INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO GRANDE DO NORTE

JOCLEIDE DA SILVA VIEIRA

ANÁLISE DA PLUVIOMETRIA E DO REBANHO BOVINO LEITEIRO EM SÃO RAFAEL-RN (2011–2020)

IPANGUAÇU

2025

ANÁLISE DA PLUVIOMETRIA E DO REBANHO BOVINO LEITEIRO EM SÃO RAFAEL-RN (2011–2020)

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Superior de Tecnologia em Agroecologia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, em cumprimento às exigências legais como requisito parcial à obtenção do título de Tecnóloga em Agroecologia.

Orientador: Dr. Bernardo Bezerra de Araújo Junior

IPANGUAÇU

2025

V658a Vieira, Jocleide da Silva.
Análise da pluviometria e do rebanho bovino leiteiro em São Rafael-RN (2011-2020)/ Jocleide da Silva Vieira. – 2025.

25 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Agroecologia) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Ipanguaçu, 2025.
Orientador: Prof. Dr. Bernardo Bezerra de Araújo Junior.

1. Semiárido. 2. Pecuária leiteira. 3. Variabilidade climática. 4. Pluviometria. 5. São Rafael-RN. I. Araújo Junior, Bernardo Bezerra de. II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte. III. Título.

CDU 631.15:551.5

Sistema Integrado de Bibliotecas
Elaborada pela bibliotecária
Taíze Nascimento – CRB 15

ANÁLISE DA PLUVIOMETRIA E DO REBANHO BOVINO LEITEIRO EM SÃO RAFAEL-RN (2011–2020)

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Superior de Tecnologia em Agroecologia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, em cumprimento às exigências legais como requisito parcial à obtenção do título de Tecnóloga em Agroecologia.

Trabalho de Conclusão de Curso, aprovado em ___/___/_____ pela seguinte Banca Examinadora:

Bernardo Bezerra de Araújo Junior, Professor, Dr. – Orientador

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

---

Josué de Oliveira Moreira, Professor, Dr.

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

---

Erick Paiva de Argolo, Médico Veterinário, Dr.

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

Dedicatória

A Deus, pela força, sabedoria e saúde ao longo dessa jornada.

À minha família, pelo amor incondicional, apoio constante e por acreditarem em mim mesmo nos momentos em que duvidei de mim. Ao meu avô, exemplo de sabedoria, força e humildade. Sua trajetória e valores me inspiram todos os dias a seguir em frente com coragem e dignidade.

Às minhas irmãs, minha mãe a pai, por todo amor, incentivo e companheirismo ao longo dessa caminhada. Vocês são minha base, meu abrigo e minha motivação constante.

Aos meus amigos, pelo incentivo, pelas conversas, pelas risadas e por estarem ao meu lado em cada etapa desse processo.

E a todos que, de alguma forma, contribuíram para que este sonho se tornasse realidade.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me concedido forças e sabedoria para concluir esta etapa.Ao meu orientador Prof. Bernardo Bezerra de Araújo Júnior por sua dedicação, paciência e por todas as orientações ao longo deste trabalho. A Rafaela P. Santos também que contribuiu me apoiando no desenvolvimento desde trabalho.

À minha família, especialmente aos meus pais meus avós e minhas irmãs, por todo o apoio, amor e incentivo incondicional. Aos meus colegas e amigos, em especial a compartilharam comigo os desafios e conquistas desta caminhada.

Aos professores do curso de tecnológico em agroecologia por contribuírem com minha formação acadêmica e pessoal.

A todos que, de alguma forma, fizeram parte desta jornada, o meu muito obrigado!

Epígrafe

“A água, tal como o tempo, é um bem precioso, mas esgotável. Cuidar dos recursos hídricos é garantir o futuro das próximas gerações. ”
(BRASIL, 2006, p. 11)

RESUMO

Este estudo analisa os impactos da variabilidade pluviométrica sobre a pecuária leiteira no município de São Rafael-RN, entre 2011 e 2020. Utilizaram-se dados de precipitação diária de estações meteorológicas locais e informações oficiais sobre número de vacas ordenhadas e produção anual de leite. A média anual de precipitação foi de 706,8 mm, com maior concentração no primeiro semestre. Apenas 2012 foi classificado como muito seco, enquanto a maioria dos anos apresentou índices normais ou chuvosos. Houve aumento de 90,8% no número de vacas ordenhadas e de 49,6% na produção total de leite, mas redução de 21,6% na produtividade média por animal. Conclui-se que, embora haja variabilidade na distribuição das chuvas, a década foi considerada normal para São Rafael, favorecendo a expansão do rebanho e da produção total, ainda que sem ganhos proporcionais de produtividade individual.

Palavras-chave: semiárido; pecuária leiteira; variabilidade climática; pluviometria; São Rafael-RN.

ABSTRACT

This study analyzes the impacts of rainfall variability on dairy farming in the municipality of São Rafael, RN, Brazil, between 2011 and 2020. Daily precipitation data from local meteorological stations and official information on the number of milked cows and annual milk production were used. The annual average rainfall was 706.8 mm, with higher concentration in the first half of the year. Only 2012 was classified as very dry, while most years recorded normal or rainy conditions. There was an increase of 90.8% in the number of milked cows and 49.6% in total milk production, but a 21.6% decrease in average productivity per animal. It is concluded that, although there is variability in rainfall distribution, the decade was considered normal for São Rafael, favoring the expansion of the herd and total production, although without proportional gains in individual productivity.

Keywords: rainfall variability; dairy farming; semi-arid; Rio Grande do Norte.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Precipitação anual observada entre os anos de 2011 e 2020 e a média do período para a cidade de São Rafael-RN 21

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Precipitação média mensal, desvio padrão, erro padrão da média e coeficiente de variação (CV), para a cidade de São Rafael entre os anos de 2011 e 2020 ---------- 20

Tabela 2: Precipitação anual, número de vacas ordenhadas e produção de leite para a cidade de São Rafael entre os anos de 2011 e 2020. ---------- 21

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 13

2 OBJETIVO GERAL 14

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 14

3 REVISÃO DE LITERATURA 15

3.2 A IMPORTÂNCIA DA ANÁLISE DA PLUVIOMETRIA 16

3.3 O SEMIÁRIDO E OS DESAFIOS PARA A PRODUÇÃO 18

4 MATERIAL E MÉTODOS 20

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO 21

6 CONCLUSÃO 24

7 REFERÊNCIAS 25

1 INTRODUÇÃO

A análise pluviométrica constitui uma ferramenta essencial para a compreensão da dinâmica climática e sua influência sobre a disponibilidade hídrica, especialmente em regiões semiáridas, onde o regime de chuvas é irregular e a escassez de água representa um dos principais desafios para o desenvolvimento sustentável. O monitoramento e a interpretação de séries históricas de precipitação possibilitam a formulação de políticas públicas eficazes, o planejamento territorial e o gerenciamento racional dos recursos hídricos, elementos indispensáveis à mitigação dos impactos socioeconômicos decorrentes da variabilidade climática (LIMA; SILVA; MEDEIROS, 2019).

De acordo com a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA, 2020), o semiárido brasileiro apresenta baixa disponibilidade hídrica per capita, elevada taxa de evapotranspiração e má distribuição das chuvas, o que acentua a vulnerabilidade das populações locais frente aos eventos extremos, como secas prolongadas e inundações pontuais. Neste cenário, a análise pluviométrica assume relevância estratégica para a adaptação às mudanças climáticas, conforme apontado por Marengo et al. (2016), ao oferecer subsídios técnicos e científicos para a promoção da resiliência e da segurança hídrica.

No caso do semiárido potiguar, e mais especificamente do município de São Rafael – RN, situado a cerca de 200 km da capital, Natal, os impactos da variabilidade pluviométrica são ainda mais evidentes. A região se caracteriza por um clima do tipo BSh segundo a classificação de Köppen-Geiger, com temperaturas elevadas e precipitação média anual inferior a 800 mm (INMET, 2021). O padrão de chuvas intermitentes, concentradas em poucos meses do ano, combinado com longos períodos de estiagem, compromete o abastecimento hídrico, a agricultura de subsistência e a qualidade de vida da população rural.

Nesse contexto, a escolha do intervalo temporal de 2011 a 2020 para a presente análise se justifica pela ocorrência de eventos climáticos extremos, como a seca plurianual registrada entre 2012 e 2016 considerada uma das mais severas das últimas décadas no Nordeste brasileiro (IBGE, 2018) bem como por anos com precipitações acima da média, permitindo a observação de variações interanuais e padrões sazonais relevantes. A análise desse recorte contribui, portanto, para a identificação de tendências pluviométricas que podem subsidiar ações de planejamento e gestão dos recursos hídricos de forma mais precisa e proativa.

2 OBJETIVO GERAL

- Analisar os impactos da seca sobre a pecuária leiteira em São Rafael-RN, com base na variabilidade pluviométrica e na produção leiteira.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar a precipitação anual e sazonal.
- Classificar os anos conforme os índices pluviométricos.
- Analisar o número de vacas ordenhadas e a produção de leite

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 O CLIMA E A PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA

As mudanças climáticas já se consolidaram como uma realidade concreta que afeta não apenas a vida cotidiana das pessoas, mas também o equilíbrio dos recursos naturais e as diversas atividades econômicas. Trata-se de um dos problemas mais urgentes da atualidade, o que justifica sua crescente presença nas pautas da sociedade (CGEE, 2010).

> Os perigos relacionados à mudança do clima e a agropecuária afetam a vida das pessoas com impactos nos meios de subsistência, reduções nos rendimentos das colheitas, danos em infraestruturas, aumento dos preços ou indisponibilidade dos alimentos gerando insegurança alimentar
> (SOTTA, 2023, P.10)

Dentre os setores econômicos, a agropecuária se destaca por sua estreita ligação com o clima. Esse vínculo se dá tanto em relação aos impactos sofridos quanto à contribuição do setor para a intensificação das mudanças climáticas, uma vez que a agropecuária é uma das principais fontes de emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE) no Brasil (ALVES; JACOVINE; SOUZA, 2017). Além disso, a agricultura é uma atividade intrinsecamente dependente de fatores climáticos, o que a torna especialmente vulnerável às suas alterações. Mudanças na temperatura, no regime de chuvas e na frequência de eventos extremos influenciam diretamente a produtividade das culturas, o manejo agrícola e diversos aspectos sociais, econômicos e políticos (LIMA; ALVES, 2008).

Segundo o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), os impactos das mudanças climáticas sobre os sistemas naturais já são uma certeza científica, ocorrendo em todos os continentes e oceanos. Na agropecuária, essas alterações têm repercussões significativas, como a redução na produtividade, prejuízos econômicos, insegurança alimentar, danos à infraestrutura rural e aumento da vulnerabilidade social (SOTTA et al., 2023).

As evidências científicas indicam que os riscos associados ao clima afetam diretamente a subsistência das populações, comprometem os rendimentos agrícolas e provocam oscilações nos preços e na disponibilidade de alimentos. Diante desse cenário, a adaptação se torna uma necessidade estratégica para o setor agropecuário. Assad (2024) destaca que, para manter o crescimento da produção e da produtividade, é indispensável que o Brasil enfrente os desafios climáticos, promova a sustentabilidade e reduza as emissões de GEE.

O aumento da frequência e da intensidade de eventos climáticos extremos, como secas e enchentes, evidencia a urgência de políticas públicas voltadas à resiliência dos sistemas

agropecuários (MAPA, 2021). A intensidade dos impactos dependerá da capacidade do setor em implementar estratégias de adaptação, que promovam maior resiliência nas cadeias produtivas e maior capacidade de resposta frente às adversidades (SOTTA et al., 2023).

No contexto específico da região Nordeste do Brasil, a questão climática assume contornos ainda mais críticos, devido à recorrência histórica de secas. Essa realidade reforça a importância de compreender as interações entre as mudanças climáticas e a produção agropecuária regional, como forma de subsidiar ações mais eficazes e contextualizadas (PENHA; MIYAMOTO; MAIA, 2021).

3.2 A IMPORTÂNCIA DA ANÁLISE DA PLUVIOMETRIA

> A precipitação pluviométrica é uma das variáveis meteorológicas mais importantes para a sociedade, visto que influencia diretamenta nas atividades humanas, em que o seu excesso ou escassez ocasionam inúmeras adversidades. Assim, o seu monitoramennto se faz indispensável a fim de permitir a tomada de decisões necessárias à mitigação de secas, enchentes e demais fatores associados à sua flutuação hidroclimática
> (ANDRADE, 2019, P. 01)

A região Nordeste do Brasil é amplamente reconhecida por seu clima semiárido, caracterizado por longos períodos de estiagem e chuvas mal distribuídas ao longo do ano. A maioria da população dessa região depende da agricultura de sequeiro, o que torna a regularidade e a quantidade das chuvas elementos cruciais para o sucesso das lavouras (DA SILVA et al., 2011). Nesse contexto, as variabilidades espacial e temporal da precipitação pluvial se apresentam como fatores limitantes para a produção agrícola, comprometendo o desempenho das culturas em diversas localidades.

A análise do comportamento das chuvas é fundamental não apenas sob a ótica climática e hídrica, mas também pelas implicações econômicas, sociais e culturais que decorrem da escassez ou da irregularidade das precipitações (LUCENA et al., 2011; LOPES et al., 2019). A precipitação pluvial, por sua importância no ciclo hidrológico, tem sido objeto de diversos estudos científicos em diferentes partes do mundo, sobretudo devido à sua influência direta sobre a vida humana e os sistemas produtivos (DA SILVA et al., 2011).

A variação sazonal das chuvas exerce forte impacto nas condições ambientais, sendo o número de dias chuvosos um parâmetro frequentemente estudado por pesquisadores, pois influencia diretamente as decisões de plantio, colheita e irrigação (DA SILVA et al., 2011). Nesse sentido, entender os padrões de distribuição pluviométrica é essencial para orientar estratégias de manejo agrícola mais eficientes.

Estudos recentes também abordam a influência da variabilidade climática sobre a produtividade agrícola, sobretudo em comunidades de agricultores familiares, mais expostas às oscilações do clima. O semiárido brasileiro, por reunir altas vulnerabilidades socioambientais, destaca-se como uma das regiões mais suscetíveis aos impactos das mudanças climáticas (RAY et al., 2015; HERRERA et al., 2018; BARBOSA; LAKSHMI KUMAR, 2016; GORI MAIA et al., 2018; LOPES et al., 2019).

Alterações nos índices pluviométricos têm afetado diretamente os sistemas agrícolas. A interanualidade das chuvas, ou seja, suas variações de um ano para o outro, pode acarretar perdas significativas na produção de alimentos, especialmente em regiões agrícolas estratégicas como a Bahia e o Tocantins (OLIVEIRA; BÜHLER, 2016; LOPES et al., 2019). Entre os setores mais vulneráveis a essas mudanças, a agricultura se destaca, uma vez que depende diretamente da disponibilidade de água para o desenvolvimento das culturas (LOPES et al., 2016).

Nos estados da Bahia e Tocantins, importantes áreas de expansão agrícola do país, estudos mostram que as flutuações nos índices pluviométricos estão associadas à redução da produtividade, à degradação dos recursos naturais e ao comprometimento do uso eficiente da terra (OLIVEIRA; BÜHLER, 2016). Além disso, essas mudanças podem gerar uma série de desdobramentos sociais e econômicos, como o êxodo rural, a diminuição da capacidade de investimento nas propriedades e o enfraquecimento das redes de comercialização locais (GOMES et al., 2020).

As alterações nos índices pluviométricos impactam profundamente a agricultura, sendo esta uma das atividades mais vulneráveis às oscilações climáticas. Essa sensibilidade é ainda mais acentuada nas regiões semiáridas, como o Nordeste brasileiro, onde a agricultura de sequeiro predomina e a produção depende quase exclusivamente da regularidade das chuvas (DA SILVA et al., 2011). A variabilidade interanual da precipitação pode comprometer diretamente o desenvolvimento das culturas, acarretando perdas significativas na produção de alimentos, instabilidade na renda dos agricultores familiares e aumento da insegurança alimentar (LOPES et al., 2019).

Diante desse cenário, a análise detalhada da pluviometria torna-se essencial não apenas para o planejamento agrícola, mas também para a formulação de políticas públicas e estratégias de adaptação. O monitoramento contínuo da precipitação permite prever períodos de estiagem, orientar o calendário agrícola, racionalizar o uso da água e promover práticas agrícolas mais sustentáveis, como o uso de cultivares adaptadas, a adoção de sistemas agroecológicos e o incentivo à construção de reservatórios e tecnologias de captação de água da chuva (RAY et

al., 2015; HERRERA et al., 2018). Assim, compreender a dinâmica da chuva e sua relação com a produtividade agrícola é um passo fundamental para garantir a resiliência dos sistemas produtivos e a permanência da população no campo frente às mudanças climáticas

3.3 O SEMIÁRIDO E OS DESAFIOS PARA A PRODUÇÃO

Os agroecossistemas do semiárido brasileiro apresentam diversas limitações ao desenvolvimento produtivo, resultado das condições edafoclimáticas adversas e da ausência de tecnologias adaptadas à realidade local. Além desses aspectos naturais, destaca-se o alto índice de vulnerabilidade socioeconômica da região, marcado pela desigualdade na distribuição de terras e concentração de renda. A agricultura predominante no semiárido é do tipo tradicional de sequeiro, dependente da disponibilidade hídrica natural, o que torna a produção altamente suscetível a períodos de estiagem e anos com baixa precipitação pluvial. Ademais, práticas insustentáveis de manejo dos recursos naturais da Caatinga vêm contribuindo para sua degradação e ampliação das áreas susceptíveis à desertificação (BARROS, 2016).

Dessa forma, observa-se que as limitações impostas pelas características naturais da região são agravadas pela falta de políticas públicas e de investimentos que favoreçam a adoção de práticas mais resilientes e sustentáveis. Essa combinação de fatores ambientais e estruturais evidencia a necessidade de estratégias integradas que considerem tanto a adaptação produtiva quanto a preservação dos recursos naturais, garantindo a sustentabilidade dos agroecossistemas e a segurança alimentar das populações locais.

O sistema agrícola do semiárido enfrenta ainda dificuldades relacionadas ao acesso limitado à água e à utilização de sistemas de captação ineficientes. A diversidade climática, as condições naturais do solo e a carência de tecnologias apropriadas são apontadas como os principais entraves para a produção agrícola na região (BARROS, 2016).

Entretanto, a agricultura irrigada tem contribuído para o fortalecimento socioeconômico da Caatinga, por meio da diversificação das práticas agrícolas, desenvolvimento da agroindústria e expansão das exportações. Essa evolução foi possível graças à implementação de modernos sistemas de transporte de água, como aqueles derivados do rio São Francisco e reservatórios locais, além da adoção de tecnologias avançadas e da inserção de empresas agrícolas, agroquímicas e agroindustriais na região. Essas transformações converteram áreas antes consideradas marginais em polos produtivos relevantes, especialmente na produção e exportação de frutas (BARBOSA et al., 2023).

O semiárido brasileiro corresponde a aproximadamente 74,3% da Região Nordeste e 11% da superfície total do país (PAES; MORAIS; LIMA, 2004). Apesar dos desafios, a região possui significativo potencial produtivo, especialmente no âmbito da agricultura familiar, que

contribui para o mercado interno e gera renda para comunidades tradicionais, associações e pequenos agricultores autônomos (NUNES, 2024).

Historicamente, os agricultores familiares no Brasil enfrentam pouca assistência estatal para o desenvolvimento de suas atividades produtivas, desde o acesso à terra até a comercialização dos produtos. Essa carência afeta diretamente a produtividade e a sustentabilidade econômica desses produtores. O enfrentamento dessas dificuldades passa pela implementação de políticas públicas eficazes, que promovam o acesso a insumos, infraestrutura, assistência técnica e comercialização, além do fortalecimento das potencialidades locais (NUNES, 2024).

A agricultura familiar desempenha papel estratégico no desenvolvimento socioeconômico brasileiro, correspondendo a cerca de 4,4 milhões de unidades produtivas, ou aproximadamente 84% dos estabelecimentos rurais no país. Essas unidades são responsáveis por cerca de 70% dos alimentos que compõem a cesta básica da população brasileira, demonstrando sua importância para a segurança alimentar nacional (SEAD , 2020).

4 MATERIAL E MÉTODOS

Os dados da pluviometria diária entre os anos de 2011 e 2020 foram obtidos a partir de três estações meteorológicas situadas na cidade de São Rafael, cujos dados estão disponíveis no site da Emparn (2025). A partir dos dados de precipitação diária observados no período, foram calculadas as médias para cada mês do ano e a média pluviométrica anual. A média aritmética é a medida de posição mais utilizada na experimentação, sendo definida como a soma de todas as observações, dividida pelo número delas (BANZATTO; KRONKA, 2006).

A estimativa da média foi obtida por meio da Equação 1. Também foram calculadas as medidas de dispersão desvio padrão (s), erro padrão da média [s(m)] e o coeficiente de variação (CV). O desvio padrão (Equação 2) é obtido pela raiz quadrada da variância (s^2), e seu cálculo permite estimar a variação não controlada, ou seja, a variação do acaso (PIMENTEL-GOMES, 2009). O coeficiente de variação (Equação 3) relaciona o desvio padrão em percentagem da média (BANZATTO; KRONKA, 2006). O erro padrão da média (Equação 4), representado por s(m), dá uma ideia da precisão com que foi estimada a média da amostra, em que "n" é o número de dados com que foi calculada a média da amostra (BANZATTO; KRONKA, 2006).

$$\hat{m} = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{n} \quad (1)$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} x_i^2 - \frac{(\sum_{i=1}^{n} x)^2}{n}}{n-1}} \quad (2)$$

$$cv = \frac{100s}{\hat{m}} \quad (3)$$

$$s(\hat{m}) = \frac{s}{\sqrt{n}} \quad (4)$$

De acordo com o total pluviométrico anual, os anos foram classificadas, conforme a Emparn (2021), em muito secos (<375 mm), secos (375 mm < 527 mm), normais (527 mm < 803 mm), chuvosos (803 mm < 1002 mm) e muito chuvosos (>1002 mm).

Para a análise dos rebanhos de vacas ordenhadas e da produção leiteira na cidade, foram obtidos os dados para essas variáveis disponíveis no site do IBGE (2025). Foram analisados os dados de animais sob ordenha e também a produção anual de leite entre os anos de 2011 e 2020.

A partir dos dados de pluviometria e de produção avaliados, foram elaborados gráficos com as precipitações médias do período estudado utilizando o software Excel, do pacote office 365, e ainda realizada a análise estatística básica utilizando o software STATISTICA, versão 7.0.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A precipitação média anual observada na cidade de São Rafael na década estudada foi de 706,8 mm (Tabela 1), com erro padrão da média de ± 87,3 mm, sendo esse período considerado como de precipitação média normal (375 mm < 527 mm).

Tabela 1: Precipitação média mensal, desvio padrão, erro padrão da média e coeficiente de variação (CV), para a cidade de São Rafael entre os anos de 2011 e 2020.

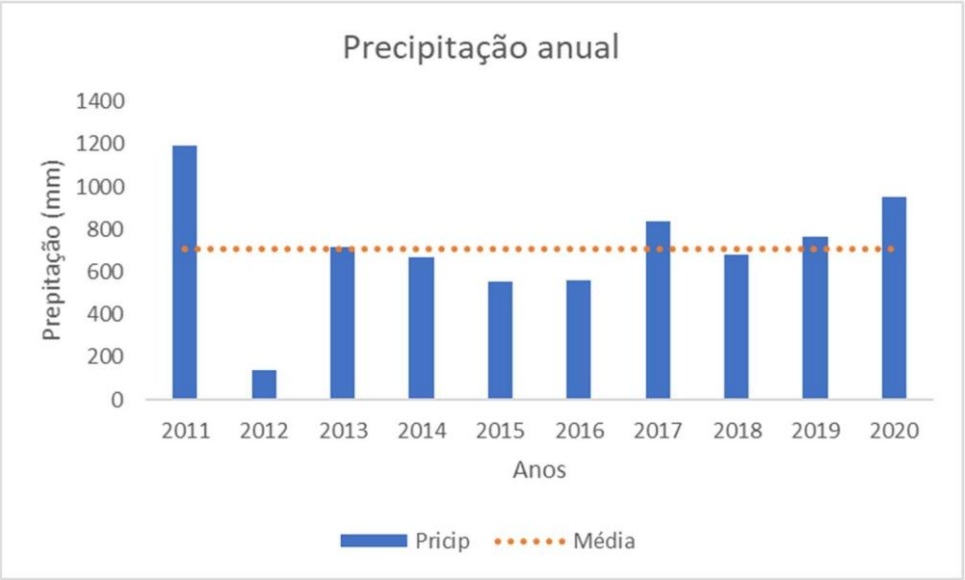
Meses	Precipitação média (mm)	Precipitação %	Precipitação acumulada %	Desvio padrão	Erro padrão da média	CV (%)
JAN	75,9	10,74	10,74	68,36	21,62	90,04
FEV	117,8	16,66	27,40	49,46	15,64	42,00
MAR	173,2	24,50	51,90	124,27	39,30	71,76
ABR	171,1	24,21	76,11	91,98	29,09	53,76
MAI	73,9	10,45	86,56	61,29	19,38	82,97
JUN	34,7	4,92	91,47	30,60	9,68	88,09
JUL	32,6	4,62	96,09	34,40	10,88	105,47
AGO	0,6	0,09	96,18	1,67	0,53	265,19
SET	0,3	0,05	96,22	1,08	0,34	316,23
OUT	8,6	1,22	97,44	17,61	5,57	205,04
NOV	9,7	1,37	98,80	18,63	5,89	193,07
DEZ	8,5	1,20	100,00	8,69	2,75	102,83
ANUAL	706,81	100,0	-	276,05	87,29	39,06

Avaliando o comportamento das chuvas durante o ano, observa-se concentração do período chuvoso no primeiro semestre, sendo os meses de março e abril os mais chuvosos, concentrando, juntos, 48,7% de toda a precipitação média observada no ano. O segundo semestre do ano tende a ser seco, com volume de chuvas observadas no período correspondendo a menos de 10% do volume observado no ano. Com base nisso, toda atividade agropecuária que depender das chuvas, deve ser planejada de forma que essa produção se concentre no primeiro semestre do ano, e que o excedente da produção consiga atender a demanda do ano inteiro. Uma outra alternativa é o produtor disponibilizar de um sistema de irrigação que possa suprir a demanda hídrica para produção de forragem no segundo semestre.

Esse período estudado concentrou uma das maiores secas já observadas na região Nordeste do Brasil (MARENGO; TORRES; ALVES, 2017), contudo, com base nos dados de pluviometria observados para a cidade de São Rafael, apenas o ano de 2012 foi considerado muito seco (precipitação anual < 375 mm). A maior parte do período foi composta por anos com pluviometria anual tida como normal, correspondendo a 60% do período estudado, e o

restante dos anos foram considerados chuvosos ou muito chuvosos, correspondendo a 30% do período.

Figura 1: Precipitação anual observada entre os anos de 2011 e 2020 e a média do período para a cidade de São Rafael-RN.



Os dados de precipitação anual e de número de vacas ordenhadas e a quantidade de leite produzida por ano estão disponíveis na Tabela 2. Foi observado um aumento de 49,6% entre 2011 e 2020 no número de vacas ordenhadas por ano, e também um aumento de 90% na quantidade de leite produzida em 2020 em relação a 2011. Contudo, foi observada redução de 21% na quantidade de leite produzida por animal por mês.

Tabela 2: Precipitação anual, número de vacas ordenhadas e produção de leite para a cidade de São Rafael entre os anos de 2011 e 2020.

Anos	Precipitação (mm)	Classificação	Vacas ordenhadas	Produção de leite anual (1.000 litros)	Média mensal por vaca (litros)
2011	1194,0	Muito chuvoso	880	707	67,0
2012	139,7	Muito Seco	796	621	65,0
2013	714,1	Normal	729	525	60,0
2014	667,9	Normal	854	592	57,8
2015	554,2	Normal	922	639	57,8
2016	560,9	Normal	845	586	57,8
2017	840,1	Chuvoso	862	598	57,8
2018	683,2	Normal	730	506	57,8
2019	764,1	Normal	1967	845	35,8
2020	949,9	Chuvoso	1679	1058	52,5
Variação	-		90,8%	49,6%	-21,6

Mesmo sendo observado aumento no número de animais e, consequentemente, na quantidade de leite produzida, não foi observado aumento na quantidade de leite produzida por animais. Com isso, percebe-se que o aumento na produção de leite não foi proporcional ao aumento no número de animais, o que pode ser devido ao uso de animais de genética não favorável para essa característica.

Na região estudada, destacam-se algumas raças bovinas que apresentam elevada adaptabilidade às condições climáticas e ao sistema de produção predominante. Entre elas, o Guzerá e o Gir merecem atenção especial, por possuírem rusticidade, resistência a parasitas e boa capacidade de produção de leite mesmo em ambientes com disponibilidade hídrica e forrageira limitada. Além dessas, o Girolando, resultado do cruzamento entre o Gir e o Holandês, vem ganhando destaque por combinar a rusticidade das raças zebuínas com o alto potencial leiteiro de raças taurinas, adaptando-se bem tanto a sistemas semi-intensivos quanto intensivos presentes na região.

No que se refere à alimentação do rebanho, observa-se que a base da dieta é composta por forragens adaptadas ao clima semiárido, como a Palma Forrageira (*Opuntia cochenillifera*.), que se destaca pelo elevado teor de água e energia, sendo fundamental nos períodos de estiagem. Outras forrageiras de importância local incluem o capim-elefante (*Cenchrus purpureus*), o capim-buffel (*Cenchrus ciliaris*) e a leucena (*Leucaena leucocephala*), utilizada como fonte de proteína. Além disso, complementos como o milho, o farelo de soja e os minerais são empregados para suprir deficiências nutricionais e otimizar o desempenho produtivo e reprodutivo dos animais, especialmente em propriedades voltadas à produção de leite para comercialização.

6 CONCLUSÃO

A análise pluviométrica referente ao período de 2011 a 2020 evidenciou que, embora haja variabilidade natural na distribuição das chuvas, a década estudada para o município de São Rafael-RN foi caracterizada por condições anuais consideradas normais de precipitação, mesmo quando comparada a outras regiões do semiárido que enfrentaram períodos de seca mais acentuada. Esse cenário climático estável favoreceu de forma significativa o desempenho da pecuária leiteira local, possibilitando um expressivo aumento de aproximadamente 90,8% no número de vacas ordenhadas e de 49,6% na produção anual de leite e ainda se verificou uma redução de 21,6% na média de produção por animal o que indica que o crescimento do rebanho e da produção total não foi acompanhado de ganhos proporcionais na produtividade individual.

7 REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2020: informe anual. Brasília: ANA, 2020.

ALVES, B. M.; JACOVINE, L. A. G.; SOUZA, G. As mudanças climáticas e a produção agropecuária: percepção dos produtores rurais da região da Zona da Mata Mineira, Brasil. Revista Espacios, v. 38, n. 18, 2017.

ANDRADE, Gleyce Nair de. Análise pluviométrica através de ferramentas estatísticas e do índice de anomalias de chuva referentes a Caruaru - PE. 2019. Disponível em: (https://editorarealize.com.br/index.php/artigo/visualizar/63195). Acesso em: 1 ago. 2025.

ASSAD, E. D.; ASSAD, M. L. R. C. L. Mudanças do clima e agropecuária: impactos, mitigação e adaptação. Desafios e oportunidades. Estudos Avançados, v. 38, p. 271-292, 2024.

BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação agrícola**. 4. ed. Jaboticabal: Funep, 2006.

BARBOSA, H. A.; LAKSHMI KUMAR, T. V. Spatiotemporal variability of rainfall over Northeastern Brazil. Journal of Geophysical Research: Atmospheres, v. 121, n. 8, p. 4390–4405, 2016.

BARROS, José Deomar de Souza et al. Agricultura no semiárido brasileiro: desafios e potencialidades na adoção de práticas agrícolas sustentáveis. Anais do I CONIDIS, Campina Grande, Realize Editora, 09 nov. 2016. Disponível em: <https://www.editorarealize.com.br/artigo/visualizar/23426>. Acesso em: 01 ago. 2025.

BORBA, Marcelo da Costa et al. A difusão de tecnologias no meio agrícola na Caatinga – a região de clima semiárido brasileiro. Interações, Campo Grande, v. 24, n. 1, p. 69–93, 2023. Disponível em: <https://interacoes.ucdb.br/interacoes/article/view/3767>. Acesso em: 01 ago. 2025.

CGEE – CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS. Mudanças climáticas: impactos, vulnerabilidades e adaptações. Brasília: CGEE, 2010.

DA SILVA, V. P. R. S.; PEREIRA, E. R. R.; ALMEIDA, R. S. R. et al. *Estudo da variabilidade anual e intra-anual da precipitação da região Nordeste do Brasil*. Revista Brasileira de Meteorologia, v. 27, n. 2, p. 163–172, 2019.

DA SILVA, Vicente P. R. et al. Análise da pluviometria e dias chuvosos na região Nordeste do Brasil. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 15, p. 131–138, 2019. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/kzrm8fbcvWpB3zqcJfY6G5F/.

DESAFIO DE PRODUÇÃO NO SEMIÁRIDO PARA PEQUENOS AGRICULTORES. Revista Eletrônica Multidisciplinar UNIFACEAR, v. 1, n. 10, p. 1–5, nov. 2024. Autor: Vitor Gomes Nunes. Disponível em: <https://revista.unifacear.edu.br/rem/article/view/502>. Acesso em: 01 ago. 2025.

GOMES, Rafaela dos Santos et al. Influência da variabilidade climática nos volumes dos reservatórios do Nordeste do Brasil. Dissertação (Mestrado em Ciências Climáticas) – UFRN, Natal, 2020

HERRERA, D. et al. Mapping the spatial variability of food security vulnerability in Brazil. Food Security, v. 10, p. 1367–1383, 2018.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Indicadores de Desenvolvimento Sustentável: Brasil 2018. Rio de Janeiro: IBGE, 2018.

IBGE. **Pesquisa da pecuária municipal**. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/ppm/tabelas>. Acesso em 11 jan 2024.
Laís

LIMA, M. A.; ALVES, F. M. Mudanças climáticas globais: um olhar sobre o setor agrícola. Revista de Política Agrícola, v. 17, n. 3, p. 48-58, 2018.

LOPES, I.; CARVALHO, A. A. de; MORAIS, J. E. F. de; SILVA, D. A.; LEAL, B. G. Pluviometria, balanço hídrico e produtividade agrícola para regiões da Bahia e Tocantins.

Revista Engenharia na Agricultura - REVENG, v. 27, n. 3, p. 257–271, 2019. DOI: 10.13083/reveng.v27i3.866. Disponível em: https://periodicos.ufv.br/reveng/article/view/866.

SECRETARIA ESPECIAL DA AGRICULTURA FAMILIAR E DO DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO (BRASIL). Plano Safra da Agricultura Familiar 2017–2020. Disponível em: http://www.mda.gov.br/.../Apresentação_Plano_Safra_2017-2020.pdf. Acesso em: 20 jul. 2025

LUCENA, D. S. et al. Balanço hídrico e sua influência na agricultura no semiárido. Revista Engenharia na Agricultura, v. 27, n. 3, p. 257–271, 2019.

MAPA – MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Plano setorial de adaptação e baixa emissão de carbono na agropecuária – Plano ABC+. Brasília: Mapa, 2021.

MARENGO, J. A.; TORRES, R. R.; ALVES, L. M. D. Drought in northeast Brazil – Past, present and future. **Theoretical and Applied Climatology**, v. 129, n. 3-4, p. 1189-1200, 2017.
PENHA, T. A. M.; MIYAMOTO, B. C. B.; MAIA, A. G. Mudanças climáticas e o impacto na produção agropecuária no Rio Grande do Norte. Revista de Estudos Sociais, v. 23, n. 47, p. 97-125, 2021.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 15. ed. Piracicaba: FEALQ, 2009.

RAY, D. K. et al. Climate variation explains a third of global crop yield variability. Nature Communications, v. 6, 5989, 2015. Disponível em: https://www.nature.com/articles/ncomms5989.

SOTTA, E. D. et al. Estratégia de adaptação à mudança do clima para a agropecuária brasileira. Brasília: Embrapa, 2023.