126,5	125,3	3,3	-2,0	-7,6	-8,6
fev/19	seca extrema	30,0	22,5	45,0	-44,8	-43,3	-36,3	27,7	27,8	27,5	27,8	27,7	27,8	27,5	27,8	21,6	22,5	22,3	22,5	137,4	126,3	125,8	126,2	23,8	13,8	8,4	8,8
mar/19	seca grave	23,8	64,2	128,4	-69,9	-18,7	35,6	26,3	26,7	26,6	26,7	26,3	26,7	26,6	26,7	21,2	22,1	22,0	22,1	114,2	107,5	108,3	107,6	-7,2	-10,4	-14,1	-18,5
abr/19	seca grave	41,8	31,3	62,6	-67,5	-59,6	-43,8	25,9	26,3	26,2	26,3	25,9	26,3	26,2	26,3	20,8	21,8	21,7	21,8	103,7	97,2	96,9	97,5	-0,3	-6,5	-14,2	-16,0
mai/19	seca grave	24,6	18,5	36,9	-85,2	-83,1	-75,4	24,6	25,2	25,0	25,2	24,6	25,2	25,0	25,2	19,7	21,0	20,8	21,0	89,2	81,7	82,4	82,0	-0,9	-9,2	-14,2	-19,6
jun/19	seca grave	331,5	331,5	331,5	121,3	244,7	114,0	21,7	22,7	22,5	22,7	21,7	22,7	22,5	22,7	18,0	19,4	19,2	19,4	65,3	62,8	63,3	63,0	-5,3	-4,9	-15,6	-26,7
jul/19	seca moderada	443,0	314,7	456,0	201,2	226,5	228,3	20,8	21,9	21,8	21,9	20,8	21,9	21,8	21,9	16,8	18,5	18,4	18,5	68,5	64,2	64,7	64,5	-3,5	-5,5	-12,6	-19,4
ago/19	seca moderada	108,2	87,4	96,2	22,5	41,4	-2,9	21,1	22,2	22,2	22,2	21,1	22,2	22,2	22,2	16,3	18,1	18,0	18,1	86,0	78,9	80,5	79,1	17,8	8,1	1,9	-3,5
set/19	seca moderada	81,5	78,5	87,5	28,5	218,7	28,7	22,9	23,4	23,5	23,4	23,5	23,4	23,5	23,4	17,8	19,1	19,1	19,1	108,8	93,3	95,4	93,5	29,5	15,2	6,0	3,8
out/19	seca moderada	29,3	22,0	32,9	-37,0	1,8	-28,4	24,8	25,0	25,1	25,0	24,8	25,0	25,1	25,0	18,7	20,0	20,0	20,0	126,7	112,8	115,5	112,8	20,6	10,6	6,9	4,5
nov/19	seca moderada	65,0	1,6	62,5	31,6	-95,5	27,9	26,7	26,7	26,8	26,7	26,7	26,7	26,8	26,7	19,9	21,3	21,2	21,3	144,2	126,3	128,3	126,2	17,3	5,2	1,8	2,6
dez/19	seca grave	16,0	15,4	19,2	-62,2	-62,0	-58,5	26,9	27,2	27,1	27,2	26,9	27,2	27,1	27,2	20,4	22,1	21,9	22,1	143,4	123,5	125,6	123,2	8,7	-4,3	-4,8	-6,7
jan/20	seca grave	49,4	81,6	89,6	7,4	131,2	101,7	26,9	27,1	27,1	27,1	26,9	27,1	27,1	27,1	20,9	22,2	22,1	22,2	137,5	122,4	123,7	122,2	5,0	-4,4	-9,7	-10,8
fev/20	seca moderada	65,8	184,8	70,6	21,1	365,8	-0,1	27,4	27,8	27,6	27,8	27,4	27,8	27,6	27,8	21,6	22,9	22,6	22,9	132,2	121,8	121,7	121,7	19,1	9,7	4,9	4,9
mar/20	seca moderada	90,8	100,0	146,9	14,9	26,6	55,1	26,2	26,8	26,7	26,8	26,2	26,8	26,7	26,8	21,0	22,4	22,3	22,4	116,1	106,1	106,1	106,2	-5,6	-11,6	-15,8	-19,5
abr/20	seca moderada	193,0	149,8	182,2	50,1	93,4	63,6	26,1	26,6	26,3	26,6	26,1	26,6	26,3	26,6	22,1	23,1	22,9	23,1	90,5	83,7	83,4	83,9	-13,0	-19,5	-26,2	-27,6
mai/20	seca moderada	230,0	255,0	310,1	37,8	133,1	106,1	24,4	24,9	24,7	24,9	24,4	24,9	24,7	24,9	20,5	21,7	21,5	21,7	76,1	68,7	69,2	69,0	-15,5	-23,7	-28,0	-32,4
jun/20	seca fraca	222,0	242,0	249,0	48,2	151,6	60,7	23,4	24,1	23,8	24,1	23,4	24,1	23,8	24,1	19,5	20,8	20,5	20,8	70,1	64,3	64,2	64,6	1,6	-2,6	-14,4	-24,9
jul/20	seca fraca	208,5	191,4	185,7	41,8	98,6	33,7	22,9	23,6	23,4	23,6	22,9	23,6	23,4	23,6	19,1	20,4	20,2	20,4	70,5	64,1	64,1	64,4	-0,6	-5,7	-13,4	-19,5
ago/20	seca fraca	96,8	50,0	104,2	9,5	-19,1	5,2	23,0	23,5	23,5	23,5	23,0	23,5	23,5	23,5	18,3	19,7	19,5	19,7	88,1	78,2	79,7	78,4	20,6	7,1	0,9	-4,4
set/20	seca fraca	48,9	57,5	60,4	-23,0	133,5	-11,1	24,5	24,7	24,8	24,7	24,5	24,7	24,8	24,7	19,4	20,6	20,5	20,6	105,3	92,6	94,8	92,8	25,4	14,3	5,3	3,1
out/20	seca moderada	48,4	24,0	39,5	4,1	11,0	-14,0	26,4	26,3	26,5	26,3	26,4	26,3	26,5	26,3	20,8	21,9	21,8	21,9	123,8	108,5	111,7	108,5	17,9	6,4	3,4	0,5
nov/20	seca moderada	55,1	40,0	48,0	11,5	11,6	-1,8	26,9	27,0	27,0	27,0	26,9	27,0	27,0	27,0	21,6	22,7	22,6	22,7	124,1	109,9	112,9	109,8	0,9	-8,4	-10,4	-10,7
dez/20	seca moderada	6,8	1,0	11,8	-83,9	-97,5	-74,4	27,2	27,2	27,2	27,2	27,2	27,2	27,2	27,2	21,8	23,0	22,8	23,0	126,8	110,3	113,7	110,1	-3,9	-14,5	-13,9	-16,6

APÊNDICE D

Tabela 31. Dados anuais de produção agrícola, seguro-safra, pecuária, e volume micromedido para os territórios Agreste Central, Alto Sertão e Centro-Sul.

ANO	Produção agrícola (ton)			Seguro-safra (nº de pessoas)			Rebanho bovino (nº de cabeças)			Produção de leite (mil litros)			Volume micromedido (1000m³/ano)		
	Agreste Central	Alto Sertão	Centro-Sul	Agreste Central	Alto Sertão	Centro-Sul	Agreste Central	Alto Sertão	Centro-Sul	Agreste Central	Alto Sertão	Centro-Sul	Agreste Central	Alto Sertão	Centro-Sul
2000	39768,0	14249,0	45184				172464,0	152870,0	161173,0	19463,0	42700,0	15845,0			
2001	18324,0	11902,0	18724				167351,0	134040,0	164226,0	20356,0	37868,0	16592,0			
2002	12767,0	10790,0	21660				160307,0	125150,0	167786,0	20987,0	35370,0	16526,0			
2003	34834,0	10005,0	41711				153098,0	137500,0	166002,0	21022,0	51264,0	16785,0			
2004	41255,0	18954,0	81717				153627,0	136700,0	171752,0	22013,0	61274,0	16538,0	3350,0		3668,0
2005	57657,0	65563,0	89742				158671,0	173700,0	187775,0	23108,0	88600,0	17237,0	3538,0		3762,0
2006	42974,0	66811,0	71689	335,0	9021,0	138,0	167163,0	191000,0	199528,0	24211,0	124951,0	17986,0	5722,0	3656,0	4321,0
2007	63523,0	54005,0	112810	225,0	15165,0	137,0	175032,0	205300,0	193178,0	24043,0	129579,0	17469,0	5867,0	3816,0	4465,0
2008	405327,0	40540,0	135229	293,0	14155,0	183,0	178885,0	199150,0	197992,0	24284,0	135336,0	18050,0	5985,0	3917,0	4673,0
2009	435914,0	73151,0	196139	63,0	11811,0	343,0	186590,0	213960,0	200323,0	25522,0	151735,0	18737,0	6318,2	3841,4	4940,0
2010	458731,0	87469,0	209757	130,0	8876,0	442,0	196164,0	207990,0	198039,0	26995,0	157311,0	19133,0	6446,8	4064,6	5080,0
2011	254093,0	32577,0	183762	98,0	10128,0	894,0	200199,0	215502,0	202143,0	27813,0	169116,0	21187,0	6858,0	4357,0	5416,0
2012	58707,0	3416,0	206472	607,0	13498,0	1467,0	225386,0	218660,0	194243,0	31321,0	152949,0	19963,0	7284,0	4598,0	5642,0
2013	357058,0	36208,0	275220	567,0	16032,0	1473,0	229170,0	246890,0	212925,0	33029,0	179053,0	21600,0	7383,0	4671,0	5642,0
2014	402288,0	60552,0	236656	435,0	15476,0	1389,0	246230,0	243150,0	202390,0	35873,0	187579,0	20666,0	7855,0	4631,0	6074,0
2015	211757,0	30946,0	205126	319,0	13639,0	1080,0	235142,0	244580,0	207896,0	30716,0	219558,0	21748,0	8003,7	4638,1	5987,0
2016	61624,0	4791,0	43253	1052,0	13571,0	1176,0	228741,0	235530,0	208693,0	33525,0	212464,0	20727,0	7949,3	4638,4	5747,0
2017	327760,0	99010,0	334042	252,0	10776,0	1105,0	175342,0	224830,0	191024,0	33040,0	209384,0	19014,0	7686,1	4435,3	5788,0
2018	21787,0	756,0	51622	411,0	9246,0	1273,0	191542,0	197440,0	200346,0	34776,0	216369,0	18811,0	7903,6	4441,5	5910,0
2019	295952,0	48019,0	235393	394,0	9320,0	1277,0	194948,0	206630,0	193765,0	35593,0	222751,0	19130,0	7673,3	4482,8	5871,0

APÊNDICE E

Tabela 32. Dados de monitoramento de reservatórios.

Mês	Itabaiana			Algodoeiro			Lagoa do rancho			Alagadiço			Ribeirópolis			Coité			Carira			Glória			Dionísio Machado	Barragem do Jabiberi	João Alves Filho
	Cota (m)	Volume (hm³)	Volume (%)	Cota (m)	Volume (hm³)	Volume (%)	Cota (m)	Volume (hm³)	Volume (%)	Cota (m)	Volume (hm³)	Volume (%)	Cota (m)	Volume (hm³)	Volume (%)	Cota (m)	Volume (hm³)	Volume (%)	Cota (m)	Volume (hm³)	Volume (%)	Cota (m)	Volume (hm³)	Volume (%)	Volume (%)	Volume (%)	Volume (%)
jul/14			100			84,95			1,86			SECO			92,39			57,32			79,27			81,03			
ago/14			100			91,94			26,09			SECO			100			79,27			100			100			
set/14			100			91,4			14,91			SECO			100			78,05			100			100			
out/14																					100						
dez/14				0	1,7	91,4	0	0,24	14,91	0	SECO	SECO	0	0,92	100	0	0,64	78,05	0	0,82	100		100	100			
jan/15				0	1,7	91,4	0	0,24	14,91	0	SECO	SECO	0	0,92	100	0	0,64	78,05	0	0,82	100		100	100			
mai/15	0	2,6	95,94	0	1,31	70,43	0	0,56	34,78	0	SECO	SECO	0	0,87	94,57	0	0,49	59,76	0	0,75	91,46	0	0,53	91,38			
jun/15				369,75	1,4	75,27																					
jul/15				369,75	1,4	75,27	0,74	0,6	37,27	11,64	0,13	12,26		0,92	100	53,76	0,79	96,34		0,82	100		0,57	98,28			
ago/15				384,54	1,46	78,49	0,7	0,56	34,78	2,61	0,14	13,21		0,92	100	54,88	0,71	86,59		0,82	100		0,57	98,28			
set/15	98	2,71	100	379,61	1,44	77,42	0,06	0,48	29,81	0,97	0,11	10,38		0,92	100	54,88	0,81	98,78		0,82	100		0,56	96,55			
out/15	98	2,71	100	374,61	1,42	76,34	0,56	0,45	27,95	8,73	0,1	9,43	97	0,92	100	54,32	0,8	97,56	96,03	0,81	98,78		0,55	94,83			
nov/15	98	2,71	100	369,75	1,4	75,27	0,05	0,4	24,84	4,85	0,05	4,72	96,03	0,91	98,91	53,2	0,78	95,12	95,06	0,81	98,78	85,56	0,54	93,1			
dez/15	97,02	2,68	98,89	354,96	1,34	72,04	0,03	0,24	14,91	2,91	0,03	2,83	95,06	0,9	97,83	52,08	0,77	93,9	93,12	0,79	96,34	80,91	0,51	87,93			
mar/16	94,08	2,6	95,94	473,28	1,79	96,24	0,6	0,48	29,81	0,97	SECO	SECO	92,15	0,87	94,57	50,4	0,74	90,24	93,12	0,79	96,34	79,05	0,5	86,21			
abr/16	92,12	2,55	94,1	463,42	1,76	94,62	0,54	0,44	27,33	0	SECO	SECO	92,15	0,87	94,57	74,6	0,7	85,37	92,15	0,78	95,12	78,12	0,49	84,48			
mai/16	94,08	2,6	95,94	453,56	1,72	92,47	0,05	0,4	24,84	0	SECO	SECO	93,12	0,88	95,65	47,04	0,69	84,15	93,12	0,79	96,34	76,26	0,48	82,76			
jun/16	94,08	2,6	95,94	423,56	1,72	92,47	125,5	0,4	24,84	0	SECO	SECO	93,12	0,88	95,65	47,04	0,69	84,15	93,12	0,79	96,34	76,26	0,48	82,76			
jul/16	93,01	2,57	94,83	458,49	1,74	93,55	120,48	0,39	24,22	0	SECO	SECO	94,09	0,89	96,74	54,32	0,8	97,56	94,09	0,8	97,56	83,07	0,53	91,38			
ago/16	93,01	2,57	94,83	458,49	1,74	93,55	120,48	0,39	24,22	0	SECO	SECO	94,04	0,89	96,74	54,32	0,8	97,56	94,09	0,8	97,56	83,07	0,53	91,38			
set/16	93,01	2,57	94,83	458,49	1,74	93,55	120,48	0,39	24,22	0	SECO	SECO	94,04	0,89	96,74	54,32	0,8	97,56	94,09	0,8	97,56	83,07	0,53	91,38			
out/16	92,12	2,55	94,1	453,56	1,72	92,47	115,46	0,37	22,98	0	SECO	SECO	93,12	0,88	95,65	53,76	0,79	96,34	93,12	0,79	96,34	82,77	0,52	89,66			

nov/16	90,16	2,49	91,88	443,07	1,68	90,32	105,42	0,34	21,12	0	SECO	SECO	91,15	0,87	94,57	44,08	0,66	80,49	92,15	0,78	95,12	80,91	0,51	87,93			
dez/16	90,16	2,49	91,88	443,07	1,68	90,32	105,42	0,34	21,12	0	SECO	SECO	91,15	0,87	94,57	44,08	0,66	80,49	91,15	0,78	95,12	80,91	0,51	87,93			
jan/18			50			50			50			50			50			50			50			50			
set/18																									100		48
out/18																									81	19,61	
nov/18	0	1,83	67,53	0	0,43	23,12	0	0,3	18,63	0	0,3	28,3	0	0,52	56,52	0	0,46	56,1	0	0,35	42,68	0	0,42	72,41	78		
dez/18																									76,3	1,2	40
jan/19																											40
mar/19																									0	1	9,4
abr/19				0	1,12	60,22	0	0,97	60,25	0	0,64	60,38				0	0,49	59,76	0	0,49	59,76	0	0,35	60,34	97,4	93	8,2
mai/19																									93,7	87,2	9,6
jun/19				0	1,12	60,22	0	0,97	60,25	0	0,64	60,38	0	0,55	59,78	0	0,49	59,76	0	0,49	59,76	0	0,35	60,34	93,7	85,9	9,3
jul/19	0	1,63	60,15	0	1,12	60,22	0	0,97	60,25	0	0,64	60,38				0	0,49	59,76	0	0,49	59,76	0	0,35	60,34	100	100	93,4
ago/19																									100	96,8	100
set/19	0	1,35	49,82	0	0,93	50	0	0,81	50,31	0	0,53	50	0	0,46	50	0	0,41	50	0	0,41	50	0	0,29	50	100	93,3	97,1
out/19																									100	88,9	95,1
nov/19	0	1,63	60,15	0	1,12	60,22	0	0,97	60,25	0	0,64	60,38	0	0,55	59,78	0	0,49	59,76	0	0,49	59,76	0	0,35	60,34	93	79,6	88,1
dez/19			60			60			60			60			60			60			60			60	91,1	75,1	84,2
fev/20																									76,3	56,4	56,3
mar/20			60			60			60			60			60			60			60			60	98,4	68,5	47,6
abr/20																									97,9	81,5	55
mai/20																									100	98,3	100
jun/20																									100	100	100
jul/20																									100	98,3	100
ago/20																									100	99	100
set/20																									100	93	95,6
out/20																									97,4	85	90,3
nov/20																									98,4	84,6	84,7
dez/20																									93	81,8	73,2

APÊNDICE F

Tabela 33. Dados da operação caminhão pipa do 28º Batalhão dos Caçadores do Exército Brasileiro

Mês	Número mensal de pessoas abastecidas												
	Canindé do S. F.	Gararu	Monte Alegre	N. S. da Glória	Poço Redondo	Porto da Folha	Carira	Frei Paulo	N. S. Aparecida	Pinhão	Ribeirópolis	Poço Verde	Tobias Barreto
jan/19	2695	3663	3430	2286	7211	3332	1811	2265	344	1728	184	6658	4825
fev/19	2522	3236	3278	2286	6249	3619	1755	2101	370	1681	222	6532	4789
mar/19	2479	3472	3351	2237	6259	2438	1812	2194	369	1721	173	6579	4839
abr/19	2806	3818	3463	2296	6882	3322	1808	2344	350	1729	188	6674	4865
mai/19	2755	3748	3473	2296	6848	3569	1792	2308	364	1698	188	6429	4908
jun/19	2682	3571	3440	2276	6952	3532	1761	2259	369	1721	156	5620	4902
jul/19	2793	3460	3529	2206	6748	1984	1785	2348	365	1728	132	5180	4896
ago/19	2721	3614	3367	2126	6950	3761	1890	2177	349	1680	0	6041	4908
set/19	2782	0	0	2223	6970	0	0	30	365	0	0	262	4941
out/19	2752	3769	3526	2195	6953	0	1953	2324	347	1721	0	6757	4901
nov/19	2700	2871	3484	2278	6957	0	1893	2278	375	1736	0	6602	4921
dez/19	2742	3213	3535	2286	6967	3678	0	2301	0	1706	0	6702	4940
jan/20	2745	3032	3490	2216	7006	3849	1701	2480	0	1721	0	6784	4938
fev/20	2701	2490	3472	2241	6371	3655	1912	2401	0	1721	0	6672	4931
mar/20	2510	3196	3505	2166	7024	3505	1857	2571	0	1736	0	6754	4955
abr/20	2522	1792	3431	2127	6802	3677	1806	2449	0	1706	0	6714	4917
mai/20	2594	3051	3496	2161	7048	3651	1904	2555	0	1685	0	6605	4919
jun/20	2693	2677	3513	2174	7032	3662	1682	2500	0	1692	0	6520	4838
jul/20	2747	2669	3525	2223	7074	3770	1859	2463	0	1721	0	6684	4899
ago/20	2564	2995	3433	2201	6977	3472	1881	2577	0	1729	0	6572	4930
set/20	2715	2904	3497	2230	7108	3915	1889	2520	0	1711	0	6772	4931
out/20	2602	2736	2929	2131	6990	3712	1864	2477	0	1669	0	6710	4923
nov/20	2606	2946	3517	2121	6809	3744	1821	2600	0	1682	0	6667	4955
dez/20	2631	2384	3421	2077	6853	3831	1853	2550	0	1729	0	6744	4929

Total	64059	71307	79105	53059	165040	73678	40289	55072	3967	39351	1243	150234	117700
-------	-------	-------	-------	-------	--------	-------	-------	-------	------	-------	------	--------	--------

APÊNDICE G

Tabela 34. Dados dos reservatórios cadastrados no Sistema Nacional de Informações sobre segurança de Barragens (SNISB)

Código	Nome	Uso Principal	Município	Empreendedor	Capacidade (hm³)
7491	Coité	Dessedentação Animal	Frei Paulo	CEST/SE	0,824
7521	Ribeirópolis	Dessedentação Animal	Ribeirópolis	DNOCS	0,92
20667	UHE Xingó - DIQUE 2	Hidroelétrica	Canindé de São Francisco	Chesf	3800
21017	PA São Cristovão	Irrigação	Carira	INCRA	0
21780	72-P-AVZ-SDI	Dessedentação Animal	Simão Dias		
21795	78-M-BSF-CAN	Dessedentação Animal	Canhoba		
21778	70-M-ASE-CAR	Dessedentação Animal	Carira		
21821	94-M-AJA-NSD	Dessedentação Animal	Nossa Senhora das Dores		
8628	Dique Petrobrás	Contenção de rejeitos de mineração	Rosário do Catete	Mosaic Fertilizantes P&K S.A, Filial: Taquari Vassouras	0,006
21079	Barragem do rio Jacaré	Proteção do meio ambiente	Propriá	CODEVASF	0,01
21763	55-M-ARA-INH	Dessedentação Animal	Itabaianinha		
21762	54-M-ARA-INH	Dessedentação Animal	Itabaianinha		
21805	83-M-BSF-PRE	Dessedentação Animal	Poço Redondo		
20616	CGH Santa Cruz - Barragem 2	Hidroelétrica	Cristinápolis	SULGIPE	0,117
3420	Barragem 02	Irrigação	Japarutuba	José Raimundo Moura Gonzaga	0,048
7531	Glória	Regularização de vazão	Nossa Senhora da Glória	DNOCS	0,587
7592	Cumbe	Dessedentação Animal	Cumbe	DNOCS	0,998
21792	75-P-AVZ-SDO	Dessedentação Animal	São Domingos		
21794	77-P-ASE-SMA	Dessedentação Animal	São Miguel do Aleixo		
21811	88-M-BSF-CSF	Dessedentação Animal	Canindé de São Francisco		
21828	98-M-BSF-CAN	Dessedentação Animal	Canhoba		
21808	86-M-BSF-PRE	Dessedentação	Poço Redondo		

		Animal			
21835	102-M-ABA-ITP	Aquicultura	Itaporanga D'ajuda		
3419	Barragem 01	Irrigação	Japarutuba	José Raimundo Moura Gonzaga	0,013
21080	José Aguinaldo	Dessedentação Animal	Itabaiana	José Aguinaldo Neves Cunha	0,4
21766	58-M-PIA-LAG	Irrigação	Lagarto		
21813	90-M-POX-SCR	Dessedentação Animal	São Cristóvão		
21832	100-M-COT-LAR	Dessedentação Animal	Laranjeiras		
3394	GL-23	Dessedentação Animal	Monte Alegre de Sergipe	COHIDRO	0,09
3417	Fazenda Retiro	Industrial	Nossa Senhora do Socorro	Votorantim Cimentos N/NE S.A.	0,04
21771	63-M-JAC-RCH	Dessedentação Animal	Riachuelo		
4859	CGH Santa Cruz - Barragens - 1	Hidroelétrica	Cristinápolis	SULGIPE	0,117
21015	PA Fortaleza - Barragem 02	Irrigação	Nossa Senhora da Glória	JOSÉ LUIZ DE SOUZA	
21788	74-M-FSF-TEL	Dessedentação Animal	Telha		
21827	97-M-BSF-CAN	Dessedentação Animal	Canhoba		
21802	80-M-BSF-MON	Dessedentação Animal	Monte Alegre de Sergipe		
21822	95-P-AVZ-MAC	Dessedentação Animal	Macambira		
21837	103-M-FSF-PIR	Irrigação	Pirambu		
3415	PF-16	Dessedentação Animal	Porto da Folha	COHIDRO	0,06
7460	Carira	Dessedentação Animal	Carira	DNOCS	0,822
21014	PA Fortaleza - Barragem 01	Irrigação	Nossa Senhora da Glória	JOSÉ LUIZ DE SOUZA	
21748	50-M-MRE-TOM	Dessedentação Animal	Tomar do Geru		
21767	59-M-BVZ-ITP	Dessedentação Animal	Itaporanga D'ajuda		
21833	101-M-ABA-ITP	Aquicultura	Itaporanga D'ajuda		
21806	84-M-BSF-PRE	Dessedentação Animal	Poço Redondo		
21810	87-M-BSF-CSF	Dessedentação Animal	Canindé de São Francisco		
21812	89-M-POX-SCR	Dessedentação Animal	São Cristóvão		
21830	99-M-COT-LAR	Dessedentação	Laranjeiras		

		Animal			
2087	Governador João Alves Filho	Irrigação	Campo do Brito	COHIDRO	14,541
3388	PR-14	Dessedentação Animal	Poço Redondo	COHIDRO	0,09
3396	GL-22	Dessedentação Animal	Nossa Senhora da Glória	COHIDRO	0,12
3424	Barragem 06	Irrigação	Japaratuba	José Raimundo Moura Gonzaga	0,026
21016	Fazenda São Domingos	Irrigação	Carira	ARIOSTO ALVES DE OLIVEIRA	0
55	Governador Dionísio Machado	Abastecimento humano	Lagarto	COHIDRO	15
3385	PR-19	Dessedentação Animal	Poço Redondo	COHIDRO	0,12
3391	PR-13	Dessedentação Animal	Poço Redondo	COHIDRO	0,09
3414	PF-12	Dessedentação Animal	Porto da Folha	COHIDRO	0,07
7484	Algodoeiro	Dessedentação Animal	Nossa Senhora da Glória	DNOCS	1,869
7445	Riacho Lagoa Grande	Abastecimento humano	Monte Alegre de Sergipe	Associação Comunitária da Varjada	0,088
2100	Barragem do Jabiberi	Abastecimento humano	Tobias Barreto	COHIDRO	4,3
2123	Poxim I	Abastecimento humano	Aracaju	DESO	2
3423	Barragem 05	Irrigação	Japaratuba	José Raimundo Moura Gonzaga	0,049
21075	Barragem Comporta de Propriá	Defesa contra inundações	Propriá	CODEVASF	3
21081	do rio Gravatá	Dessedentação Animal	Itabaiana	João Fagundes de Lima	0,4
21759	51-M-GUA-ARÁ	Irrigação	Araúá		
21769	61-M-API-SDI	Dessedentação Animal	Simão Dias		
21761	53-M-PIA-EST	Dessedentação Animal	Estância		
21764	56-M-API-RDD	Irrigação	Riachão do Dantas		
21775	67-M-AVZ-FRE	Dessedentação Animal	Frei Paulo		
23855	Massa d'Água #243742	Irrigação	Carira		
2105	Barragem Jacarecica I	Irrigação	Itabaiana	COHIDRO	4,048
3393	PF-07	Dessedentação Animal	Porto da Folha	COHIDRO	0,12

3421	Barragem 03	Irrigação	Japarutuba	José Raimundo Moura Gonzaga	0,069
21776	68-M-AVZ-FRE	Dessedentação Animal	Frei Paulo		
21796	79-M-BSF-CAN	Dessedentação Animal	Canhoba		
21818	92-M-SIR-CAP	Industrial	Capela		
21819	93-M-FSF-PIR	Aquicultura	Pirambu		
2106	Barragem Jacarecica II	Abastecimento humano	Areia Branca	COHIDRO	26,231
2126	Barragem da Cabrita	Abastecimento humano	São Cristóvão	DESO	10
3418	Saco dos Patos	Dessedentação Animal	Gararu	Fernando Soares de Brito	0,02
7558	Três Barras	Aquicultura	Gracho Cardoso	CEST/SE	7,99
21077	Mansinha	Dessedentação Animal	Carira	CODEVASF	0,26
21078	Maravilha	Dessedentação Animal	Monte Alegre de Sergipe	DNOCS	0,26
21772	64-M-FSF-JAP	Irrigação	Japarutuba		
21781	73-M-FSF-CED	Irrigação	Cedro de São João		
21815	91-M-AVZ-PML	Dessedentação Animal	Pedra Mole		
21803	81-M-BSF-POR	Dessedentação Animal	Porto da Folha		
21807	85-M-BSF-CSF	Dessedentação Animal	Canindé de São Francisco		
7639	Dique de Contenção de Salmoura	Contenção de rejeitos de mineração	Rosário do Catete	Mosaic Fertilizantes P&K S,A, Filial: Taquari Vassouras	0,008
3403	GL-21	Dessedentação Animal	Nossa Senhora da Glória	COHIDRO	0,375
3404	Ernesto Benício de Oliveira	Dessedentação Animal	Poço Verde	COHIDRO	2,214
3422	Barragem 04	Irrigação	Japarutuba	José Raimundo Moura Gonzaga	0,023
7518	Lagoa do Rancho	Dessedentação Animal	Porto da Folha	DNOCS	1,614
7529	Itabaiana	Irrigação	Itabaiana	DNOCS	2,71
21760	52-M-GUA-ARÁ	Irrigação	Araúá		
21777	69-M-SIR-NSD	Dessedentação Animal	Nossa Senhora das Dores		
3397	PR-10	Dessedentação Animal	Poço Redondo	COHIDRO	0,12
3425	Barragem 09	Irrigação	Japarutuba	José Raimundo Moura	0,019

				Gonzaga	
7532	João Ferreira	Regularização de vazão	Ribeirópolis	CODEVASF	0,26
21076	Imbira	Dessedentação Animal	Frei Paulo	CODEVASF	0,26
21768	60-M-COT-LAR	Dessedentação Animal	Laranjeiras		
21770	62-M-JAC-RCH	Dessedentação Animal	Riachuelo		
21773	65-M-JAC-MOI	Irrigação	Moita Bonita		
21793	76-M-BSF-TEL	Dessedentação Animal	Telha		
21824	96-M-BSF-CAN	Irrigação	Canhoba		
353	Sindicalista Jaime Umbelino de Souza	Abastecimento humano	São Cristóvão	DESO	32,73
20668	UHE Xingó - DIQUE 3	Hidroelétrica	Canindé de São Francisco	Chesf	3800
21018	Fazenda Quixaba	Irrigação	Carira	FRANCISCO TELES DE MENDONÇA	0
21765	57-M-PIA-LAG	Dessedentação Animal	Lagarto		
21774	66-M-BSE-SIR	Irrigação	Siriri		
21779	71-M-FSF-PRO	Dessedentação Animal	Propriá		

ANEXO I

Tabela 35. Valores de radiação solar extraterrestre (Ra) para o hemisfério sul, em milímetro de evaporação equivalente, no dia 15 de cada mês.

Lat. (°)	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Maio	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
2	14,8	15,2	15,2	14,5	13,6	13,0	13,2	14,0	14,8	15,0	14,8	14,6
4	15,0	15,3	15,1	14,3	13,3	12,7	12,8	13,7	14,7	15,1	15,0	14,9
6	15,3	15,4	15,1	14,1	13,0	12,6	12,5	13,5	14,6	15,1	15,2	15,1
8	15,6	15,6	15,0	14,0	12,7	12,0	12,2	13,2	14,5	15,2	15,4	15,4
10	15,9	15,7	15,0	13,8	12,4	11,6	11,9	13,0	14,4	15,3	15,7	15,7
12	16,1	15,8	14,9	13,5	12,0	11,2	11,5	12,7	14,2	15,3	15,8	16,0
14	16,3	15,8	14,9	13,2	11,6	10,8	11,1	12,4	14,0	15,3	15,9	16,2
16	16,5	15,9	14,8	13,0	11,3	10,4	10,8	12,1	13,8	15,3	16,1	16,4
18	16,7	15,9	14,7	12,7	10,9	10,0	10,4	11,8	13,7	15,3	16,2	16,7
20	16,7	16,0	14,5	12,4	10,6	9,6	10,0	11,5	13,5	15,3	16,4	16,8
22	16,9	16,0	14,3	12,0	10,2	9,1	9,6	11,1	13,1	15,2	16,5	17,0
24	16,9	15,9	14,1	11,7	9,8	8,6	9,1	10,7	13,1	15,1	16,5	17,1
26	17,0	15,9	13,9	11,4	9,4	8,1	8,7	10,4	12,8	15,0	16,6	17,3
28	17,1	15,8	13,7	11,1	9,0	7,8	8,3	10,0	12,6	14,9	16,6	17,5
30	17,2	15,7	13,5	10,8	8,5	7,4	7,8	9,6	12,2	14,7	16,7	17,6

Fonte: Embrapa, 2005.

ANEXO II

Tabela 36. Tabela de distribuição do Qui-Quadrado.

<i>Graus de liberdade</i>	Valores de α								
	0,30	0,20	0,10	0,05	0,04	0,02	0,01	0,002	0,001
1	1,074	1,642	2,706	3,841	4,218	5,412	6,635	9,549	10,827
2	2,408	3,219	4,605	5,991	6,438	7,824	9,210	12,429	13,815
3	3,665	4,642	6,251	7,815	8,311	9,837	11,345	14,796	16,266
4	4,878	5,989	7,779	9,488	10,026	11,668	13,277	16,923	18,466
5	6,064	7,289	9,236	11,070	11,644	13,388	15,086	18,908	20,515
6	7,231	8,558	10,645	12,592	13,198	15,033	16,812	20,791	22,457
7	8,383	9,803	12,017	14,067	14,703	16,622	18,475	22,601	24,321
8	9,524	11,030	13,362	15,507	16,171	18,168	20,090	24,352	26,124
9	10,656	12,242	14,684	16,919	17,608	19,679	21,666	26,056	27,877
10	11,781	13,442	15,987	18,307	19,021	21,161	23,209	27,721	29,588
11	12,899	14,631	17,275	19,675	20,412	22,618	24,725	29,354	31,264
12	14,011	15,812	18,549	21,026	21,785	24,054	26,217	30,957	32,909
13	15,119	16,985	19,812	22,362	23,142	25,471	27,688	32,536	34,527
14	16,222	18,151	21,064	23,685	24,485	26,873	29,141	34,091	36,124
15	17,322	19,311	22,307	24,996	25,816	28,259	30,578	35,627	37,698
16	18,418	20,465	23,542	26,296	27,136	29,633	32,000	37,146	39,252

Fonte: Ogliari e Andrade, 2005.