






Artigo

Veranicos no Ceará e Aplicações para Agricultura de Sequeiro

Thaís Braga Carneiro Rocha^{1,2} , Francisco das Chagas Vasconcelos Junior¹ ,
Cleiton da Silva Silveira³ , Eduardo Sávio Passos Rodrigues Martins¹ ,
Robson Franklin Vieira Silva¹ 

¹*Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos, Fortaleza, CE, Brasil.*
²*Mestrado Profissional em Climatologia e Aplicações nos Países da CPLP e África, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, CE, Brasil.*
³*Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, Brasil.*

Recebido em: 21 de Abril de 2020 - Aceito em: 15 de Junho de 2020

Resumo

Os veranicos são caracterizados como a ocorrência de dias consecutivos com ausência de precipitação na estação chuvosa, que ocasionam perdas nas safras agrícolas. O presente artigo tem como objetivo classificar e regionalizar os veranicos que ocorrem durante a estação chuvosa, bem como, compreender as possíveis consequências sobre as perdas de safra. A área de estudo foi o estado Ceará, no qual os veranicos foram definidos como três ou mais dias consecutivos com precipitação diária igual ou inferior a 2 mm. A partir dos dados de rendimento do IBGE, foram calculadas as perdas do cultivo do milho e feijão, e através dos resultados pode-se inferir que: no ano considerado chuvoso (2009), foi verificada uma menor quantidade de ocorrências de veranicos, porém com perdas de safra significativas pelo excesso de chuvas, principalmente nas porções do Litoral de Fortaleza e Litoral do Pecém. Na análise dos anos secos (1998 e 2012), verificou-se maior ocorrência de veranicos e as perdas de safras ainda mais intensas, o indicador de veranicos apresentou menores ocorrências de eventos no noroeste do estado. Os resultados indicam um provável indicador para classificar as consequências de uma estiagem na produção agrícola de sequeiro.

Palavras-chave: agricultura, precipitação, veranicos.

Dry Spells in Ceará and Applications for Rainfed Agriculture

Abstract

The dry spells are characterized as the occurrence of consecutive days with no precipitation in the rainy season, which causes losses in agricultural crops. The present article aims to classify and regionalize the dry spells that occur during the rainy season, as well as to understand the possible consequences on crop losses. The study area was the state of Ceará, in which dry spells was defined as three or more consecutive days with daily precipitation equal to or less than 2 mm. From the IBGE yield data, it was calculated how the cultivation of corn and beans and the results can be inferred that: in the year considered rainy (2009), there was a smaller number of dry spells occurrences, but with losses significant crop losses due to excessive rainfall, mainly in the portions of the Litoral de Fortaleza and Litoral do Pecém. In the analysis of the dry years (1998 and 2012), there was a higher occurrence of dry spells and the losses of harvests even more intense, the dry spells indicator showed lower occurrences of events in the northwest of the state. The results indicate a probable indicator for classifying the consequences of a drought on rainfed agricultural production.

Keywords: agriculture, precipitation, dry spells.

1. Introdução

As áreas semiáridas do Nordeste brasileiro apresentam variabilidades climáticas e geográficas espaciais que podem ocasionar escassez hídrica e vulnerabilidade dos

recursos naturais (Fernandes, 2014). Nestas áreas as precipitações, em termos interanuais, são afetadas principalmente pelas variabilidades de anomalias de Temperatura de Superfície do Mar (TSM) no Atlântico tropical e Oceano Pacífico equatorial, a qual modulam a variabili-

dade espacial e temporal da precipitação (Uvo *et al.*, 1998).

O norte do Nordeste do Brasil (nNEB), região semi-árida, possui uma precipitação anual média aproximada de 960 mm/ano, da qual cerca de 70% ocorre durante a chamada Estação Chuvosa (EC), que compreende os meses de fevereiro a maio. Após esse período, ocorre um pequeno volume de precipitação o que define a Estação Seca de junho a outubro. Além disso, pode ser identificado um curto período chuvoso com características diferentes da EC, denominado Pré-Estação (PESC), que acontece de novembro a janeiro (Brito *et al.*, 1991; Souza *et al.*, 1996; Vasconcelos Júnior *et al.*, 2018).

O Ceará está localizado no Nordeste do Brasil (NEB), apresenta clima predominante semiárido e o seu regime de precipitação é bastante irregular. Devido a esses fatores e a erros de gestão de recursos hídricos, a região passa a ser acometida por fenômenos como inundações e secas (Chaves e Cavalcanti, 2001; Nascimento, 2012). A sua precipitação concentra-se nos primeiros meses do ano e seus valores da precipitação média do estado podem ficar em torno de 500 mm/ano em algumas regiões do Sertão do Inhamuns, mais de 1.400 mm/ano na região litoral de Fortaleza, acima de 1800 mm/ano em regiões da Serra da Ibiapaba e em torno de 1.000 mm/ano na Chapada do Araripe (Coutinho *et al.*, 2017).

Nesse estado 175 dos seus 184 municípios estão inseridos na área do semiárido, o que corresponde à 95,1% do território (SUDENE, 2017). Nestes, a sequência de dias consecutivos com ausência de precipitação na EC, os denominados veranicos, são caracterizados como uma das principais adversidades climáticas que ocasionam perdas nas safras agrícolas. Quando ocorre por mais de dez dias consecutivos, afetam os estágios fenológicos de floração, formação e enchimento de grãos (Silva e Rao, 2002).

Autores como Magalhães *et al.* (2019) ao avaliarem as ocorrências de veranicos de cinco e dez dias no Brasil em duas estações austrais em anos de La Niña, El Niño no Pacífico Tropical, para os períodos de 1971-1999 e 2021-2050. No qual foram utilizados dados de precipitação diárias simulados e projetados do programa CMIP5 (*Coupled Model Intercomparison Project Phase 5*). Os resultados demonstraram que para o período de 2021-2050 quando relacionado as simulações do período de 1971-1999, o modelo projetou uma maior possibilidade de mais ocorrências dos veranicos de dez dias no Centro Oeste do Brasil e maior ocorrência de eventos menores ou iguais a cinco dias sobre o NEB para as estações de verão e outono (Magalhães *et al.*, 2019).

Os veranicos também afetam a produtividade das culturas, principalmente quando ocorre simultaneamente com a fase na qual a planta é mais sensível à deficiência hídrica (Carvalho *et al.*, 2000). A agricultura familiar no Ceará é composta por várias culturas, das quais destacam-

se os cultivos de milho e feijão, que segundo os dados do IBGE (2017), correspondem a 91,0% das áreas cultivadas no estado, gerando alimentos e renda para os agricultores. Além disso, os agricultores utilizam a agricultura de sequeiro que depende da quantidade de água disponível durante a EC, caracterizando assim um tipo de agricultura de elevado risco em relação ao rendimento e a produção. Os tipos de cultura com ciclo mais curtos são os mais acometidos (Alves *et al.*, 2009; Vasconcelos *et al.*, 2019). De acordo com Pereira e Silva Junior (2018), a agricultura de sequeiro é fundamental para a segurança alimentar da população e para as suas atividades ocupacionais, principalmente nos municípios que possuem mais de 50% da população vivendo na área rural submetida às recorrentes secas.

No Ceará, segundo o Censo Agropecuário de 2017 existem 928.646 pessoas envolvidas em atividades agropecuárias, que representa 10,3% da população cearense à época, nas quais 83,0% têm laços de parentesco com o produtor. A agricultura familiar é composta por várias culturas, das quais destacam-se os cultivos de milho e feijão, que geram alimentos e renda para os agricultores (IBGE, 2017). Segundo a EMATERCE (2019), o milho participa com 77,3% da produção de grão no estado, enquanto o feijão com 21,4%. De acordo com o IBGE (2018), a área plantada ou destinada à colheita (hectares) para o feijão foi de 426.608, que representa 39,8% do estado, para o milho foi de 570.213, que equivale a 53,3% do estado. O valor da produção (R\$) do feijão foi de 270.353, que corresponde a 33,1% do Ceará, para o milho foi de 292.315, que representa 33,8% do estado. O milho foi o primeiro tanto na área quanto no valor da produção em relação as demais culturas e o feijão em segundo. Em relação ao ano anterior, 2017, os valores da área plantada ou destinada à colheita foram bem semelhantes, porém o valor da produção o feijão ultrapassou o milho e para esse ano foi o primeiro em relação ao valor e o milho em segundo quando comparado as outras culturas. Dessa forma, essas duas culturas são as duas principais para a agricultura do estado.

O conhecimento escasso em relação a produtividade das culturas entre os agricultores do semiárido associado ao risco de suprimento de água, necessário nas fases críticas do crescimento do milho (e pode ser estendido ao feijão) pode elevar drasticamente os riscos de produção e rendimento durante eventos persistentes e severos de veranicos (Rockström *et al.*, 2003). Além disso, o excesso de precipitação pode ocasionar um deficit de nutrientes no solo e em alguns tipos de terrenos podem ser acentuadas por processo erosivos, o solo mais úmido prejudica o plantio e é desfavorável em algumas fases da cultura (Ranieri *et al.*, 1998). No entanto, é a escassez hídrica nas primeiras fases fenológicas que impõe as maiores dificuldades para a absorção de nutrientes e a fixação de biomassa (Santos e Carlesso, 1998).

Autores como [Barron *et al.* \(2003\)](#) analisaram as ocorrências de veranicos na agricultura de sequeiro para o milho no leste da África, descreveram os impactos nesse tipo de cultura em relação à disponibilidade de água em argila ou solo arenoso. Eles observaram que dias consecutivos secos ocasionam déficit de água no solo, resultando assim em estresse hídrico no cultivo e na colheita caracterizando um período de seca agrícola. Neste estudo, foi demonstrado que o milho cultivado em solo arenoso teve períodos de seca com mais de dez dias, três a quatro vezes mais do que em solo argiloso nos estágios de floração e enchimentos de grãos.

Nesse contexto, o Ceará apresenta três classes de solos principais, entre eles, o de maior ocorrência é o Neossolos, seguido do Argissolos e por fim, Luvisolos. Dessa forma, os solos, de modo geral, apresentam profundidade mínima, déficit hídrico, pedregosidade e vulnerabilidade a erosão ([IPECE, 2007](#)).

Pesquisadores como [Sakamoto *et al.* \(2015\)](#) avaliaram dez anos de dados do estado do Ceará, no qual foi apontado que a quantidade e a duração dos veranicos foram maiores nos anos secos. As perdas de safras foram maiores que 50,0% e estão associados à períodos secos com duração de até 75 dias em algumas localidades. [Sakamoto *et al.* \(2014\)](#) identificaram que para esse mesmo estado, para o ano de 2012, a duração máxima média da ocorrência de veranicos atingiu 30 dias, o que descreve a maior consequência da má distribuição temporal das chuvas para a agricultura de sequeiro. As regiões do Inhamuns e Sertão Central apresentaram perda de safra para esse ano de 89,3%, para o ano de 2013 de 69,6% e em 2014 de 48,7%. Os veranicos nestas regiões foram também os mais prolongados do estado, com duração máxima média em torno de 28 dias, alcançando até 98 dias no município de Salitre. Contudo, não foi discutido se as perdas de safra são influenciadas apenas pelos os desvios totais de precipitação, ou os acumulados de chuva dentro da estação chuvosa, ou mesmo a intensidade dos veranicos. Poucos trabalhos têm mostrado foco em relação as perdas de safra associado aos acumulados de chuva, os comprimentos de veranicos e se esta relação é verdadeira para qualquer microclima (sub-região).

Para amenizar a problemática do suprimento hídrico para agricultura de sequeiro e minimizar as perdas de safra, seriam necessárias algumas técnicas de captação de água nos locais onde o escoamento flui e a efetivação do armazenamento em reservatórios para ser utilizado para irrigação suplementar durante períodos secos ([Barron *et al.*, 1999](#); [Rockström, 2001](#)). Contudo, isso é algo que requer recursos e infraestrutura, os quais são, em sua quase totalidade, inviáveis para os agricultores. Com objetivo de reduzir os riscos e evitar que adversidades climáticas ocorram durante a fase mais sensível das culturas é fundamental realizar o Zoneamento Agrícola de Risco Climático que é uma ferramenta de política agrícola e

gestão de riscos de na agricultura. Assim, são avaliados os dados de solo, clima e ciclos cultivares ([EMBRAPA, 2009](#)).

Torna-se fundamental compreender como a ocorrência dos veranicos influencia na produção de sequeiro, para assim apresentar de que modo o conhecimento da ocorrência e dos tamanhos dos veranicos para a produção de sequeiro podem atuar como guias de referências para a tomada de decisões, bem como auxiliar no entendimento do melhor período do ano para o plantio, já que muitas famílias, no estado do Ceará, sobrevivem a partir desse tipo de produção.

Portanto, os objetivos deste estudo foram: classificar e regionalizar os veranicos que ocorrem durante a estação chuvosa, bem como, compreender as possíveis consequências, de forma qualitativa e quantitativa, sobre as perdas de safra no Ceará.

2. Materiais e Métodos

2.1. Área de estudo

O estado do Ceará está localizado na região Nordeste do Brasil, limitando-se ao leste com os estados Paraíba e Rio Grande do Norte, a oeste com o Piauí, ao sul com o Pernambuco, e ao norte com o Oceano Atlântico. Com área de aproximadamente 148.826 km², que representa 9,6% da área da região Nordeste e 1,7% da área do Brasil, é o quarto maior estado em dimensão do Nordeste e o 17º do Brasil, com uma população de 8.452.381 habitantes, segundo o IBGE do ano de 2010, com uma divisão de 184 municípios. Para melhor representar as regiões do estado algumas instituições como a Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME) utilizam a regionalização definida por [Xavier \(2001\)](#), na qual o estado é dividido em oito macrorregiões pluviometricamente homogêneas. Essas macrorregiões foram determinadas a partir das informações provenientes dos postos pluviométricos da FUNCEME, na qual cada região agrupa um conjunto de municípios que possuem o mesmo padrão de precipitação, ou seja, a região em que o regime de chuvas apresenta as mesmas características, como demonstra a [Fig. 1 \(Xavier, 2001; Ceará, 2010; IBGE, 2010\)](#).

2.2 Mapa de solos do Ceará

As informações sobre os tipos de solos são de suma relevância para inúmeras atividades, principalmente as relacionadas à agricultura, conservação de solos, reforma agrária etc. Nesse contexto as três principais classes de solos no estado do Ceará são: Neossolos, Argissolos e Luvisolos ([IPECE, 2007](#)).

As características desses solos são: Neossolos geralmente são formados de depósitos arenosos, alternam de solos rasos até profundos e de baixa e elevada permeabilidade. Possuem cinco subgrupos: Neossolos litólicos ou

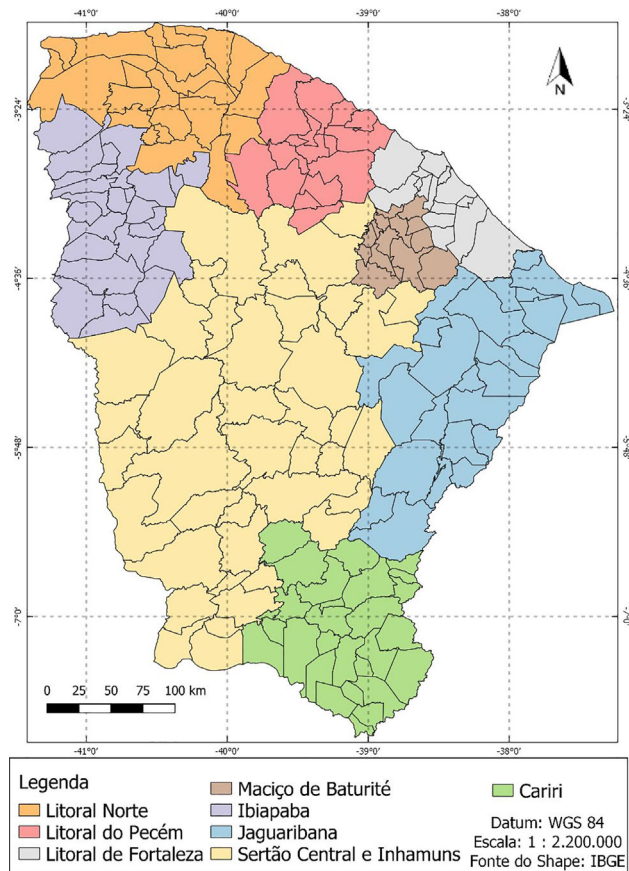


Figura 1 - Mapa do estado do Ceará com a delimitação territorial dos seus municípios e as oito macrorregiões pluviometricamente homogêneas, definida por Xavier (2001).

regolíticos que apresentam baixa profundidade, neossolos quartzarênicos que demonstram baixa retenção de água e os neossolos flúvicos que possuem alta suscetibilidade à inundação (EMBRAPA, 2006; IAC, 2015a). Os Argissolos são solos minerais profundos, não-hidromórficos, com evidente distinção entre as camadas ou horizonte como o horizonte A ou E (horizonte no qual ocorre perda de argila, ferro ou matéria orgânica, de coloração clara) acompanhado pelo horizonte B textural (com cor avermelhada até mesmo amarelada) com quantidade de óxidos de ferro menores do que 15% (EMBRAPA, 2006; IAC, 2015b). Os Luvisolos são solos minerais rasos a pouco profundo e que apresentam horizonte B textural com argila de atividade elevada e eutotróficos. Normalmente possuem camadas de cascalhos e pedras. Além disso, solos mais profundos apresentam baixa fertilidade natural, enquanto os pouco profundos ou rasos são solos de média a alta fertilidade (Romero e Ferreira, 2010; Lepsch, 2011; EMBRAPA, 2013). Dessa forma, a Fig. 2 - a) apresenta classificação dos solos do Ceará segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SBCS) e a Fig. 2 - b) profundidades desses solos.

2.3. Dados de precipitação

Para precipitação diária no Ceará, foram utilizados os dados coletados dos pluviômetros do banco de dados provenientes da FUNCEME. Estes dados são disponibilizados por posto pluviométrico e foram modificados para dados diários por município através do método de média por polígonos de Thiessen, no qual segundo Villela e Matos (1975) caracterizam-se pela atribuição de pesos relativos aos postos considerados mais significativos para a região específica.

Como período adotado para o presente estudo, teve-se os meses de fevereiro a maio dos anos de 1980 a 2018, por melhor representarem a quadra chuvosa. Somente foram utilizados os dados de cada ano dos municípios, no qual somente anos com mais de 70% de dados válidos de precipitação diária foram utilizados, ou seja, excluindo anos dos municípios em que não houvesse informação de precipitação, ou que fosse incompleta com menos de 70% de dados com precipitação, para haver assim maior representatividade dos dados.

2.4. Dados de produção agrícola

Para a agricultura de sequeiro foram utilizados os dados de rendimento médio da produção (kg/ha) das culturas de milho (*Zea mays L.*) e feijão (*Phaseolus vulgaris L.*) provenientes do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) da Tabela 1612 de Produção Agrícola Municipal, do Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA) que reúne dados dos anos de 1974 a 2018 por município do estado do Ceará. Como período adotado para o presente estudo, teve-se os dados anuais de 1980 a 2018. Esses dados são anuais, ainda que os dados de precipitação diários sejam no período da EC, eles podem ser relacionados, já que as culturas analisadas possuem ciclos fenológicos de poucos meses durante o ano e o valor anual seria o rendimento médio obtido desse ciclo.

2.5. Cálculo dos veranicos

Os veranicos foram definidos como três ou mais dias consecutivos com precipitação diária igual ou inferior a 2 mm (conforme proposto por Menezes *et al.*, 2008). Os eventos de veranicos por município foram divididos em graus de veranicos. Após essa definição, foi classificado os tamanhos dos eventos em função da quantidade de dias consecutivos, escolhendo veranicos de 3 a 5, 6 a 10, 11 a 15, 16 a 20 e acima de 20 dias.

Os tamanhos escolhidos de veranicos foram a partir de três dias consecutivos. Também foram atribuídos pesos para cada grau, e com esses pesos foram utilizados o método matemático de progressão geométrica. Nesse método, a partir do segundo elemento da fórmula, o peso é igual o produto do peso anterior por uma constante (valor 2). O peso mais elevado foi para o grau 5, por representar veranicos com maiores durações, conforme Tabela 1.

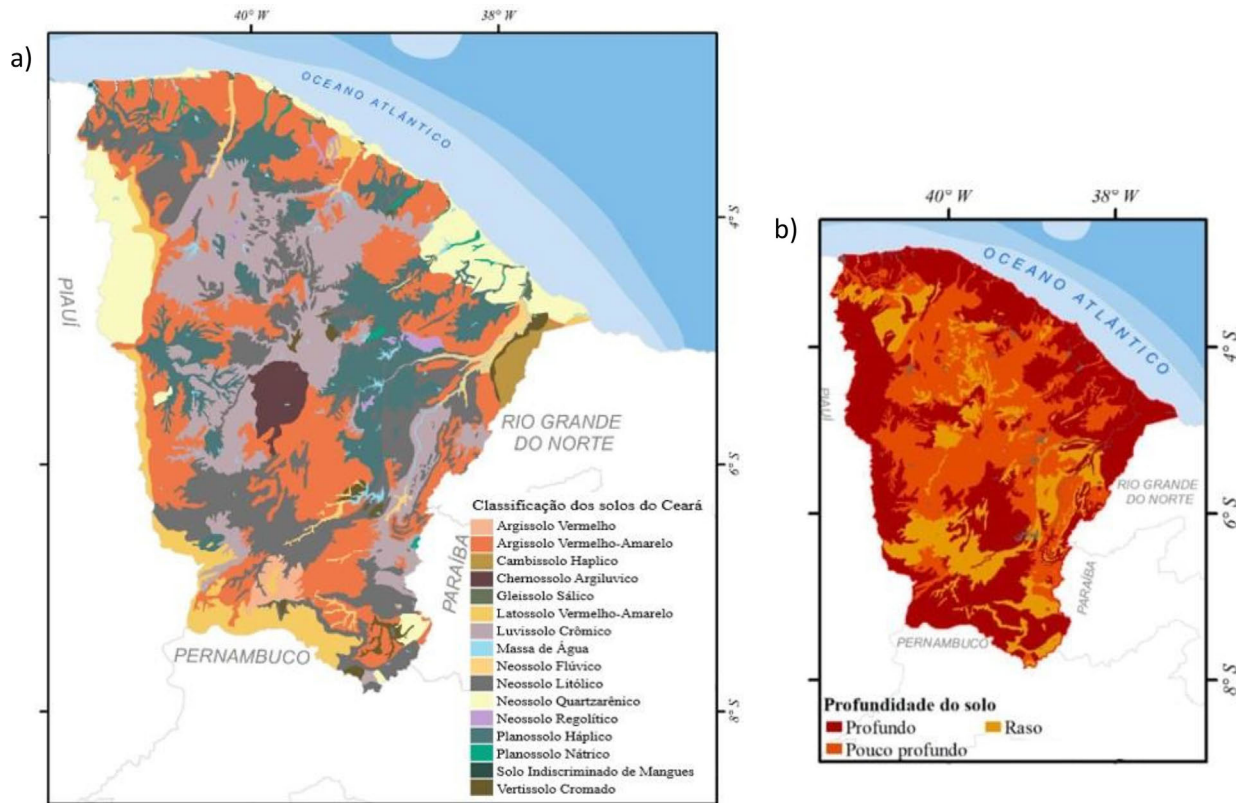


Figura 2 - a) Mapa das classes de solos do estado do Ceará para o 1º nível categórico, b) Mapa da profundidade dos solos do estado do Ceará. Fonte: Nogueira (2019).

Com esses graus e pesos, são gerados mapas para serem comparados com os dados de produção agrícola, em que poderão ser avaliadas a relação entre os veranicos e a produção agrícola. Além disso, foi desenvolvido um indicador para simplificar a avaliação dos veranicos, no qual cada peso é multiplicado por seu respectivo grau, com fórmula demonstrada na Eq. (1).

$$iv = \frac{P_1 * G_1 + P_2 * G_2 + P_3 * G_3 + P_4 * G_4 + P_5 * G_5}{P_T} \quad (1)$$

onde *iv*: indicador de veranico; *P*: peso de cada grau, por exemplo, 1 para grau 1; *G*: o valor correspondente de cada grau, por exemplo, o valor do grau 1 para o peso 1; *P_T*: somatório de todos os pesos.

Tabela 1 - Graus de Veranico e seus pesos.

Graus de veranicos	Tamanho dos eventos	Peso dos graus
Grau 1	3 a 5	P ₁ = 1
Grau 2	6 a 10	P ₂ = 2
Grau 3	11 a 15	P ₃ = 4
Grau 4	16 a 20	P ₄ = 8
Grau 5	Acima de 20	P ₆ = 16

2.6. Cálculo das perdas de rendimento de safra

Foram selecionados os tipos de cultura: milho e feijão, e a variável a ser estudada: rendimento médio da produção (quilogramas por hectares). Dessa forma foi desenvolvido um script, com as variáveis em estudo calculando as porcentagens das perdas do rendimento através da Eq. (2).

$$PR = \frac{Ra - Rmax}{Rmax} * 100 \quad (2)$$

onde *PR*: Valor anual em porcentagem que representa o valor da perda, em termos de rendimento, para cada município para o tipo de cultura milho/feijão; *Ra*: valor correspondente ao rendimento (kg/ha) de cada ano do milho/feijão; *Rmax*: valor correspondente ao máximo do rendimento de todos os anos milho/feijão.

Com as porcentagens definidas das perdas de safra foram confeccionados mapas para serem analisados e identificar qual região teve maior perda de safra para cada cultura analisada. Bem como, relacionar os anos com maior perda de safra com os comportamentos anômalos dos veranicos.

Dessa forma, foram selecionados os anos de 1998 (segundo a FUNCEME, considerado seco o ano como um todo), 2009 (segundo a FUNCEME, considerado chuvoso o ano como um todo) e 2012 (segundo a FUNCEME, con-

siderado seco o ano como um todo), por representarem anos de contrastes climáticos relacionados a acumulados de (anos secos ou chuvosos). Para associar perdas de safra com as frequências dos veranicos e seu indicador, foram comparados seus respectivos mapas com os acumulados de precipitação (mm) e os desvios (mm) para os meses da EC.

3. Resultados e Discussões

O ano de 1998 foi considerado seco, de acordo com a FUNCEME, representou uma das maiores secas do estado. Segundo os dados do Calendário de Chuvas da FUNCEME, esse ano o desvio foi abaixo da normal climatológica, com um valor de -46,0% e a estação chuvosa (fevereiro a maio) também foi abaixo da normal com desvio -55,1% (Fig. 4). A maior ocorrência de veranicos está associada aos graus 1-3 (Figs. 3a-c), principalmente na porção centro e norte do estado. Também são observados veranicos mais longos de graus 4 e 5 nas regiões centro e sul do estado (Figs. 3d-e), porém com menores ocorrências. O indicador também demonstra, visivelmente, que houve muitos eventos de veranico para este ano (Fig. 3f), principalmente na região centro do estado.

No tocante as perdas de safra para esse ano (Figs. 5a-b), principalmente a cultura milho, foram observadas perdas significativas na maior parte do estado, com valores acima de 90,0%, para os municípios no centro-sul, sudoeste e oeste do estado, provavelmente ocasionada pela

irregularidade da chuva e não apenas por estresse hídrico, esse último corresponde à um momento no qual a quantidade de água disponível é inferior a demanda por esse recurso (IMAMT, 2014). A Fig. 4 apresenta a precipitação acumulada e desvio, este último fora mais intenso na porção noroeste e nordeste do estado do Ceará (Litoral de Fortaleza). Este resultado mostra a relevância do Zoneamento Agrícola de Risco Climático associados aos tipos de solo não alheio a avaliação da regularidade da precipitação, já que algumas regiões não possuem boa fertilidade natural. O indicador de veranicos mostrou menores magnitudes no norte do estado (mesmo com desvios negativos de chuva extremos) e menores perdas relativas acompanhando este sinal no litoral e na região da Serra da Ibiapaba. Essa característica não foi totalmente verificada para os municípios na parte leste da região Jaguaribana, que mesmo com desvios negativos intensos de precipitação nessa região, as perdas foram intensas mais ao sul, a qual concorda com mapa de veranicos de grau 3 (Fig. 3c).

Nesse ano de severo deficit hídrico, a regionalização das informações obtidas auxilia na avaliação das perdas de safra, devido a sua relação com ocorrências dos veranicos e suas intensidades. Além disso, esse resultado indica a relevância do tipo de solo e as peculiaridades associadas aos acumulados de precipitação observados em diferentes regiões do estado.

O ano de 2009 foi apontado como chuvoso, de acordo com a FUNCEME, representou uma das maiores chuvas das últimas décadas do estado. Baseado nos dados

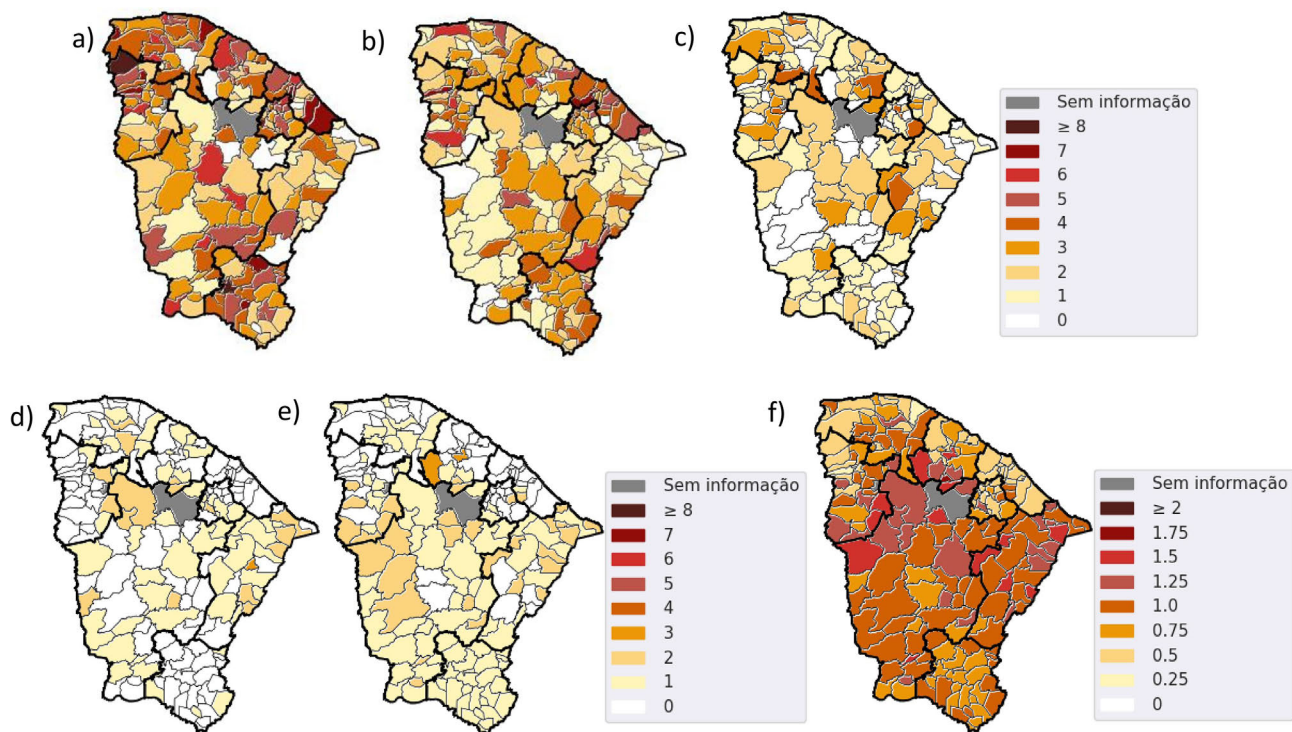


Figura 3 - Fevereiro a Maio de 1998: Graus de Veranico do Ceará - a) 1, b) 2, c) 3, d) 4, e) 5 ; f) Indicador de Veranicos.

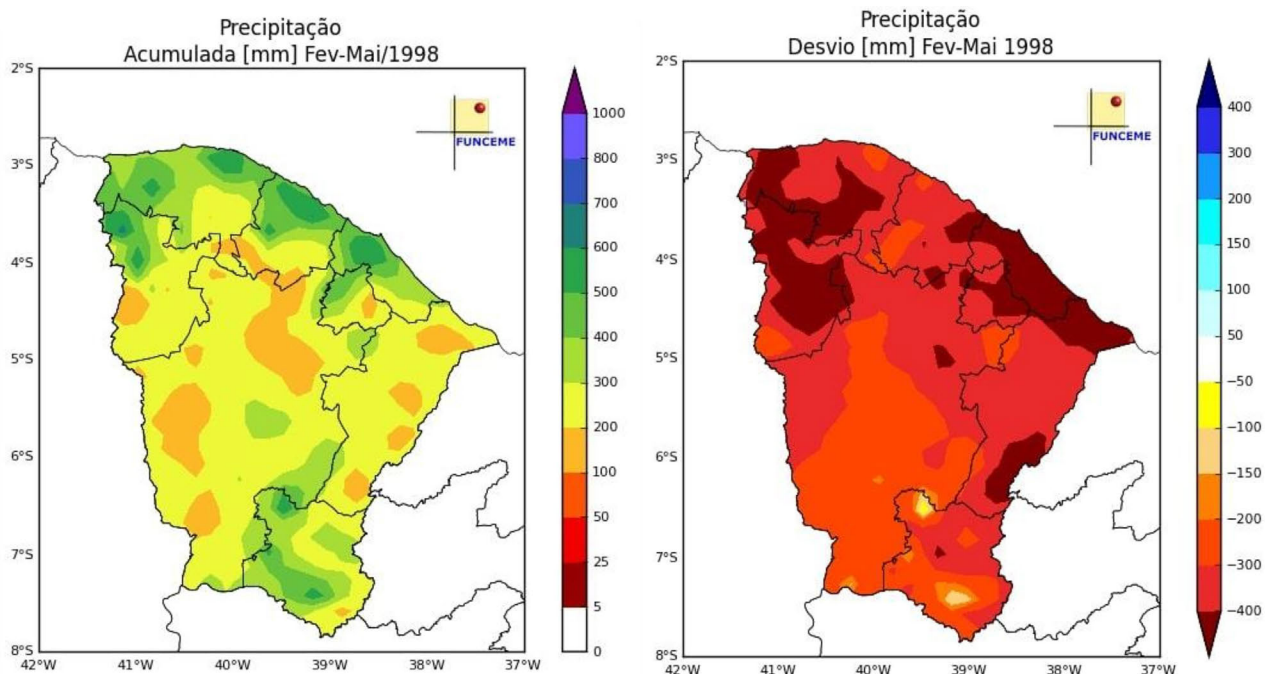


Figura 4 - Precipitação Acumulada e Desvio de Fevereiro a Maio de 1998 do Ceará. Fonte: FUNCEME.

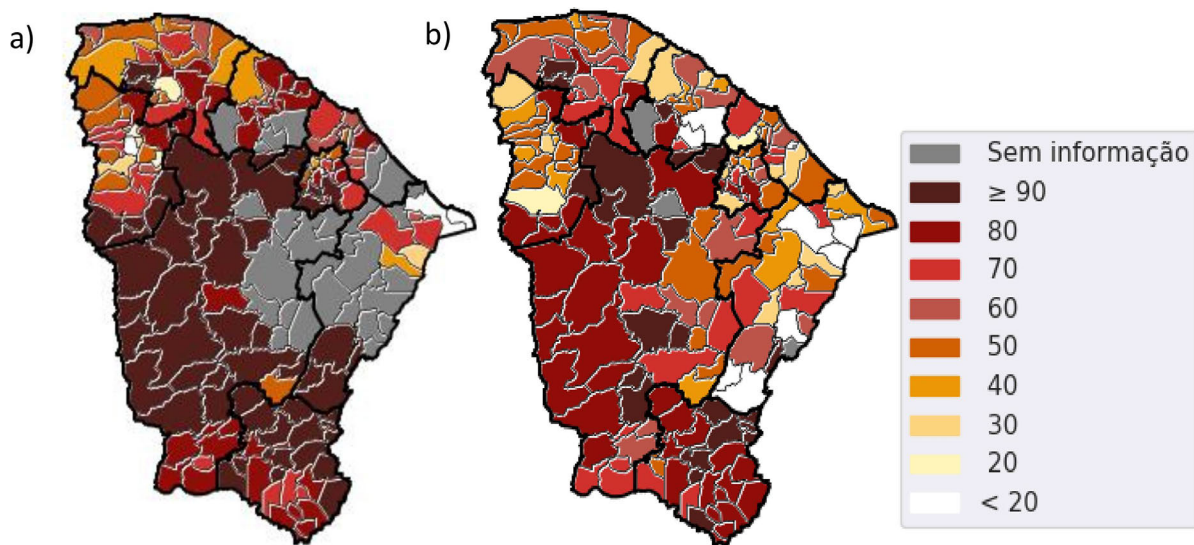


Figura 5 - Perdas de safra - rendimento de 1998 do Ceará - a) milho, b) feijão.

do Calendário de Chuvas da FUNCEME, esse ano o desvio foi bem acima da normal climatológica, com um valor de + 51,3% e a estação chuvosa também foi acima da normal com desvio de +60,8 (Fig. 7). A maior ocorrência de veranicos verificou-se nos graus 1 e 2 (Figs. 6a-b), que são os graus com os veranicos mais curtos, principalmente na porção centro e sul do estado. Praticamente não houve ocorrências de veranicos mais longos, graus 3-5 (Figs. 6c-e) mesmo assim aqueles observados, se limitaram a parte sul da região do Sertão Central e Inhamuns. O indicador

demonstrou que houve poucos eventos de veranicos para esse ano, relativamente (Fig. 6f).

No que refere as perdas de safra para esse ano (Figs. 8a-b), foram obtidas perdas significativas em quase todo estado para a duas culturas com valores em média de 60,0%, para a porção litoral, norte e centro do estado, ocasionada provavelmente pelo excesso de precipitação que ocorreu nesse ano (Fig. 7), pois o indicador de veranicos (Fig. 6f) mostra menores ocorrências de eventos. Esse excesso de chuva pode ocasionar um solo muito úmido

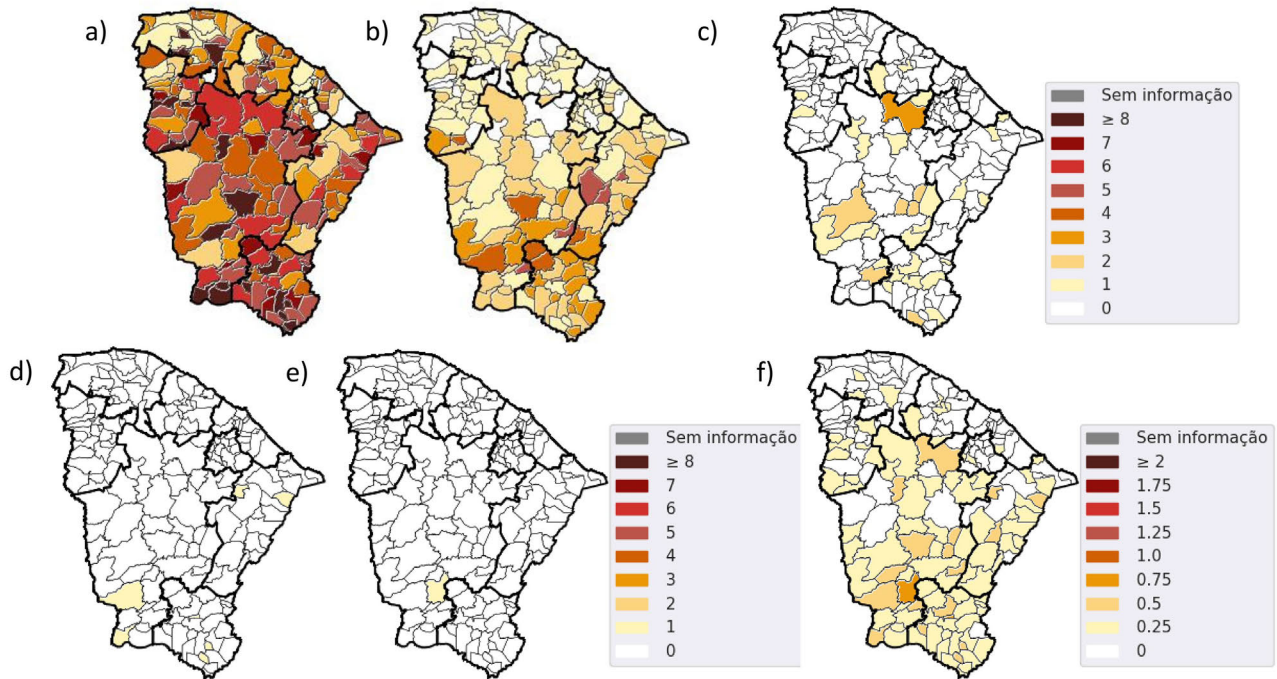


Figura 6 - Fevereiro a Maio de 2009: Graus de Veranico do Ceará - a) 1, b) 2, c) 3, d) 4, e) 5 ; f) Indicador de Veranicos.

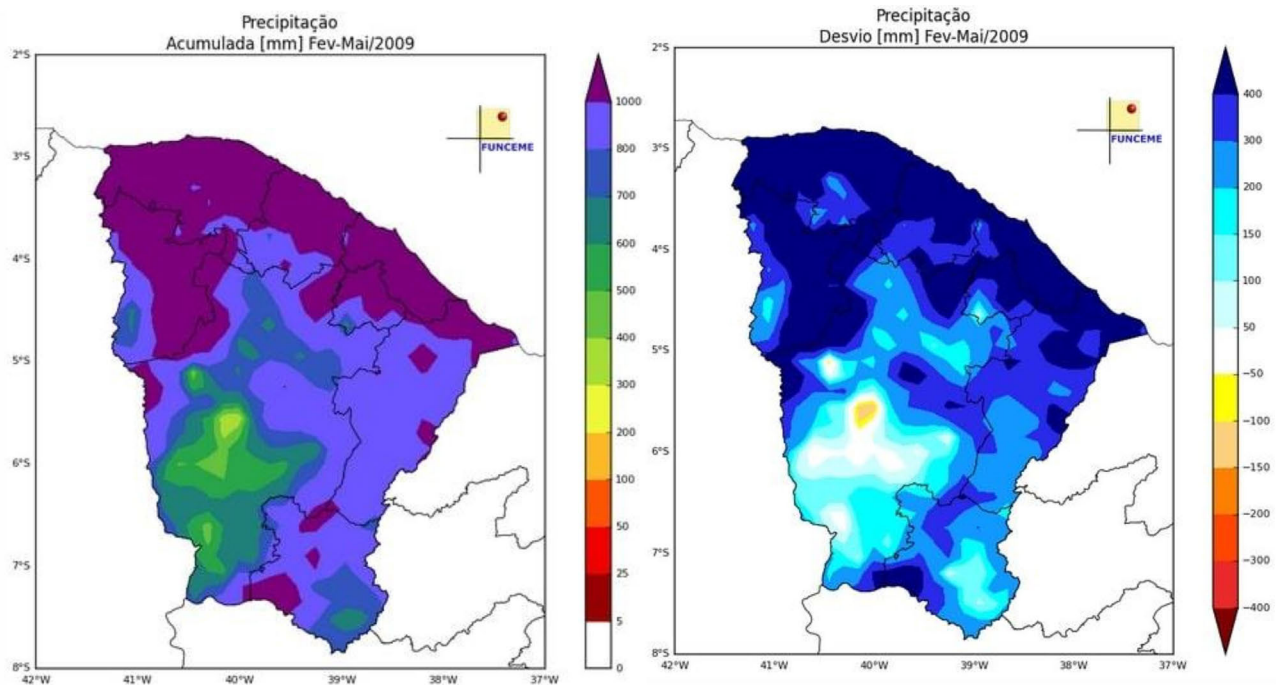


Figura 7 - Precipitação Acumulada e Desvio de Fevereiro a Maio de 2009 do Ceará. Fonte: FUNCEME.

(saturado), o que prejudica o plantio manual, além de ser desfavorável em algumas fases do cultivo, ocasionando déficit de nutrientes no solo, o que acarreta perdas de safra.

O indicador de veranicos mostrou que na porção centro e sul do estado além da região Jaguaribana hou-

veram maiores ocorrências de veranicos, entretanto os desvios de precipitação foram, principalmente na região Sertão Central e Inhamuns, em torno da normalidade (Fig. 7), mesmo assim ocorreram perdas significativas para as duas culturas (Figs. 8a-b). A região do Cariri foi a

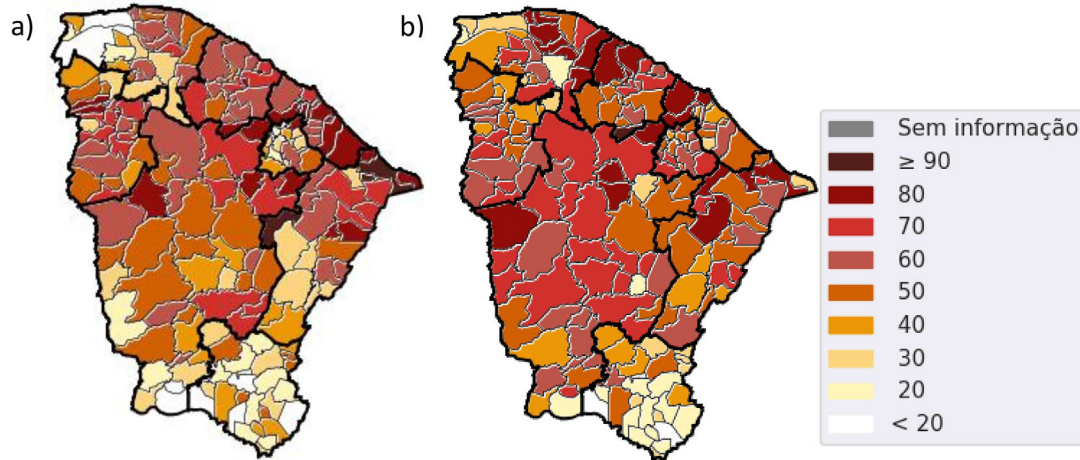


Figura 8 - Perdas de safra - rendimento de 2009 do Ceará - a) milho , b) feijão.

que apresentou menores perdas de safra para as duas culturas (Figs. 8a-b), seus desvios de precipitação e chuva acumulada durante a estação chuvosa foram intensas (Fig. 7), porém inferiores a aquela observada na região litorânea. De fato, o indicador de veranicos sugeriu poucas ocorrências de eventos para esta região (Fig. 6f), o que refletiu a não ocorrência de eventos mais prolongados. A regularidade das chuvas, juntamente com as propriedades do solo, se mostram como os principais fatores para auxiliar na minimização das perdas de safra, pois a ocorrência de poucos veranicos associados à grandes acumulados de chuva ao longo da estação chuvosa em solos mais profun-

dos (como na região da Ibiapaba e Cariri) indicam baixos índices de perdas de cultura. Por outro lado, em solos mais rasos são verificados altos percentuais de perdas (como no norte da região do Sertão Central e Inhamuns e a porção central da região Jaguaribana).

O ano de 2012 foi considerado seco, de acordo com a FUNCEME, representou uma das maiores secas do estado. Conforme os dados do Calendário de Chuvas da FUNCEME, esse ano o desvio foi abaixo da normal climatológica, com um valor de -54,8% e a estação chuvosa também foi abaixo da normal com desvio -51,8% (Fig. 10). A maior ocorrência de veranicos está associada

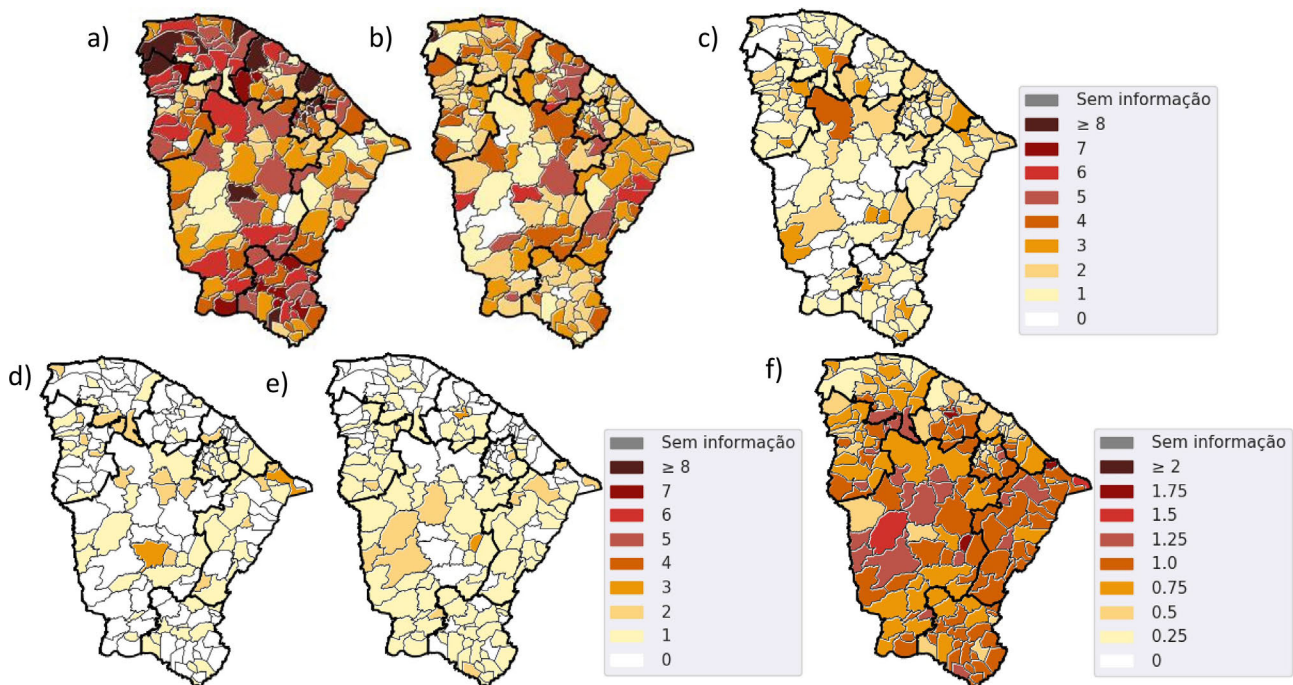


Figura 9 - Fevereiro a Maio de 2012: Graus de Veranico do Ceará - a) 1, b) 2, c) 3, d) 4, e) 5 ; f) Indicador de Veranicos.

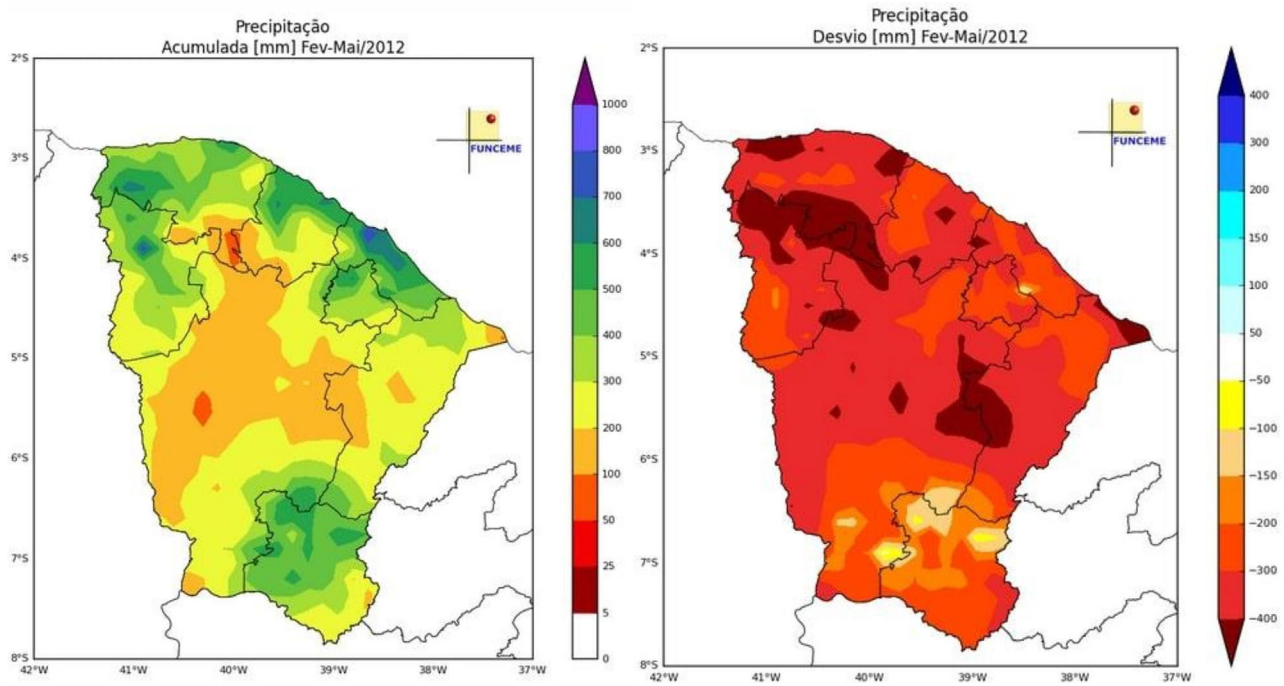


Figura 10 - Precipitação Acumulada e Desvio de Fevereiro a Maio de 2012 do Ceará. Fonte: FUNCEME.

aos graus 1-3 (Figs. 9a-c), principalmente na parte central e norte do estado. Também são observados veranicos mais longos de graus 4 e 5 (Figs. 9d-e), porém com menores ocorrências de veranicos, principalmente nas macrorregiões Sertão Central e Inhamuns, Cariri e Jaguaribana.

O indicador de veranicos para este ano (Fig. 9f) foi semelhante com o obtido para 1998 (Fig. 3f), principalmente no Litoral de Fortaleza e no extremo sul do estado, e diferente nos municípios na região central. A diferença entre os dois, mostra que em 2012 foram obtidas menores ocorrências de veranicos quando comparado ao ano de 1998 em vários municípios (Fig. 12), diferenças

mais significativas nos municípios do litoral e porção centro e sul do estado. Esses contrastes estão associados as diferenças entre os desvios negativos que no ano de 1998 (Fig. 4) concentrou-se nos municípios do Litoral Norte, Ibiapaba e Litoral de Fortaleza e o ano de 2012 (Fig. 10) centralizou-se nos municípios do Sertão Central e Inhamuns e região Jaguaribana, onde as perdas de safra foram bem maiores quando comparadas a 1998.

Além disso, observa-se que nos municípios da porção nordeste do estado foram frequentes a baixa pluviosidade com anomalia abaixo de -600 mm, ao passo que para 2012 a porção Jaguaribana foi também afetada e em

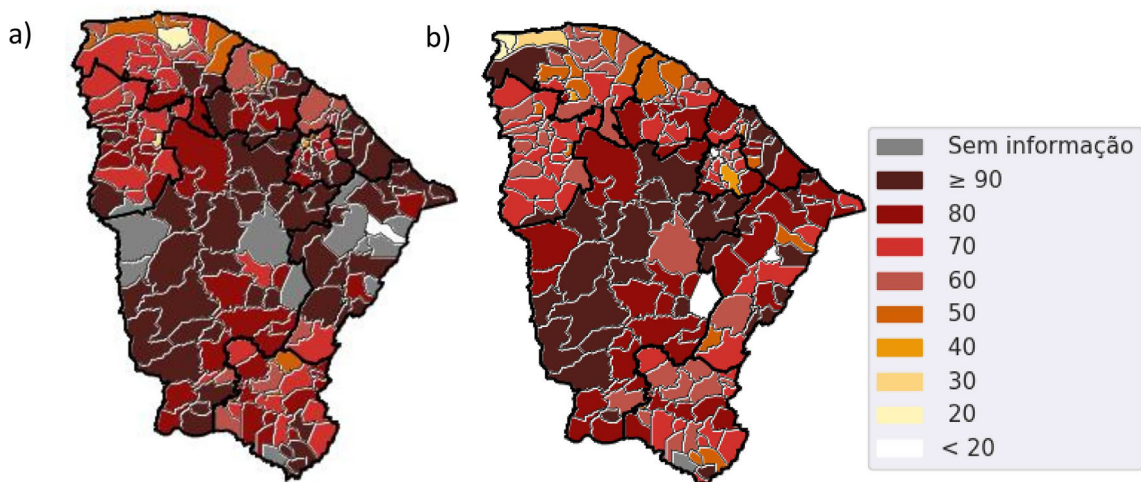


Figura 11 - Perdas de safra - rendimento de 2012 do Ceará - a) milho, b) feijão.

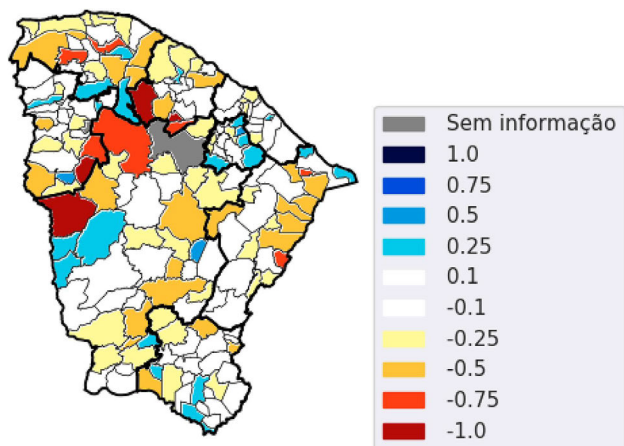


Figura 12 - Diferenças entre os indicadores de veranicos do ano 2012 e 1998 (Fev a Maio).

1998, o Litoral de Fortaleza. É interessante notar que as perdas em 1998 foram localizadas nos municípios da região central e sudoeste do estado (Figs. 5a-b), entretanto em 2012 as perdas foram generalizadas em todo o estado, mais intensas na parte central, além do norte da região Jaguaribana e no Litoral de Fortaleza (Figs. 11a-b). O que mostra que mesmo com a intensa condição de estresse hídrico nos municípios da parte noroeste do estado (região do Litoral Norte e da Ibiapaba), as perdas são minimizadas pela regularidade da chuva, a qual é capturada pelos baixos valores dos graus 3-5 (Figs. 9c-e). Os mínimos desses graus explicam a divergência observada entre as menores perdas das culturas (Figs. 11a-b) e os altos desvios negativos de precipitação a na porção mais noroeste do estado. É possível observar que veranicos acima de 11 dias (grau 3, Fig. 9c) mostram mais influência nas perdas das culturas, sugerindo que em anos de estresse hídrico acentuado são esperadas a diminuição na produtividade nos municípios em regiões com menor regularidade pluviométrica.

Vasconcelos *et al.* (2019) ao avaliar a variabilidade pluviométrica do Ceará com as culturas do milho, feijão-caupi e mandioca concluiu que para os anos de El Niño (como os anos de 1998 e 2012), o rendimento para essas culturas foi bem inferior e apresentou desvios negativos, havendo predomínio assim de anomalias negativas de precipitação para o estado, bem significativas para as culturas milho e feijão.

4. Considerações Finais

Neste trabalho foram analisadas as ocorrências de veranicos, classificando-as em cinco graus de veranicos e desenvolvendo um indicador de veranicos. Esses foram confrontados com os dados de perdas de rendimento para as culturas de milho e feijão para os municípios cearenses para o período de 1980 a 2018. Três anos foram escolhidos

(1998, 2009 e 2012) para avaliar a captura de variabilidade espacial da informação dos veranicos juntamente às perdas de safra no estado do Ceará.

Ao longo do ano considerado chuvoso (2009), foi verificada uma menor quantidade de ocorrências de veranicos, porém com perdas de safra significativas pelo excesso de chuvas. Na análise dos anos os secos (1998 e 2012), verificou-se maior ocorrência de veranicos e as perdas de safras ainda mais intensas.

Para o ano de 2009, o indicador de veranicos, combinado aos desvios de precipitação, foi sensível a regiões com diferentes tipos de solo no Ceará. Mesmo com excesso de precipitação e os esperados mínimos de eventos de veranicos as perdas foram intensas no Litoral de Fortaleza e Litoral do Pecém, o que não foi observado nos municípios da região do Litoral Norte e da Ibiapaba, estes últimos devido a capacidade do solo em reter mais água. A região do Cariri mostrou as menores perdas de safra em relação a região costeira, ainda que seus desvios de precipitação fossem menores, o que concorda também com os mínimos de eventos mais longos de veranicos.

Para anos considerados secos, verificou-se a importância do zoneamento para culturas no Ceará, uma vez que as diferentes propriedades dos solos indicam sensibilidade nas perdas de safra nos municípios em diferentes regiões durante um período chuvoso com déficit hídrico elevado e ocorrência de maiores números de veranicos com mais de 11 dias. Além disso, o indicador de veranicos apresentou menores ocorrências de eventos no noroeste do estado (norte da macrorregião da Ibiapaba), ainda que nessa região houvesse desvios negativos intensos capturou as baixas perdas de safra quando comparada ao resto do estado.

Aliados as considerações sobre as peculiaridades dos diferentes tipos de solo, é possível relacionar a ocorrência de eventos de veranicos prolongados (graus 4 e 5) e perdas agrícolas intensas, já que a intensidade e a duração da deficiência hídrica ocasionada por esses veranicos é uma das causas limitantes para a agricultura de sequeiro, em especial na fase reprodutiva da cultura e além disso, dificulta a absorção de nutrientes e a fixação de biomassa.

Com os resultados discutidos, pode-se concluir que existe relação entre as ocorrências de veranicos, ao longo de anos com deficit ou superavit hídrico, e as perdas de safras. Além disso, indicaram um provável indicador de veranicos a qual pode auxiliar a compreender até que ponto a duração e a frequência destes eventos têm consequências sobre as perdas de safra. O indicador não foi sensível para todas regiões, como ocorreu na região Jaguaribana no ano de 1998, demonstrando assim a importância de relacionar esse com outros fatores como desvios e acumulados de precipitação e os tipos de solo, pois esses auxiliam em uma melhor avaliação da relação de anos chuvosos ou secos, veranicos e perdas de safra. Recomenda-se para trabalhos futuros avaliar anos caracterizados como normais em relação ao acumulado de chuva e observar a sen-

sibilidade do indicador sobre a perda de safras nos municípios do Ceará.

Agradecimentos

A Universidade Estadual do Ceará (UECE) pela criação do curso de Mestrado Profissional em Climatologia e países da CPLP. A FUNCEME e a Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Ceará (EMATERCE) por todo apoio para o desenvolvimento dessa pesquisa.

Referências

- ALVES, J.M.B.; SERVAIN, J.; CAMPOS, J.B. Relationship between ocean climatic variability and rain-fed agriculture in northeast Brazil. *Climate Research*, v. 38, n. 5, p. 225-236, 2009.
- BARRON, J.; ROCKSTRÖM, J.; GICHUKI, F.; HATIBUD, N. Dry spell analysis and maize yields for two semi-arid locations in east Africa. *Agricultural and Forest Meteorology*, v. 117, n. 1-2, p. 23-27, 2003.
- BARRON, J.; ROCKSTRÖM, J.; GICHUKI, F. Rain Water Management for Dry Spell Mitigation in Semi-Arid Kenya. 1999 *East African Agricultural and Forestry Journal*, v. 65, n. 1-2, p. 57-69, 1999.
- BRITO, J.I.B.; NOBRE, C.A.; ZARANZA, R.A. A precipitação da Pré-Estação e a previsibilidade da Estação Chuvosa no Norte do Nordeste. *Climanálise*, v. 6, n. 6, p. 39-53, 1991.
- CARVALHO, D.F. FARIA, R.A. de; SOUSA, S.A.V. de; BORGES, H.Q. Espacialização do período de veranico para diferentes níveis de perda de produção na cultura do milho, na bacia do Rio Verde Grande, MG. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 4, n. 2, p.172-176, 2000.
- CEARÁ. *Ceará em Números*. 2010. Disponível em <https://www.ceara.gov.br/2010/03/13/ceara-em-numeros/>, acesso em 05 fev. 2020.
- CHAVES, R.R.; CAVALCANTI, I.F.A. Atmospheric circulation features associated with rainfall variability over southern Northeast Brazil. *Mon. Wea. Rev.*, v.129, n.10, p. 2614-2626, 2001.
- COUTINHO, M.D.L.; COSTA, M. S.; GOMES, A.C. S.; MORAIS, M.D.C.; JACINTO, L.V.; *et al.* Estudo de Caso: Evento Meteorológico no Nordeste do Brasil entre os Dias 03 e 04 de Janeiro de 2015. *Revista Brasileira de Climatologia*, v. 20, n. 1, p. 182-198, 2017.
- EMATERCE - Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Ceará. **Relatório: Situação da Produção**. 2019. Disponível em: <https://www.ematerce.ce.gov.br/projeto/relatorios/>. Acesso em: 10 mar. 2020.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Neossolos**. 2006. Disponível em https://www.agencia.cnpia.embrapa.br/gestor/solos_tropicais/arvore/CONTAG01_16_2212200611542.html, acesso em 10 maio 2020.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3ª ed. EMBRAPA: Brasília. 353p., 2013ª.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Zoneamento Agrícola de Risco Climático: Instrumento de Gestão de Risco Utilizado pelo Seguro Agrícola do Brasil**. 2009. Disponível em https://www.agencia.cnpia.embrapa.br/Repositorio/Zoneamento_agricola_000f17v6vox02wyiv80isperruh04mek.pdf, acesso em 23 maio 2020.
- FERNANDES, F.B.P. **Disponibilidade Hídrica para a Cultura do Feijão-De-Corda em Função do Manejo de Solo no Semiárido Cearense**. Tese de Doutorado em Engenharia Agrícola, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2014, 111 p. Disponível em http://www.repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/10570/1/2014_tese_fbpfernandes.pdf, acesso em 24 maio 2019.
- IAC - Instituto Agrônômico. **Argissolos**. 2015b. Disponível em <http://www.iac.sp.gov.br/solospdf/Argissolos.pdf>, acesso em 10 maio 2020.
- IAC - Instituto Agrônômico. **Neossolos**. 2015a. Disponível em <http://www.iac.sp.gov.br/solospdf/Neossolos.pdf>, acesso em 10 maio 2020.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agro 2017**. 2017. Disponível em https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/templates/censo_agro/resultadosagro/producoes.html?localidade=23, acesso em: 12 mar. 2020.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Resultado dos Dados Preliminares do Censo - 2010**, 2010. Disponível em www.ibge.gov.br/cidade@, acesso em 22 maio 2019.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola Municipal: PAM**. 2018. Disponível em <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9117-producao-agricola-municipal-culturas-temporarias-e-permanentes.html?=&t=destaque>, acesso em 02 mar. 2020.
- IMAMT - Instituto Mato-Grossense do Algodão. **O Algodoeiro e os Estresses Abióticos: Temperatura, Luz, Água e Nutrientes**. 2014. Disponível em <http://sites.unoeste.br/gea/wp-content/uploads/2018/11/2014-O-algodoeiro-e-os-estresses-abi%C3%B3ticos-Temperatura-luz-%C3%A1gua-e-nutrientes.pdf>, acesso em: 23 maio 2020.
- IPECE - Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. **Caracterização Territorial**, 2007. Disponível em: <http://www2.ipece.ce.gov.br/atlas/capitulo1/11.htm>, acesso em: 22 fev. 2020.
- IPECE - Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. **Classes de solos**, 2018 Disponível em http://www2.ipece.ce.gov.br/atlas/capitulo1/12/pdf/1.2.4_classes_de_solos.pdf, acesso em 17 maio 2020.
- LEPSCH, I.F. **19 Lições de Pedologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.
- MAGALHÃES, A.J. da S.; ALVES, J.M.B.; SILVA, E.M. da; NUNES, F.T.; BARBOSA, A.C.B.; SANTOS, A.C.S. dos; SOMBRA, S.S. Veranicos no Brasil: Observações e Modelagens (CMIP5). *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 34, n. 4, p. 597-626, 2019.
- MENEZES, H.E.A.; BRITO, J.I.B. de; SANTOS, C.A.C. dos; SILVA, L.L. da. A relação entre a temperatura da superfície dos oceanos tropicais e a duração dos veranicos no Estado da Paraíba. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 23, n. 2, p. 152-161, 2008.

- NASCIMENTO, F.R. do. Os recursos hídricos e o Trópico Semi-árido no Brasil. **Revista Geographia**, v. 14, n. 28, p. 82-109, 2012.
- NOGUEIRA, D.B. **Aptidão Edafoclimática do Milho de Sequeiro em Diferentes Cenários de Pluviometria no Estado do Ceará**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Fortaleza, 2019.
- PEREIRA, G.R.; SILVA JUNIOR, M. M. Correlação entre as Secas e as Perdas na Agricultura de Sequeiro no Semiárido Nordestino. **I Congresso Nacional da Diversidade do Semiárido (CONADIS)**, 2018. Semiárido brasileiro: diversidade, tendências, tensões e perspectivas. Campina Grande, PB: Realize Eventos Científicos & Editora, 2018. v. 01.
- RANIERI, S.B.L.; SPAROVEK, G.; SOUZA, M.P.; DOURADO NETO, D. Aplicação de índice comparativo na avaliação do risco de degradação das terras. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 22, n. 4, p. 751-760, 1998.
- ROCKSTRÖM, J. Green water security for the food makers of tomorrow: windows of opportunity in drought-prone savannahs. **Water Sci. Technol.**, v. 43, n. 4, p. 71-78, 2001.
- ROCKSTRÖM, J.; BARRON, J.; FOX, P. Water productivity in rainfed agriculture: Challenges and opportunities for smallholder farmers in drought prone tropical agroecosystems. **Water Productivity in Agriculture: Limits and Opportunities For Improvements** (Eds. J.W. Kijne, R. Barker, D. Molden), CABI, Wallingford, U.K. p. 145-161, 2003.
- ROMERO, R.E.; FERREIRA, T.O. Morfologia e classificação dos solos predominantes no semiárido cearense. In: ANDRADE, E.M. de; PEREIRA, O.J.; DANTAS, F.E.R., (eds) **Seminário e o Manejo dos Recursos Naturais: Uma Proposta de Uso Adequado do Capital Natural**. Fortaleza: UFC, 2010. 408 p.
- SAKAMOTO, M.S.; RICKES, C.P.; MORAES, D.S.S.; JACINTO, L.V.; TEIXEIRA, R.F.B. **XVIII CBMET - Congresso Brasileiro de Meteorologia**, 2014, Recife: O Impacto dos Três Anos Consecutivos de Secas no Ceará. Recife, 2014.
- SAKAMOTO, M.S.; FERREIRA, A.G.; COSTA, A.C.; OLIVAS, E.S. Rainy season pattern and impacts on agriculture and water resources in Northeastern Brazil. In: ANDREU, Joaquin. **Drought: Research and Science-Policy Interfacing**. CRC Press/Balkema. Cap. 1, p. 49-55, 2015.
- SANTOS, R.F.; CARLESSO R. Déficit hídrico e os processos morfológicos e fisiológicos das plantas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 2, n. 3, p. 287-294, 1998.
- SILVA F.A.S.; RAO, T.V.R. Regimes pluviais, estação chuvosa e probabilidade de ocorrência de veranicos no estado do Ceará. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 6, n. 3, p. 453-459, 2002.
- SOUZA, E.B.; ALVES, J.M.B.; REPELLI, C.A. A variabilidade espacial da precipitação sobre o estado do Ceará. **Anais do IX Congresso Brasileiro de Meteorologia**, v. 1, p. 196-200, 1996.
- SUDENE - Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste. **Nova delimitação Semiárido**. 2017. Disponível em: http://www.sudene.gov.br/images/arquivos/semiarido/arquivos/Rela%C3%A7%C3%A3o_de_Munic%C3%ADpios_Semi%C3%A1rido.pdf, acesso em 26 fev. 2020.
- UVO, C.B.; REPELLI, C.A.; ZEBIAK, S.E.; KUSHNIR, Y. The relationships between Tropical Pacific and Atlantic SST and Northeast Brazil monthly precipitation. **J. Climate**, v. 11, n. 4, p. 551-562, 1998.
- VASCONCELOS JUNIOR, F. das C.; JONES, C.; GANDU, A.W. Interannual and Intraseasonal Variations of the Onset and Demise of the Pre-Wet Season and the Wet Season in the Northern Northeast Brazil. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 33, n. 3, p. 472-484, 2018.
- VASCONCELOS, T.S.; MORAES, J.G.L.; ALVES, J.M.B.; JACINTO JÚNIOR, S.G.; OLIVEIRA, L.L.B. de; *et al.* Variabilidade Pluviométrica no Ceará e suas Relações com o Cultivo de Milho, Feijão-Caupi e Mandioca (1987-2016). **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 34, n. 3, p. 431-438, 2019.
- VILLELA, S.M.; MATOS, A. **Hidrologia Aplicada**, São Paulo: Mc Graw-Hill do Brasil, 1975.
- XAVIER, T. de M.B.S. **Tempo de Chuva: Estudos Climáticos e de Previsão Para o Ceará e Nordeste Setentrional**. Fortaleza: ABC Editora, 2001.