

VULNERABILIDADE DA AGRICULTURA DE SEQUEIRO À VARIABILIDADE DAS PRECIPITAÇÕES NO MUNICÍPIO DE DEPUTADO IRAPUAN PINHEIRO, CE

Vulnerability of dryland farming to variability in rainfall in the county of Deputado Irapuan Pinheiro, CE

Flávio Medeiros Pinheiro

Graduado em licenciatura em Geografia pelo IFCE – Campus Quixadá. Especialista em Docência em Geografia e Práticas Pedagógicas. Professor da rede básica de educação do município de Deputado Irapuan Pinheiro
Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-6156-7236>
flaviomedeiros1993@gmail.com

João Luís Sampaio Olímpio

Bacharel, Mestre e Doutor em Geografia pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Docente do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-7152-1968>
emaildoautor@ufsj.edu.br

Artigo recebido em fevereiro/2026 e aceito em junho/2026

RESUMO

O semiárido brasileiro é caracterizado pela elevada variabilidade interanual e intrassazonal das precipitações. Por isso, os episódios de secas são comuns. Nesse contexto, a agricultura é a atividade mais vulnerável porque o clima é um insumo para o desenvolvimento das lavouras, principalmente em sistemas produtivos não irrigados. Neste estudo foi selecionado o município de Deputado Irapuan Pinheiro, estado do Ceará, em virtude da sua predisposição às perdas agrícolas para a escassez hídrica. O objetivo da pesquisa foi investigar os comportamentos das precipitações na série histórica de 2008 a 2021 e as suas relações com a produção de milho e feijão. As etapas da pesquisa foram: levantamento bibliográfico, coleta de dados de produção agrícola, de pluviometria da estação chuvosa e de dias secos, classificação dos anos pluviométricos, delimitação dos veranicos, trabalho de campo e produção cartográfica. Foi definido que anos com acumulado pluviométrico entre 600,8 mm e 693,7 mm são habituais, sendo que valores inferiores representam episódios de secas e acima são anos de chuvas abundantes. Foram identificados 10 anos de secas e 105 episódios de veranicos, sendo que 34,3% foram classificados como longos (mais de 15 dias). Foram verificadas relações positivas entre a irregularidade intrasazonal e a redução da produção de grãos. Os produtores familiares possuem baixa capacidade de lidar com a irregularidade das chuvas. Os resultados obtidos podem subsidiar as discussões sobre as adaptações do campo às secas periódicas.

Palavras-chave: Agricultura familiar; Veranico; Seca; Chuva; Semiárido.

ABSTRACT

The Brazilian semi-arid region is characterized by high interannual and intraseasonal variability in rainfall. As a result, drought episodes are frequent. In this context, agriculture is the most vulnerable activity because climate is a key input for crop development, especially in non-irrigated production systems. In this study, the municipality of Deputado Irapuan Pinheiro, in the state of Ceará, was

selected due to its predisposition to agricultural losses associated with water scarcity. The objective of the research was to investigate rainfall behavior in the historical series from 2008 to 2021 and its relationship with maize and bean production. The research procedures included: a literature review; collection of agricultural production data; analysis of rainfall during the rainy season and of dry days; classification of rainfall years; identification of dry spells; fieldwork; and cartographic production. Years with cumulative rainfall between 600.8 mm and 693.7 mm were defined as normal, while lower values represent drought episodes and higher values indicate years of abundant rainfall. A total of 10 drought years and 105 dry-spell events were identified, of which 34.3% were classified as long (more than 15 days). Positive relationships were observed between intraseasonal irregularity and reductions in grain production. Family farmers have a low capacity to cope with rainfall irregularity. The results may support discussions on rural adaptation to recurrent droughts.

Keywords: Family farming; Dry spell; Drought; Rain; Semi-arid.

1. INTRODUÇÃO

A observação do clima foi determinante para apropriação dos recursos naturais necessários ao desenvolvimento das sociedades humanas, uma vez que ao atribuir significado aos fenômenos da natureza, buscou-se tornar o meio compreensível e passível de transformação (Mendonça; Dias, 2019). Os conhecimentos climáticos possibilitaram o aprimoramento técnico, tecnológico e científico necessário ao crescimento dos grupos humanos e, em consequência, influenciaram a organização do espaço. Em alguns casos, o desenvolvimento tecnológico e as relações capitalistas de produção foram fatores determinantes para a diminuição dos riscos oriundos da variabilidade climática sobre os rendimentos agrícolas (Sant'anna-Neto, 2008; 2011).

Os climas da zona tropical possuem especial interesse porque ocupam aproximadamente 50% da superfície do planeta e neles vivem cerca 70% da população mundial (Barry; Chorley, 2013). A agricultura é a principal atividade econômica desenvolvida nessa zona climática, estando fortemente relacionada com às condições atmosféricas (Sant'anna-Neto, 2011), especialmente às precipitações abundantes. Todavia, no interior da zona tropical existem áreas de exceção, onde as chuvas podem ser escassas, concentradas em poucos meses e/ou com um período chuvoso irregular. Esse é o caso do domínio climático do semiárido situado no nordeste do Brasil.

Essa região é conhecida pela rusticidade das condições naturais e pelas fragilidades dos sistemas socioeconômicos (Olímpio; Costa; Zanella, 2015). Assim, se por um lado, o semiárido apresenta um curto período chuvoso, elevada variabilidade interanual das chuvas e déficit hídrico anual (Zanella, 2014), por outro, abriga uma população de mais de 31 milhões de pessoas, em 2022, e ocupa 15,7% do território nacional (Brasil, 2026b), sendo uma das regiões secas mais populosas do planeta (Marengo, 2008). Essa conjuntura ocasiona um estado permanente de risco de escassez hídrica, resultando em impactos sobre o abastecimento humano, na dessedentação animal e na produtividade agrícola.

Não obstante, os impactos das secas nas últimas décadas foram menores. Isso ocorre devido às ações estratégicas do Estado brasileiro, como a adoção de ações emergenciais e pela política de instalação de obras hidráulicas, de modo que a região possui uma das maiores capacidades de armazenamento hídrico do mundo (Lima *et al.*, 2016; Pessoa, 2002). Contudo, essas ações foram incapazes de resolver o problema, mas potencializaram desigualdades porque o acesso à água e às terras produtivas é desigual. A falta de acesso aos mecanismos de adaptação às secas repercute nas condições de segurança hídrica das populações e das atividades econômicas do campo.

Atualmente, a região semiárida oficial conta com 1.477 municípios da região Nordeste e dos estados de Minas Gerais e do Espírito Santo (Brasil, 2024). Nesse espaço geográfico, as secas e as estiagens são os eventos naturais que mais geram adversidades (Olímpio, 2017). Estima-se que entre 1995 e 2019, somente a região Nordeste sofreu um prejuízo de R\$ 90,89 bilhões, concentrados nas atividades agropecuárias e no abastecimento (Banco Mundial; UFSC, 2020).

A agricultura é a atividade mais sensível à redução das precipitações, uma vez que o desenvolvimento das lavouras tem uma forte necessidade de acesso aos recursos hídricos. É ainda mais frágil em sistema de sequeiro, ou seja, aqueles que não adotam métodos de irrigação natural ou artificial (Lima *et al.*, 2016; Rodrigues; Sousa; Sales, 2022; Santos *et al.*, 2011). Segundo o último censo agropecuário, no Brasil apenas 9,9% dos estabelecimentos agropecuários utilizam algum método de irrigação, incluindo os plantios em vazantes. Na região semiárida, 10,9% dos estabelecimentos são irrigados. Mas ao considerar apenas as propriedades com produção familiar, esses valores caem para 9,7% no Brasil e 10,4% no semiárido (Brasil, 2026a). Esses produtores são mais dependentes da regularidade do período chuvoso, o que tende a tornar o seu investimento mais vulnerável e põe em risco a seguridade econômica das famílias.

O processo produtivo na agricultura familiar ocorre por meio do trabalho de pequenos agricultores com a terra e têm o intuito de obter o sustento, sendo o excedente comercializado nos mercados locais (Schneider; Niederle, 2008). A agricultura de sequeiro é extremamente relevante para a segurança alimentar e na ocupação dos trabalhadores do campo, sobretudo nos municípios com maior proporção da população residindo no meio rural (Pereira, 2018).

Há diversas limitações ao pleno desenvolvimento da agricultura familiar, tais como restrições de aquisição de terras produtivas, menor cobertura dos seguros, endividamento, subempregos, baixa remuneração, capacitação técnica insuficiente, menor capacidade financeira para implantar estruturas de armazenamento e distribuição de água, bem como a sua menor inserção na lógica de produção capitalista e nas instâncias de representação política. A agricultura de subsistência no semiárido se mantém rudimentar (Lemos; Santiago, 2020). Um dos fatores geradores dessa situação é a limitada incorporação de conhecimentos técnicos que poderiam aumentar a eficiência (Pereira, 2018) e

melhorar a sua adaptação às secas. Por exemplo, apenas 7,4% dos agricultores do Nordeste receberam assistência técnica, enquanto na região Sudeste esse número era de 48,6% (Brasil, 2026a).

Esses fatores geram danos sobre as famílias e municípios, a exemplo da perda da safra, do aumento do desemprego rural, da falta de água e das migrações campo-cidade (Zanella, 2014). Portanto, os efeitos gerados nos períodos de déficit hídrico favorecem a manutenção da pobreza (Kenny, 2002). Conforme argumentam Winsemius *et al.* (2018), os impactos de um desastre natural, como uma seca severa, agravam a pobreza porque podem consumir a renda familiar, diminuir a oferta de empregos e reduzir a saúde física e emocional dos indivíduos.

Em maior ou menor nível, a realidade descrita está presente em muitos municípios do semiárido brasileiro (Lima *et al.*, 2016). Nesta pesquisa foi selecionado o município de Deputado Irapuan Pinheiro, localizado no estado do Ceará. A escolha se justifica pela importância da produção agrícola familiar de sequeiro para a economia local e pelas condições socioeconômicas da população, especialmente a rural, diante dos estresses motivados pela escassez hídrica. Além disso, o município tem emitido situação de emergência por falta d'água. Conforme aponta Olímpio (2017), no decorrer de um período de doze anos (2003-2014), esse município esteve em crise em oito.

A maioria da produção do município é proveniente da agricultura familiar, a qual não possui os capitais necessários para promover a melhoria das propriedades rurais, ficando, assim, à mercê da qualidade do período chuvoso. Por isso, quando os totais pluviométricos ficam abaixo do habitual ou quando há irregularidade dentro do período chuvoso, esses agricultores podem sofrer perdas acima da sua capacidade de suportar. De maneira geral, as populações pobres submetidas aos episódios naturais intensos têm menores condições para lidar com estresses, em virtude do menor acesso aos mecanismos de proteção social, empréstimos e seguros (Kovačević-Majkić *et al.*, 2014).

Portanto, existe a necessidade de investigações que analisem as relações entre a variabilidade da pluviosidade e a dependência da agricultura familiar no semiárido brasileiro. Para tanto, foram adotados os pressupostos teóricos da Geografia do Clima, sistematizados por Sant'anna (2018, 2008, 2003). Essa perspectiva demonstra que para compreensão dos problemas associados ao clima é fundamental o entendimento da estrutura do espaço geográfico afetado, incluindo os arcabouços ambientais, sociais e econômicos. De acordo com o autor (2008, p. 62), o clima, enquanto insumo no processo de apropriação e de produção da natureza, “assume um papel variado na medida em que as diferentes sociedades (e dentro delas, os distintos grupos sociais) se encontram em momentos diferentes em relação ao processo de globalização e de mundialização”.

Com relação ao objetivo da pesquisa, buscou-se analisar a vulnerabilidade da produção agrícola de sequeiro do município de Deputado Irapuan Pinheiro em relação à variabilidade pluviométrica, com destaque para os cultivos de milho (*Zea mays L.*) e feijão (*Phaseolus vulgaris L.*). Os resultados

obtidos têm potencial para subsidiar as discussões sobre as adaptações do campo às secas periódicas do semiárido brasileiro.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Esta pesquisa tem uma abordagem quali-quantitativa, de carácter exploratório, e foi realizada conforme o percurso metodológico descrito a seguir: a) levantamento bibliográfico; b) coleta e organização de dados; c) classificação dos anos pluviométricos; d) delimitação dos veranicos; e) trabalho de campo, e; f) produção do material cartográfico. A seguir as atividades desenvolvidas são detalhadas.

a) Levantamento bibliográfico: nessa etapa foram analisadas publicações científicas que tratavam de temas de interesse da pesquisa, com destaque para as relações entre os fenômenos atmosféricos e sociais (Sant'anna-Neto, 2018, 2008), mudança, variabilidade e ritmo climático (Sant'anna-Neto, 2003), dinâmica das precipitações no semiárido do Brasil (Ferreira; Mello, 2005; Molion; Bernardo, 2002; Zanella, 2014) e impactos das secas na produção agrícola no semiárido (Lima *et al.*, 2016; Marengo, 2008; Menezes, *et al.*, 2009; Olímpio, 2017; Rodrigues; Sousa; Sales, 2022).

b) Coleta e organização dos dados: inicialmente ocorreu o levantamento de dados sobre a produção agrícola no município estudado, especialmente para as plantações de milho e feijão. Foi utilizado o banco de dados do Instituto de Pesquisa e Estatística Econômica do Ceará (IPECE) (Ceará, 2026b) e selecionou-se os seguintes indicadores: tipo de cultivo, produtividade, área plantada, quantidade colhida e rendimento. A série temporal analisada é de 2008 a 2021, período em que há dados publicados. Também foram coletados e organizados os registros pluviométricos do município. Foi utilizado o posto pluviométrico de Deputado Irapuan Pinheiro, operacionalizado pela Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME) (Ceará, 2026a). A série histórica do posto é de 1974 a 2021, porém, em virtude dos registros de produção agrícola, foram utilizados, principalmente, os dados do período de 2008 a 2021. Foram usados os valores acumulados de precipitação diária, mensal e anual dos meses da pré-estação e da quadra chuvosa. Também foram contabilizados os dias secos consecutivos. Para a caracterização dos aspectos naturais, foram utilizados os dados do Banco de Dados de Informações Ambientais (BDIA), disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (Brasil, 2023). Para caracterização dos estabelecimentos rurais foram utilizados dados do último censo agropecuário (2017), realizado pelo IBGE (Brasil, 2026a)

c) Classificação dos anos pluviométricos: essa etapa buscou determinar a intensidade dos episódios que resultaram em secas ao longo da série histórica selecionada, a partir dos acumulados

de chuvas anuais. Para tanto, utilizou-se a técnica probabilística dos quantis, a qual consiste em uma medida para seccionamento de uma amostra. Conforme explicam Monteiro, Zanella e Pinheiro (2021), admite-se que os totais pluviométricos de um período são uma variável aleatória contínua e que estarão entre dois limites pluviométricos escolhidos. Os intervalos de cada percentil representam as probabilidades para cada um dos eventos (precipitação anual) da série histórica (Santos *et al.*, 2016). Para o cálculo dos limiares quantílicos foi empregada a equação 1.

$$Q(P) = y_i + \left\{ \frac{P - P_i}{P_{i+1} - P_i} \right\} * [y_{i+1} - y_i] \quad (1)$$

Onde: Q(P) é o quantil que correspondente à ordem quantílica; i é o número de ordem para cada valor de precipitação anual; y é o valor pluviométrico correspondente a cada número de ordem i; P_i é a ordem quantílica dada por $P_i = i / (N+1)$, e; N é o número de elementos da série. Os anos pluviométricos foram classificados em extremamente seco (Q(0,05)), muito seco (Q(0,15)), seco (Q(0,35)), normal (Q(0,50)), chuvoso (Q(0,65)), muito chuvoso (Q(0,85)) e extremamente chuvoso (Q(0,95)).

d) Delimitação dos veranicos: nesta etapa investigou-se a variabilidade na escala intrassazonal. A interrupção das precipitações do período chuvoso também pode gerar significativos impactos na produção agrícola não irrigada, principalmente devido a insuficiente disponibilidade de água do solo para o crescimento das plantas (Menezes; Brito; Lima, 2009). Essa situação é denominada de veranicos, os quais são episódios de dias consecutivos sem precipitações ou secos no interior do período chuvoso (Marengo, 2008). Para a ocorrência de um veranico foi considerado a existência de cinco dias consecutivos com chuvas abaixo de 2,0 mm ao longo da pré-estação e da quadra chuvosa, devido a importância desses meses para o ano agrícola, conforme realizado em outros estudos (Rodrigues; Sousa; Sales, 2022; Menezes; Brito; Lima, 2009). Em seguida, os veranicos foram classificados segundo a intensidade, a saber: veranicos classe A (5 a 10 dias), classe B (11 a 15 dias) e classe C (mais de 15 dias) (Rodrigues; Sousa; Sales, 2022).

d) Trabalhos de campo: foram realizados levantamentos de campo exploratórios que objetivaram o reconhecimento da realidade socioambiental da área de estudo e a obtenção de registros dos locais de produção agrícola, dos tipos de cultivos, das formas de produção e dos reservatórios para armazenamento de água.

e) Produção de material cartográfico: os materiais cartográficos foram produzidos a partir de bases cartográficas disponibilizados pelo IPECE (Ceará, 2026b), as quais foram processadas no software QGIS 3.40.

3. ASPECTOS SOCIOAMBIENTAIS DA ÁREA DE ESTUDO

O município de Deputado Irapuan Pinheiro está situado no estado do Ceará, a uma distância de 326 km da capital estadual, Fortaleza (Figura 1). A sua área ocupa 471,1 km², na qual vivem 8.932 habitantes, conforme o censo de 2022, sendo que 53,8% da população vivia no meio rural (Brasil, 2026c). De acordo com o censo agropecuário, existiam 1.594 estabelecimentos agropecuários que forneciam ocupação para 4.129 pessoas. Os estabelecimentos familiares ocupam 97,3% dos trabalhadores rurais (Brasil, 2026a). O Índice de Desenvolvimento Humano, em 2010, era de 0,609, estando na posição 104^o no estado (Ceará, 2026b).

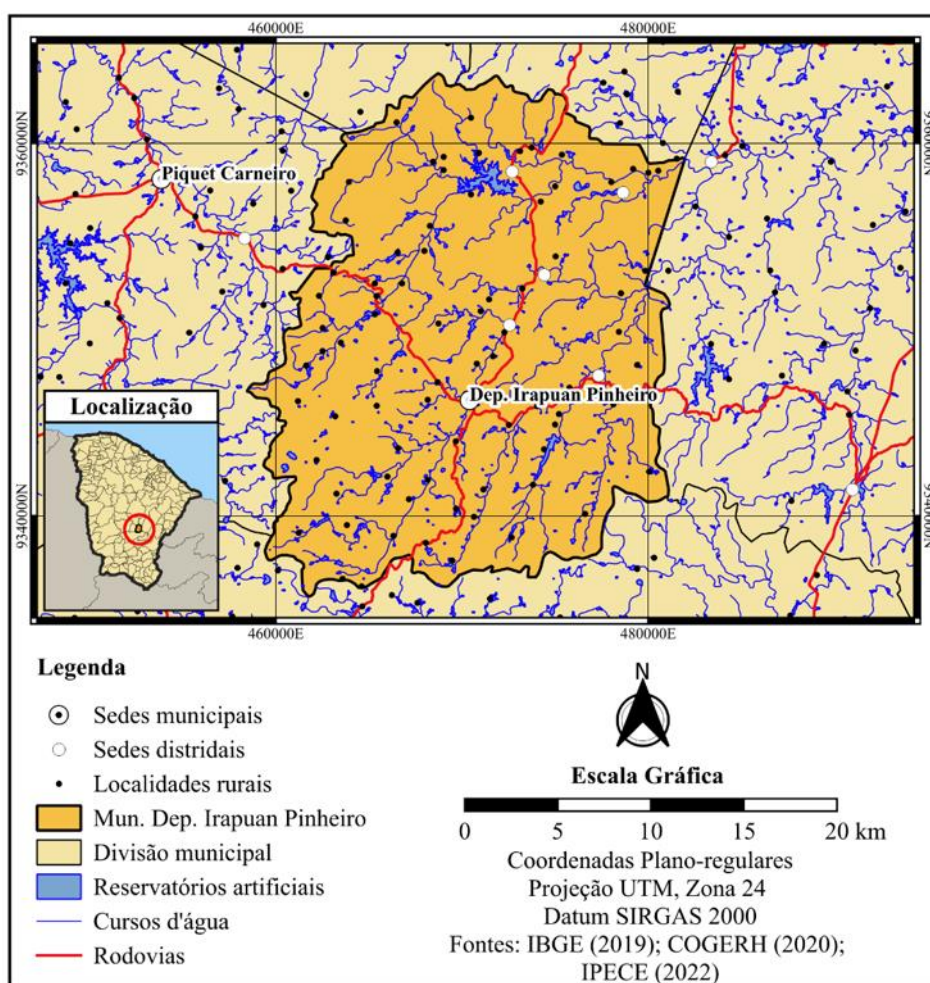


Figura 1 - Mapa de localização do município de Deputado Irapuan Pinheiro.
Fonte: Autores.

A principal atividade econômica do município é a agropecuária, sendo realizada por pequenos produtores que se dedicam as culturas temporárias durante a estação chuvosa. A tabela 1 apresenta a produção agrícola, por cultivo, durante os anos pesquisados. As culturas de milho e de feijão correspondem a 42,3% e a 15,1%, respectivamente, do total de toneladas colhidas, além de serem cultivados ininterruptamente (Figura 2a). Outras culturas possuem uma produção pequena e em vários

anos não são plantadas devido a fatores como preços de mercado, incentivos públicos (e.g. mamona) ou receio de investir em lavouras mais vulneráveis ao estresse hídrico (e.g. arroz) (Lima *et al.*, 2016). Já a colheita de cana-de-açúcar cresceu nos últimos anos, mostrando uma tentativa de diversificação, uma vez que está relacionada à produção de forragem para consumo bovino.

Tabela 1: Produção anual das lavouras do município, em toneladas.

Ano	Milho	Feijão	Arroz	Algodão	Cana-de-açúcar	Mamona	Girassol	Fava	Frutíferas ¹
2008	4.390	1.534	1.045	111	32	62	1	-	73
2009	2.176	1.176	747	130	30	70	2	-	55
2010	895	237	121	19	-	6	1	-	40
2011	2.772	1.295	818	153	-	57	4	-	55
2012	313	107	-	12	-	6	-	-	35
2013	888	270	-	34	-	6	-	-	25
2014	2.339	1.030	-	2	3.000	2	-	-	9
2015	392	540	-	-	2.000	-	-	-	62
2016	412	168	-	-	1.000	-	-	-	72
2017	1.180	238	-	-	2.200	-	-	-	82
2018	294	63	-	-	2.090	-	-	-	77
2019	371	90	5	-	2.750	-	-	1	133
2020	4.171	611	6	-	3.300	-	-	2	144
2021	3.393	570	2	-	2.970	-	-	1	138

Fonte: Autores, baseados em dados do IPECE (Ceará, 2026b).

Com respeito à produção de riquezas, 24,3% do Produto Interno Bruto (PIB), em 2023, era oriundo do setor agropecuário, 2,3% do industrial, 27,2% dos serviços e 46,2% do funcionalismo público e das aposentadorias (Brasil, 2026d). Na pecuária, a criação de gado leiteiro é a mais relevante (Figura 2b). Ao considerar a participação do setor agropecuário no PIB e na ocupação da força de trabalho do campo, bem como a proporção da população rural, evidencia-se uma maior vulnerabilidade das famílias rurais às irregularidades das chuvas. Outro indicador de vulnerabilidade é a dependência dos recursos oriundos do setor público, especialmente da previdência. Essa condição socioeconômica é semelhante à de muitos municípios do semiárido brasileiro (Lima *et al.*, 2016).

A vulnerabilidade também se expressa nas relações de trabalho. Em 2023, dos 788 empregos formais registrados no município, nenhum foi gerado nas atividades agropecuárias (Ceará, 2026b). Com isso, os trabalhadores rurais não têm acesso aos mecanismos de proteção social, como o Fundo de Garantia do Tempo de Serviço (FGTS), indenizações, férias remuneradas, auxílios transporte e alimentação. Assim, os produtores rurais dependem exclusivamente da produção da terra, o que em

¹ A produção de frutíferas correspondem a soma das lavouras permanentes de banana, castanha-de-caju, coco-da-baía e manga.

períodos de dificuldades, como em anos de secas, ocasionam prejuízos que diminuem a sua capacidade de lidar com as adversidades.

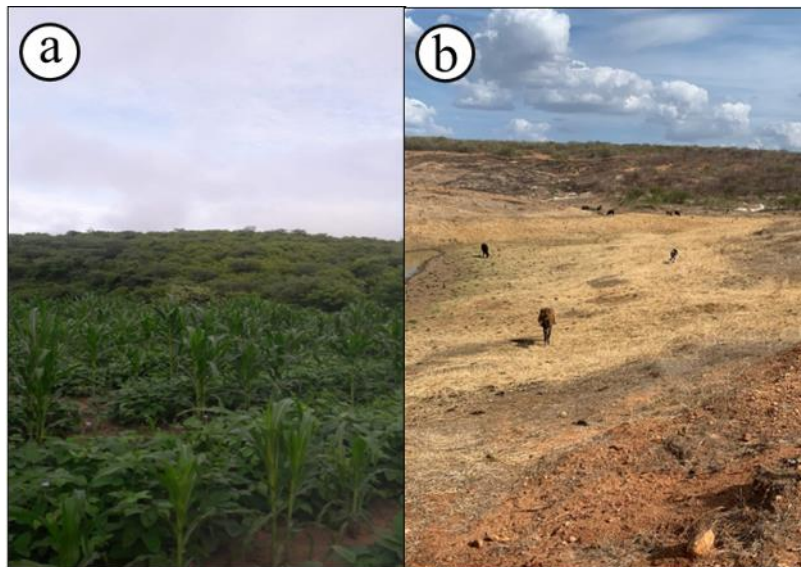


Figura 2 – Principais atividades econômicas da área de estudo. Legenda: a) lavoura consorciada de milho e feijão em pequena propriedade; b) pasto durante a estação seca.

Fonte: Autores.

Com respeito aos aspectos ambientais, o município está sobre a região fitogeográfica da savana tropical estacional semiárida, regionalmente conhecida como “caatingas” (Coutinho, 2016). Mas, a ação antrópica é acentuada, de modo que cerca de 47,0% de sua área está sendo utilizada pela atividade agropecuária e 52,4% são áreas arborizadas (Brasil, 2023), mas que em algum momento sofreram interferências antrópicas, sendo caracterizada por árvores baixas e vegetação esparsa. O município é drenado por rios intermitentes pertencentes ao médio curso da bacia hidrográfica do rio Jaguaribe. Há diversos reservatórios de pequeno porte. Com relação às águas subterrâneas, as reservas hídricas são restritas em quantidade e qualidade (salinidade), tendo em vista o domínio dos aquíferos fissurais em rochas cristalinas (Vasconcelos; Feitosa; Colares, 1998; Brasil, 2023).

4. DINÂMICA REGIONAL DAS PRECIPITAÇÕES

No tocante às características climáticas, o município está no domínio climático tropical quente semiárido, caracterizado por duas estações pluviométricas bem definidas, sendo que no período de verão-outono ocorre a estação chuvosa e no inverno-primavera há a estiagem. A média pluviométrica anual é de 723,6 mm, porém as chuvas estão concentradas nos meses de fevereiro a maio (77,9% da média anual) (Ceará, 2026a). No final de dezembro, e principalmente no mês de janeiro podem ocorrer precipitações de pré-estação. Também pode haver chuvas de pós-estação (junho e julho), mas são menos frequentes.

Os principais sistemas atmosféricos que causam as instabilidades são: Zona de Convergência Intertropical, Vórtices Ciclônico de Altos Níveis e Complexos Convectivos de Mesoescala (Ferreira; Mello, 2005; Molion; Bernardo, 2002; Zanella, 2014). Contudo, a ação desses sistemas é influenciada pelo fenômeno El Niño-Oscilação Sul (ENOS) e pela temperatura da superfície do mar do Atlântico tropical norte e sul (Dipolo do Atlântico), que conjuntamente ocasionam anomalias responsáveis pela alta variabilidade pluviométrica interanual. Assim, episódios de El Niño e do dipolo positivo tendem a produzir anos mais secos, enquanto a La Niña e o dipolo negativo induzem a ocorrência de anos mais chuvosos (Harzallah; Aragão; Sadourny, 1996; Ferreira; Mello, 2006). Logo, a intensidade dos eventos de secas está diretamente relacionada ao comportamento atmosférico do período chuvoso de cada ano (Olímpio, 2017).

Na escala intrassazonal, a Oscilação Madden-Julian (OMJ) é o principal fenômeno gerador de variações no cinturão tropical (Kayano; Jones; Dias, 2009). A oscilação provoca distúrbios nos campos de Radiação de Ondas Longas (rol), gerando perturbações convectivas que alteram as flutuações da célula de Walker. A sucessão de pulsos da OMJ proporciona sequências de nebulosidade em torno do globo, intercaladas por áreas de tempo estável. Assim, forma-se uma sequência de dipolos de rol (Repelli *et al.*, 1998), sendo que a fase positiva da OMJ está associada à intensificação das precipitações e a fase negativa suprime a nebulosidade.

5. VARIABILIDADE INTER-ANUAL E INTRASSAZONAL E OS IMPACTOS NA AGRICULTURA DE SEQUEIRO

A variabilidade interanual das precipitações é a característica climática mais marcante do domínio semiárido para os sujeitos, economias e culturas que compõem esta região. A partir da técnica do quantis, foram definidos os limiares quantílicos dos acumulados anuais de chuva utilizados para classificação do ano pluviométrico (Tabela 2). Os anos com precipitações entre 600,8 e 693,7 mm são considerados normais. Os acumulados inferiores a 446,5 mm representam episódios de secas severas e acima de 733,2 mm são anos de chuvas muito abundantes.

Tabela 2: Classes quantílicas para o acumulado anual de precipitações.

Categorias	Intervalos entre quantis	Intervalos (mm)
Extremamente Seco	$X_i \leq Q(0,05)$	$X_i \leq 361,2$ mm
Muito Seco	$Q(0,05) < X_i \leq Q(0,15)$	$361,2$ mm < $X_i \leq 446,5$ mm
Seco	$Q(0,15) < X_i \leq Q(0,35)$	$446,5$ mm < $X_i \leq 600,8$ mm
Normal	$Q(0,35) < X_i < Q(0,65)$	$600,8$ mm < $X_i \leq 693,7$ mm
Chuvoso	$Q(0,65) \leq X_i < Q(0,85)$	$693,7$ mm < $X_i \leq 733,2$ mm
Muito Chuvoso	$Q(0,85) \leq X_i < Q(0,95)$	$733,2$ mm < $X_i \leq 972,4$ mm
Extremamente chuvoso	$X_i \geq Q(0,95)$	$X_i \geq 972,4$ mm

Fonte: Autores.

A figura 3 apresenta a distribuição das precipitações anuais e nas quadras chuvosas para a série histórica de 2008 a 2021 e o valor médio anual (1974-2021) da área de estudo. Os valores demonstram uma irregularidade interanual das precipitações, mas com amplo predomínio de anos com chuvas escassas, principalmente nos anos mais recentes.

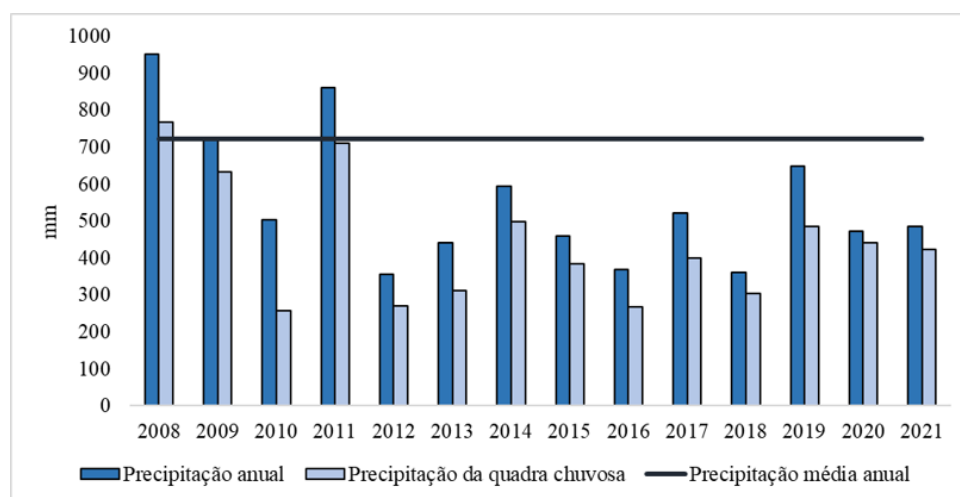


Figura 3 – Precipitações anuais e das quadras chuvosas entre 2008 e 2021.

Fonte: Autores, baseados em dados da FUNCEME (Ceará, 2026a). Posto pluviométrico Deputado Irapuan Pinheiro.

Ao se comparar os totais pluviométricos anuais com as classes quantílicas, é observado que nenhum dos anos estudados atingiu a classe “extremamente chuvoso”, dois anos (2008 e 2011) podem ser considerados anos “muito chuvosos” e um (2009) “chuvoso”. Enquanto, seis anos (2010, 2014, 2015, 2017, 2020 e 2021) podem ser considerados “secos”, outros três (2013, 2016 e 2018) foram “muito secos” e um (2012) “extremamente seco”. O acumulado do ano de 2019 foi normal.

Considerando toda a série histórica do posto pluviométrico (1974-2021), também foram anos com pluviosidade abaixo do habitual: 1998 (extremamente seco), 1976, 1988 (muito secos) e 1977, 1983, 1990 e 1993 (secos). No ano mais seco da série (1998), o acumulado anual correspondeu a apenas 45% do valor médio. Além disso, o período de 2012 a 2021 se caracterizou por anos de poucas chuvas. Por isso, Marengo, Cunha e Alves (2016, p. 5) afirmam que “a seca de 2012-2015 é considerada a pior nas últimas décadas, e tem se mostrado devastadora para os setores agrícola, pecuária, produtores industriais” do Nordeste do Brasil. Em 2016, o volume de água armazenada nos reservatórios do estado do Ceará foi de apenas 7% e a recarga do período chuvoso do ano seguinte foi irrisória (Martins; Magalhães; Fontenele, 2017).

O comportamento das precipitações ao longo da estação chuvosa também pode ser bastante variável (Tabela 3). Por exemplo, em 2008, 2010, 2017 e 2019 as chuvas foram mais expressivas na pré-estação (janeiro) em relação a alguns meses da quadra chuvosa. Por outro lado, nos meses de fevereiro de 2008, 2009, 2010, 2013, 2016 e 2020 as precipitações foram bastante reduzidas.

Tabela 3: Precipitações mensais da pré-estação e da quadra chuvosa, em milímetros.

Anos	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Classificação do ano
Média (1974-2021)	77,4	119,9	186,0	172,3	85,8	
2008	166	78	251	282	156	Muito Chuvoso
2009	75	15	162	326	131	Chuvoso
2010	214	0	64	178	15	Seco
2011	140	148	90	224	250	Muito Chuvoso
2012	84	161	88	9	13	Extremamente Seco
2013	0	45	75	88	103	Muito seco
2014	71	97	159	138	105	Seco
2015	0	178	171	21	15	Seco
2016	64	13	180	53	21	Muito seco
2017	117	105	98	107	89	Seco
2018	35	87	124	51	42	Muito seco
2019	153	170	231	76	8	Normal
2020	15	83	168	110	81	Seco
2021	0	120	190	91	22	Seco

Fonte: Autores, baseados em dados da FUNCEME (Ceará, 2026a). Posto pluviométrico Deputado Irapuan Pinheiro.

Em 2012 e 2017, as precipitações da pré-estação e do início da quadra chuvosa (fevereiro) foram acima das médias e nos meses seguintes decaíram expressivamente. O mesmo ocorre nos meses de abril de 2012, 2015-2016, 2018-2019 e de maio de 2010, 2012, 2015-2016, 2018 e 2019. Essas situações podem ocasionar perdas das safras devido à escassez de água do solo durante o desenvolvimento dos cultivos ou em virtude de plantios antecipados.

Com relação ao rendimento das lavouras de milho e feijão, os piores resultados estão nos anos de 2010, 2012, 2013 e no período de 2015 a 2019, os quais estão relacionados aos impactos do estresse hídrico (Figura 4). Conforme apontam Lima *et al.* (2016), em média, durante os anos secos do semiárido, 81,2% dos municípios produtores de milho sofrem perdas. Já entre os produtores de feijão, 80,3% são afetados.

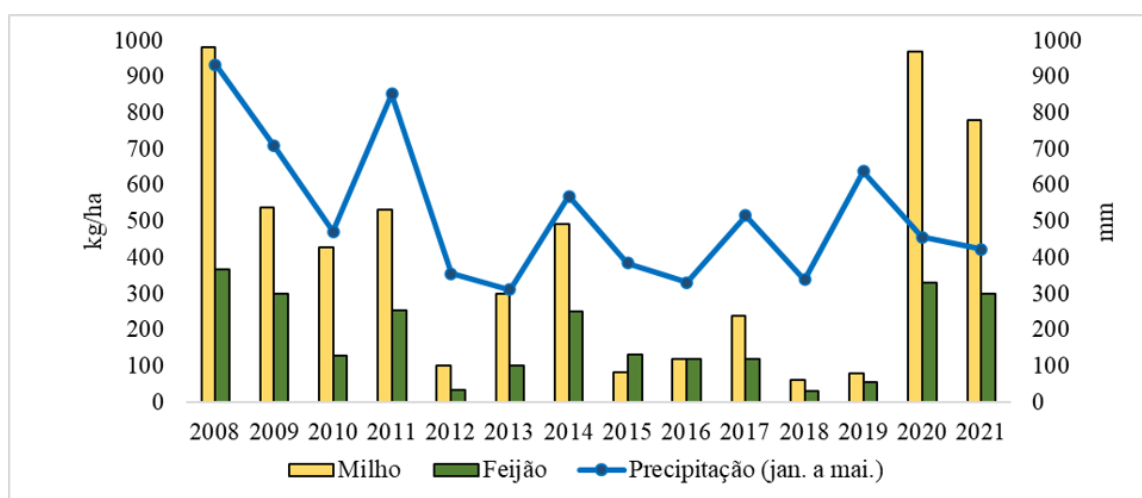


Figura 4 - Produtividade das lavouras de milho e feijão.

Fonte: Autores, baseados em dados FUNCEME (Ceará, 2026a) e do IPECE (Ceará, 2026b).

Já em 2019, o acumulado de chuvas esteve dentro da normalidade, mas o rendimento das lavouras foi menor. Esse ano ilustra a variabilidade ao longo da quadra chuvosa e os efeitos dos veranicos nas atividades agrícolas. As maiores precipitações ocorreram nos meses de janeiro a março, caindo de intensidade nos dois últimos meses da quadra chuvosa, justamente, no período em que ocorre o enchimento das espigas de milho. Assim, o estresse hídrico interrompe o ciclo de desenvolvimento das culturas, ocasionando perdas na produção (Bergamaschi *et al.*, 2004). Popularmente, esse fenômeno é conhecido como “seca agrícola” (Rocha *et al.*, 2020).

Ao longo do período investigado, foram registrados 105 veranicos, distribuídos em 1.484 dias secos. Em média, ocorrem 7,5 veranicos por ano com 106,0 dias secos, o que corresponde a 70,2% dos dias da pré-estação e da quadra chuvosa. Todavia, a variabilidade interanual e intrassazonal é elevada (Tabela 4).

Tabela 4: Distribuição anual e mensal de dias secos em veranicos.

Ano	N.	Total	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Classificação do ano
		dias						
2008	7	67	14	23	2	17	11	Muito Chuvoso
2009	7	83	28	22	17	7	9	Chuvoso
2010	9	121	21	28	22	20	30	Seco
2011	8	84	20	16	22	8	18	Muito Chuvoso
2012	7	128	24	24	21	29	30	Extremamente Seco
2013	5	119	31	20	24	20	24	Muito seco
2014	8	91	24	16	14	12	25	Seco
2015	7	118	31	20	12	25	30	Seco
2016	7	114	18	26	26	15	29	Muito seco
2017	8	109	19	23	17	23	27	Seco
2018	7	111	20	17	24	24	26	Muito seco
2019	10	117	27	19	17	24	30	Normal
2020	8	93	30	12	5	17	29	Seco
2021	7	129	31	22	23	26	27	Seco

Fonte: Autores, baseados em dados da FUNCEME (Ceará, 2026a). Posto pluviométrico Deputado Irapuan Pinheiro.

Os anos de 2010 e 2021 e os períodos de 2012-2013 e 2015-2019 registram mais de 70% dos dias em situação de veranicos e, conseqüentemente, houve baixo rendimento das lavouras de grãos. Menezes, Brito e Lima (2009) também identificaram uma forte relação de causa e efeito entre a interrupção das chuvas e a diminuição da produção de milho e feijão das terras do semiárido paraibano.

No entanto, não há uma relação forte entre a quantidade e a duração dos veranicos com os acumulados anuais (Tabela 5). Por exemplo, o ano de 2019 foi normal, mas apresentou o maior número de episódios de veranicos, enquanto os anos de 2021 e 2012 foram seco e extremamente seco, respectivamente, e são aqueles que possuíram a maior quantidade de dias secos.

Rodrigues, Sousa e Sales (2022) encontraram para a região dos Inhamuns, no Ceará, uma maior frequência dos veranicos nos anos chuvosos. Esses resultados podem expressar a variabilidade

temporal e espacial das precipitações na região semiárida brasileira. As chuvas, inclusive aquelas de magnitudes extremas, podem se manifestar de forma concentrada em poucos dias ou horas, o que deve interferir na avaliação da qualidade do período chuvoso. Por outro lado, a distribuição das precipitações está sujeita aos mecanismos de circulação atmosférica, os quais podem inibir ou potencializar a passagem e a permanência da nebulosidade, principalmente de sistemas convectivos menores, gerando chuvas mal distribuídas no espaço.

Com relação à intensidade, os veranicos da classe A, mais curtos, representaram 46,7% do total de episódios ao longo da série histórica, mas correspondem a 23,2% dos dias secos. As maiores frequências dessa tipologia ocorrem em anos classificados como muito chuvosos a muito secos.

Tabela 5: Distribuição dos veranicos por intensidade.

Ano	Classe A	Classe B	Classe C	Tipologia do ano
2008	3	4	0	Muito Chuvoso
2009	4	1	2	Chuvoso
2010	6	1	2	Seco
2011	6	1	1	Muito Chuvoso
2012	0	2	5	Extremamente Seco
2013	0	1	4	Muito seco
2014	6	0	2	Seco
2015	2	2	3	Seco
2016	4	0	3	Muito seco
2017	3	1	4	Seco
2018	2	1	4	Muito seco
2019	6	3	1	Normal
2020	6	0	2	Seco
2021	1	3	3	Seco

Fonte: Autores, baseados em dados da FUNCEME (Ceará, 2026a). Posto pluviométrico Deputado Irapuan Pinheiro.

Os veranicos da classe B correspondem a 19,0% dos episódios e 17,1% dos dias em situação de veranico. Do mesmo modo, as maiores frequência dessa tipologia abrangem os anos pluviométricos secos a muito chuvosos. Por fim, os veranicos da classe C, correspondem a 34,3% dos episódios, porém acumulam 59,6% dos dias secos. A sua ocorrência está mais relacionada aos anos extremamente a secos, como 2012 e 2013.

A frequência desses episódios mais duradouros evidencia o elevado nível de risco da produção agrícola de sequeiro, como também, podem afetar severamente os sistemas de abastecimento rural e urbano, uma vez que as recargas hídricas podem ser comprometidas. No Ceará, a produção de feijão dos anos de 2012 e 2013 obtiveram variações de -66,8% e -44,0%, respectivamente, em relação ao último ano chuvoso (2011) (Martins; Magalhães; Fontenele, 2017).

A figura 5 apresenta a relação entre as precipitações anuais e a quantidade de milho e feijão colhidos. É observado que os frequentes anos secos têm reduzido a quantidade produzida, com exceção das safras de milho de 2020 e 2021. Os dois únicos anos “muito chuvosos” (2008 e 2011)

resultaram em boas colheitas. No entanto, o ano de 2011 apresenta um rendimento regular porque as precipitações de abril e maio provocaram um prolongado encharcamento do solo das áreas de várzea.

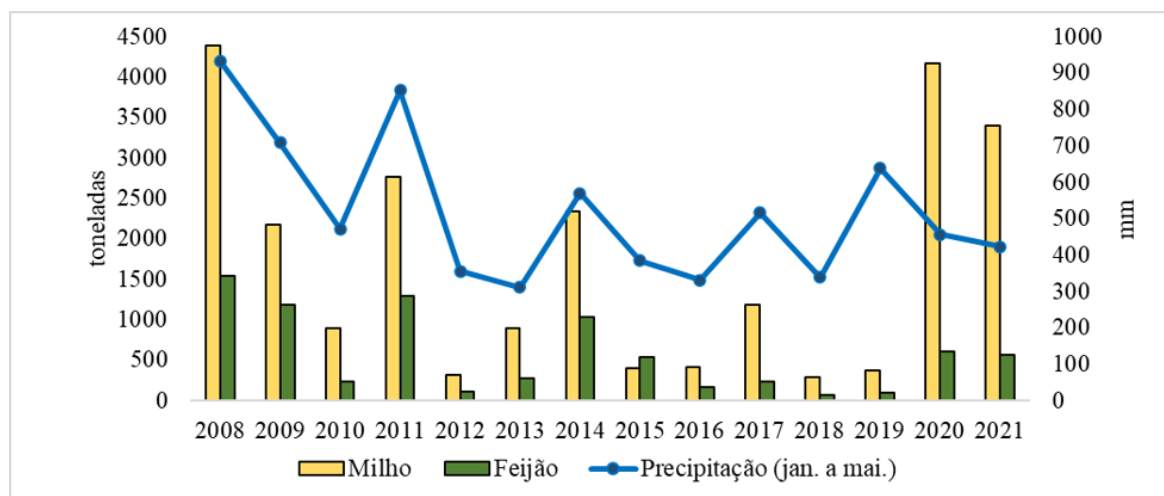


Figura 5 - Relação entre a produção agrícola e as precipitações anuais.

Fonte: Autores, baseados em dados FUNCEME (Ceará, 2026a) e do IPECE (Ceará, 2026b).

O ano de 2014, apesar de apresentar um acumulado de 595 mm, obteve uma produção melhor do que 2019, que registrou 648 mm. Em 2019 ocorreu uma maior variação pluviométrica intrassazonal, com destaque para a ocorrência de veranicos longos nos meses finais da quadra chuvosa. No ano de 2020 ocorreu a segunda maior produção de milho, mesmo tendo sido classificado como um ano “seco” e com episódios de veranicos acima da média. Todavia, os veranicos longos ocorreram na pré-estação e no final da quadra do chuvosa, enquanto nos meses de fevereiro a abril ocorreram chuvas regulares, intercaladas com episódios de veranicos de curta duração, o que permitiu a presença de água no solo para atendimento das necessidades fisiológicas do cultivo.

Os resultados inferiores da lavoura de feijão foram ocasionados pela diminuição da área plantada. Ainda assim, em 2020 foi registrado o segundo maior rendimento do cultivo. Os anos secos seguidos têm motivado o desinteresse dos agricultores pela lavoura de feijão. Vale ressaltar, que este grão faz parte da base da alimentação brasileira e a sua menor produção, tende a aumentar os preços, afetando o orçamento das famílias e, em casos graves, a segurança alimentar (Lima *et al.*, 2016).

Observa-se uma elevada variabilidade das áreas plantadas de ambos os cultivos no período analisado (Figura 6). A área destinada ao milho variou entre 2.091 (2010) e 5.394 ha (2009) e de feijão entre 1.400 (2016) e 5.100 ha (2011). Também são verificadas discrepâncias entre as áreas plantadas e o tamanho da produção em alguns anos. Isso ocorre porque no semiárido, os agricultores decidem o momento para plantar de acordo com o comportamento da chuva nas primeiras semanas da quadra chuvosa (Lemos; Santiago, 2021). No entanto, pode haver perdas de safras devido a distribuição irregular das precipitações ao longo dos meses chuvosos. Por exemplo, em 2018 e 2019

as chuvas foram boas em janeiro e por isso foram destinadas muitas áreas ao plantio. Contudo, a irregularidade climática resultou em produções bem reduzidas.

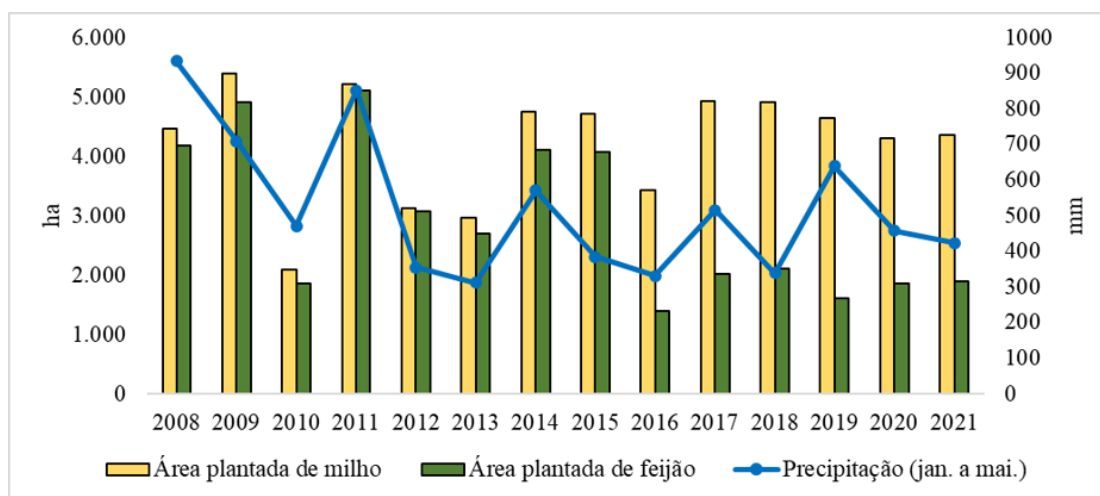


Figura 6 – Áreas plantadas de milho e feijão.

Fonte: Autores, baseados em dados FUNCEME (Ceará, 2026a) e do IPECE (Ceará, 2026b).

Neste sentido, pode-se identificar como a variabilidade interanual e intrassazonal das precipitações tem impactado a agricultura de sequeiro, operada pelo trabalho familiar. Há, desta forma, uma demanda por mecanismos que possibilitem o acesso aos recursos técnicos e financeiros que permitam tornar essa atividade mais rentável e segura para os trabalhadores do campo, refletindo em melhores condições de bem-estar.

6. VULNERABILIDADE DA AGRICULTURA FAMILIAR À IRREGULARIDADE PLUVIOMÉTRICA

No município, 79,0% dos estabelecimentos agropecuários realizam agricultura familiar. Deste montante, 74,4% dos produtores eram proprietários das terras em que suas famílias trabalhavam, 15,9% estavam em sistema de parceria, 4,8% estavam em terras ocupadas e 4,9% em outras condições de uso das terras. Além disso, 92,5% dos estabelecimentos da agricultura familiar são pequenas propriedades, ou seja, têm áreas de até quatro módulos fiscais, o que para o município equivale a 220 hectares. Os produtores sem terra são 7,3% e há dois estabelecimentos (0,2%) considerando propriedades médias. Além do acesso à terra, a capacidade de acessar recursos financeiros para financiar a produção e a comercialização é mínima. Apenas 17,3% dos estabelecimentos da agricultura familiar obtiveram financiamento (Brasil, 2026a).

Esses dados reforçam o quadro de desigualdade no acesso às terras e às oportunidades de dinamização econômica da agricultura familiar, tal como predomina no restante do Brasil. A

propriedade das terras produtivas, em tamanhos adequados, e a inserção do trabalho familiar no circuito comercial são condições básicas para a inclusão social dos trabalhadores do campo e para o pleno desenvolvimento das comunidades rurais. Ao passo que a sua privação reduz a capacidade dos produtores de buscarem os meios para otimizar a sua produtividade, incluindo as estruturas necessárias para adaptação às irregularidades pluviométricas do semiárido (Reis, 2019).

A produtividade da agricultura do semiárido é baixa. Em Deputador Irapuan Pinheiro a produtividade média do milho durante o período amostral foi de 407 kg/ha, sendo inferior à média do Ceará (678 kg/ha) e do Brasil (4.890 kg/ha) no mesmo período. Para o cultivo de feijão, a média do município foi de 180 kg/ha, no Ceará 264 kg/ha e 1.019 kg/ha (Brasil, 2026e).

A falta de acesso ao conhecimento técnico sobre as formas mais adequadas de produção agrícola no semiárido é uma das causadas da menor eficiência das lavouras da agricultura familiar. No município em estudo, 82,3% dos estabelecimentos da agricultura familiar não receberam orientação técnica. Os outros 17,7% receberam por meio de programas de instituições públicas, o que demonstra abaixo capacidade de autoinvestimento dos produtores e dependência de programas públicos de extensão rural (Brasil, 2026a). Do mesmo modo, 83,8% destes estabelecimentos não possuíam sistemas de irrigação (Brasil, 2026a).

Dentre as políticas públicas de redução da vulnerabilidade dos pequenos agricultores, o acesso à seguros sobre as perdas de safras é um mecanismo de proteção social e econômico. No Brasil, o fundo Garantia Safra é uma iniciativa que integra o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf) e tem a finalidade de assegurar as condições mínimas de sobrevivência das famílias de agricultores que perderam os seus cultivos devido aos impactos das estiagens ou do excesso hídrico (Brasil, 2002). O benefício é exclusivo para agricultores de pequenas propriedades, com renda de até 1,5 salário-mínimo e que cultivam milho, feijão, arroz, algodão ou mandioca em terras não irrigadas. Atualmente, os beneficiados recebem uma parcela com o valor de R\$ 1.200,00. Durante o período de 2015 a 2021, foram executados R\$ 2.647.410,00 no município de Deputado Irapuan Pinheiro, com destaque para o ano de 2015 (seco) quando 1.177 produtores (aproximadamente 93,4%) foram assistidos (Ceará, 2026). No entanto, observa-se uma oscilação do número de beneficiados. Os anos de 2018 (muito seco) e 2019 (normal) apresentaram as piores produções de milho e feijão da série histórica, no entanto, a quantidade de beneficiados caiu -41,0% e -44,2%, respectivamente. Silva, Vital e Silva (2023) demonstraram a redução no número de beneficiados no Brasil no decorrer do período de 2014 a 2019 e relacionam com os constantes cortes no orçamento federal.

O acesso aos recursos e as oportunidades são vias para a ampliação das capacidades humanas necessárias para o suprimento dos meios de vida dos indivíduos e de suas famílias, afastando-os das

privações. Na área de estudo, os produtores familiares apresentam condições que elevam a sua vulnerabilidade social. Com respeito à escolaridade, 45,2% deles não sabem ler e nem escrever e apenas 9,8% concluíram o ensino médio (Brasil, 2026a). O acesso à educação formal possibilita o desenvolvimento de habilidades que tentem a diminuir as privações e a ampliar o aproveitamento de oportunidades que irão garantir a sobrevivência, a diversificação de estratégias e propiciar a liberdade de escolher alternativas, visando a melhoria das suas condições de bem-estar (Toigo; Conterato, 2017).

Considerando o agravamento da crise climática, é esperado que os agricultores familiares do semiárido brasileiro estejam expostos a intensificação da escassez hídrica e a má distribuição de chuvas, tornando-os ainda mais vulneráveis (Lemos; Santiago, 2021). Por isso, a implementação de estratégias de adaptação climática no campo são fundamentais para a proteção social das famílias. A adoção de tecnologias para armazenamento da água (açudes, barragens subterrâneas, meia-lua e de pedra), de irrigação orientada (irrigação por barreiros de salvação), a utilização de cultivares mais resistentes ao estresse hídrico são fundamentais. Além disso, experiências em sistemas agroflorestais têm demonstrado o maior armazenamento da água no solo, resultando em uma menor vulnerabilidade da produção à irregularidade das chuvas, como demonstrado por Moraes (2022). A consolidação de políticas de públicas que visam a proteção econômica das famílias do campo e a ampliação da estrutura de oportunidades é uma condição básica para o desenvolvimento rural.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No semiárido do Brasil, os episódios periódicos de secas deixaram rastros na história de vida das populações. Por isso, a chuva é um símbolo de esperança para os agricultores. A regularidade do período chuvoso é fundamental para um bom desenvolvimento da agricultura, principalmente em sistemas mais vulneráveis, como o de sequeiro com o uso da força de trabalho de pequenos produtores.

Os resultados dessa pesquisa demonstram que as precipitações durante a série histórica têm sido irregulares, com precipitações frequentemente abaixo das médias e mal distribuídas ao longo do período chuvoso. A irregularidade das precipitações dentro de cada mês da quadra chuvosa é uma característica comum da região, independente da condição pluviométrica anual. Portanto, as condições climáticas potencialmente deflagradoras de perdas totais ou parciais das lavouras de sequeiro são permanentes. Os veranicos longos tendem a ocorrer nos anos mais secos.

As perdas das safras podem diminuir os ativos sociais, econômicos e até mesmo políticos, necessários ao pleno desenvolvimento dos sujeitos do campo. Nessa circunstância e levando em consideração a importância da agricultura para a economia municipal, a variabilidade das

precipitações pode modificar a dinâmica socioeconômica do município. Os efeitos gerados sobre os pequenos produtores rurais podem colocá-los em uma situação de vulnerabilidade ainda maior. Assim, é necessário executar práticas e incentivos que possam assegurar uma melhor adaptação à variabilidade climática.

As discussões expostas nesse trabalho não conseguem suprir todas as questões entre a dinâmica das chuvas e a organização produtiva do campo do semiárido brasileiro, portanto, sugere-se que as futuras pesquisas investiguem: os efeitos econômicos das perdas agrícolas nas condições de vida das comunidades rurais; A efetividade das políticas públicas implementadas destinadas aos impactos da secas na agricultura familiar; A avaliação de tecnologias de convivência já conhecidas, considerando viabilidade econômica e aceitação pelas comunidades rurais.

REFERÊNCIAS

BANCO MUNDIAL; UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA (UFSC). **Relatório de danos materiais e prejuízos decorrentes de desastres naturais no Brasil: 1995 – 2019**. Banco Mundial. Global Facility for Disaster Reduction and Recovery. Fundação de Amparo à Pesquisa e Extensão Universitária. Centro de Estudos e Pesquisas em Engenharia e Defesa Civil. Florianópolis: FAPEU, 2020.

BARRY, R. G.; CHORLEY, R. J. **Atmosfera, tempo e clima**. Tradução: Ronaldo Cataldo Costa. 9 ed. Porto Alegre, Bookman, 2013. 528p.

BERGAMASCHI, H.; DALMAGO, G. A.; BERGONCI, J. I.; BIANCHI, C. A. M.; MULLER, A. G.; COMIRAN, F.; HECKLER, B. M. M. Distribuição hídrica no período crítico do milho e produção de grãos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 9, p. 831-839, 2004.

BRASIL. **Lei nº 10.420, de 10 de abril de 2002**. Cria o Fundo Garantia-Safra e institui o Benefício Garantia-Safra [...]. Diário Oficial da União, Brasília, 2002. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/110420.htm. Acesso em: 23 mai. 2026.

BRASIL. **Resolução CONDEL/SUDENE nº 176, de 3 de janeiro de 2024**. Aprova Relatório Conclusivo elaborado pela Equipe Técnica do Comitê Provisório do Conselho Deliberativo da SUDENE [...]. Diário Oficial da União, Brasília, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/sudene/pt-br/aceso-a-informacao/legislacao/hierarquia/resolucoes-conselho-deliberativo/resolucao-condel-sudene-no-176-de-3-de-janeiro-de-2024>. Acesso em: 23 fev. 2025.

BRASIL. IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Banco de Dados de Informações Ambientais (BDIA)**. Rio de Janeiro, 2023. Disponível em: <https://bdiaweb.ibge.gov.br/>. Acesso em: 16 fev. 2023.

BRASIL. IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário 2017**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/deputado-irapuan-pinhoiro/panorama>. Acesso em: 23 fev. 2026a.

BRASIL. IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico 2022**. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-demografico/demografico-2010/inicial>. Acesso em: 23 fev. 2026b.

BRASIL. IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Panorama do Censo**. 2022. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/deputado-irapuan-pinhoiro/panorama>. Acesso em: 23 fev. 2026c.

BRASIL. IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produto Interno Bruto dos Municípios**. 2026. Disponível em <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/contas-nacionais/9088-produto-interno-bruto-dos-municipios.html?t=pib-por-municipio&c=2304269>. Acesso em: 23 fev. 2026d.

BRASIL. IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção Agrícola Municipal**. 2026. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>. Acesso em: 26 mai. 2026e.

CEARÁ. FUNCEME - FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS. **Postos Pluviométricos**. Disponível em: http://www.funceme.br/?page_id=2694. Acesso em: 24 fev. 2026a.

CEARÁ. IPECE - INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ. **IPECEDATA**. 2026. Disponível em: <http://ipecedata.ipece.ce.gov.br/>. Acesso em: 23 fev. 2026b.

CEARÁ. SECRETARIA DO DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO. **Portal de Agricultura Familiar**. Disponível: <https://sistemas2.sda.ce.gov.br>. Acesso 25 mai. 2026.

COUTINHO, L. M. **Biomass Brasileiros**. São Paulo: Oficina de Textos, 2016. 160p.

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, 2005.

HARZALLAH, A.; ARAGÃO, J. O. R.; SADOURNY, R. Interannual rainfall variability in north-east Brazil: observation and model simulation. **International Journal of Climatology**. v. 16, p. 861-878, 1996.

KAYANO, M. T.; JONES, C.; DIAS, P. L. S. Variabilidade Intrassazonal. In: CAVALCANTI, I. F. A.; FERREIRA, N. J.; SILVA, M. G. A.; DIAS, M. A. F. S. (Orgs.). **Tempo e Clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

KENNY, M. L. Drought, clientalism, fatalism and fear in Northeast Brazil. **Ethics. Place and Environment**, v. 5, n. 2, p. 123-134, 2002.

KOVAČEVIĆ-MAJKIĆ, J.; PANIĆ, M.; MILJANOVIĆ, D.; MILETIĆ, R. Vulnerability to natural disasters in Serbia: spatial and temporal comparison. **Natural Hazards**, v. 72, p. 945–968, 2014.

LEMOS, J. J. S.; SANTIAGO, D. F. Instabilidade da agricultura familiar no Semiárido. **Revista de Política Agrícola**, v. 29, n. 1, p. 94-105, 2020.

- LIMA, P. V. P. S.; MENDES, C. M.; ROCHA, L. A.; OLIVEIRA, M. R. R. No rastro da vulnerabilidade às secas: uma análise da produção de grãos no semiárido brasileiro. **Revista Documento Monumento**, v. 19, n. 1, p. 183-196, 2016.
- MARENGO, J. A. Vulnerabilidade, impactos e adaptação à mudança do clima no semi-árido do Brasil. **Parcerias Estratégicas**, v. 13, n. 27, p. 149-176, 2008.
- MARENGO, J. A.; CUNHA, A. P.; ALVES, L. M. A seca de 2012-15 no semiárido do Nordeste do Brasil no contexto histórico. **Climanálise**, v. 3, n. 1, p. 1-6, 2016.
- MARTINS, E. S. P. R.; MAGALHÃES, A. R.; FONTENELE, D. A seca plurianual de 2010-2017 no Nordeste e seus impactos. **Parceria Estratégica**, v. 22, p. 17-70, 2017.
- MENDONÇA, F. A.; DIAS, M. A. **Meio Ambiente e Sustentabilidade**. Curitiba: Intersaberes, 2019. 296p.
- MENEZES, H. E. A.; BRITO, J. I. B.; LIMA, R. A. F. Veranico e a produção agrícola no Estado da Paraíba, Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 2, p. 181-186, 2010.
- MOLION, L. C. B.; BERNARDO, S. O. Uma revisão da dinâmica das chuvas no nordeste brasileiro. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 17, n. 1, p. 1-10, 2002.
- MONTEIRO, J. B.; ZANELLA, M. E.; PINHEIRO, D. R. C. A contribuição da técnica dos quantis na identificação de extremos de chuva e de uma metodologia para detectar situações de desastre natural no semiárido cearense. **Revista Geografias**, v. 17, n. 2, p. 1-16, 2021.
- MORAIS, A. B. **Cronossequência em sistema agroflorestal: impacto nos teores de carbono, água e nutrientes do solo**. 2022. 53 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2022.
- OLÍMPIO, J. L. S. **Análise multicritério do risco de desastres naturais: um estudo sobre a seca na região Nordeste do Brasil**. 2017. 242 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.
- OLÍMPIO, J. L. S.; COSTA, M. C. L.; ZANELLA, M. E. Desastres naturais associados à dinâmica climática e à formação do território cearense. **Ateliê Geográfico**, v. 9, n. 3, p. 176-202, 2015.
- PESSOA, D. M. **Caráter e efeitos da seca nordestina de 1970**. Recife: Fundação Joaquim Nabuco, 2002. 66p.
- REIS, J. N. P. A insustentável distribuição da terra no semiárido brasileiro. **Caderno de Ciências Sociais Aplicadas**, v. 16, n. 27, p. 21-38, 2019.
- REPELLI, C. A.; SOUZA, E. B.; QUADRO, M. F. L.; ALVES, J. M. B.; SAKAMOTO, M. S. O episódio de chuvas intensas no Nordeste brasileiro no final de março/1997: influência da Oscilação 30-60 dias. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 13, n. 1, 1998.

- ROCHA, T. B. C.; VASCONCELOS-JR, F. C.; SILVEIRA, C. S.; MARTINS, E. S. P. R.; SILVA, R. F. V. Veranicos no Ceará e Aplicações para Agricultura de Sequeiro. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 35, p. 435-447, 2020.
- RODRIGUES, I. B.; SOUSA, J. A.; SALES, M. C. L. Impacto dos veranicos na produção de grãos na Macrorregião dos Inhamuns – Ceará. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 31, n. 18, p. 308-331, 2022.
- SANT’ANNA NETO, J. L. Da complexidade física do universo ao cotidiano da sociedade: mudança, variabilidade e ritmo climático. **Terra Livre**, n. 20, p. 51-64, 2003.
- SANT’ANNA NETO, J. L. Da climatologia geográfica à geografia do clima Gênese, paradigmas e aplicações do clima como fenômeno geográfico. **Revista da ANPEGE**, v. 4, n. 04, p. 51-72, 2008.
- SANT’ANNA NETO, J. L. Clima e organização do espaço. **Boletim de Geografia**, v. 16, n. 1, p. 119-132, 2011.
- SANTOS, R. S.; COSTA, L. C.; SEDIYAMA, G. C.; LEAL, B. G.; OLIVEIRA, R. A.; JUSTINO, F. B. Avaliação da relação seca/productividade agrícola em cenário de mudanças climáticas. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 26, n. 2, p. 313-321, 2011.
- SCHNEIDER, S.; NIEDERLE, P. A. Agricultura familiar e teoria social: a diversidade das formas familiares de produção na agricultura. In: BARRETO, A. G. O. P.; PRADO, A. C. A.; BARCELLOS, A. O. **Savanas: desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais**. Planaltina: Embrapa Cerrados, p. 989 - 1014, 2008.
- SILVA, L. M.; VITAL, T. V.; SILVA, B. L. Programa Garantia Safra: uma análise incremental no período de 2002 a 2020. **Grifos**, v. 32, n. 60, 2023.
- TOIGO, C. H.; CONTERATO, M. A. Pobreza, Vulnerabilidade e Desenvolvimento no Território Rural Zona Sul: o que aponta o Índice de Condição de Vida? **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 55, n. 2, p. 267-284, 2017.
- VASCONCELOS, A. M.; FEITOSA, F. A. C.; COLARES, J. Q. S. **Programa de recenseamento de fontes de abastecimento por água subterrânea no estado do Ceará: diagnóstico do município de Deputado Irapuan Pinheiro**. Fortaleza: CPRM, 1998. 16p.
- WINSEMIUS, H. C.; JONGMAN, B.; VELDAMP, T. I. E.; HALLEGATTE, S.; BANGALORE, M.; WARD, P. J. Disaster risk, **climate change, and poverty: assessing the global exposure of poor people to floods and droughts**. **Environment and Development Economics**, v. 23, p. 328-348, 2018.
- ZANELLA, M. E. Considerações sobre o clima e os recursos hídricos do semiárido nordestino. **Caderno Prudentino de Geografia**, v. 1, n. 36, p. 126-142, 2014.