



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA – UFSC
CENTRO SÓCIO ECONÔMICO - CSE
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA E RELAÇÕES INTERNACIONAIS - CNM
CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS ECONÔMICAS

DEREK CHANDELER DE SOUZA

**TENDÊNCIAS DA PRODUTIVIDADE DE FRUTAS DIANTE DAS MUDANÇAS
CLIMÁTICAS: UM ESTUDO A PARTIR DA PRODUÇÃO MAÇÃ E BANANA EM
SANTA CATARINA**

Florianópolis, 2024

DEREK CHANDELER DE SOUZA

**TENDÊNCIAS DA PRODUTIVIDADE DE FRUTAS DIANTE DAS MUDANÇAS
CLIMÁTICAS: UM ESTUDO A PARTIR DA PRODUÇÃO MAÇÃ E BANANA EM
SANTA CATARINA**

Projeto de pesquisa submetido ao curso de Ciências Econômicas da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para obtenção do título de Bacharelado.

Orientador: Prof. Dr. Arlei Luiz Fachinello.

Florianópolis, 2024

Souza, Derek Chander de
TENDÊNCIAS DA PRODUTIVIDADE DE FRUTAS DIANTE DAS
MUDANÇAS CLIMÁTICAS: UM ESTUDO A PARTIR DA PRODUÇÃO MAÇÃ E
BANANA EM SANTA CATARINA / Derek Chander de Souza ;
orientador, Arlei Luis Fachinello, 2024.
48 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro
Socioeconômico, Graduação em Ciências Econômicas,
Florianópolis, 2024.

Inclui referências.

1. Ciências Econômicas. 2. Aquecimento global. 3.
Frutas. 4. Impacto na agricultura. 5. Maçã e Banana. I.
Fachinello, Arlei Luis. II. Universidade Federal de Santa
Catarina. Graduação em Ciências Econômicas. III. Título.

Derek Chandelero de Souza

TENDÊNCIAS DA PRODUTIVIDADE DE FRUTAS DIANTE DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS: UM ESTUDO A PARTIR DA PRODUÇÃO MAÇÃ E BANANA EM SANTA CATARINA

Local Florianópolis, 25 de Junho de 2024.

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do título de Bacharel e aprovado em sua forma final pelo Curso Ciências Econômicas.

Banca examinadora

Prof.(a) Lilian de Pellegrini Elias, Dr.(a)
Instituição UFSC

Prof.(a) Gilson Geraldino Silva Jr , Dr.(a)
Instituição UFSC

Certifico que esta é a **versão original e final** do Trabalho de Conclusão de Curso que foi julgado adequado para obtenção do título de Bacharel em Economia por mim e pelos demais membros da banca examinadora

Prof.(a) Arlei Luiz Fachinello, Dr.(a)
Orientador(a)

Florianópolis, 2024

RESUMO

O aumento das emissões de gases de efeito estufa tem gerado preocupações crescentes sobre as mudanças climáticas e seus impactos, especialmente na agricultura. Este estudo se propõe a investigar os efeitos das mudanças climáticas na produção de frutas em Santa Catarina, focando especificamente nas culturas de banana e maçã. Considerando a relevância econômica e nutricional das frutas, bem como a crescente demanda populacional, é crucial compreender como as mudanças climáticas estão afetando sua produtividade. A análise dos dados meteorológicos revela padrões climáticos distintos em diferentes municípios de Santa Catarina, fornecendo insights valiosos para os produtores. Embora as variações na temperatura média não tenham mostrado um impacto direto na produtividade até o momento, a tendência de queda no volume de chuva em certas regiões apresenta desafios significativos para a produção de banana. Apesar das adversidades climáticas, os dados sugerem uma adaptação eficaz dos produtores, com uma resposta ágil às demandas do mercado e investimentos em tecnologias de cultivo. No entanto, a qualidade dos frutos emerge como uma preocupação, exigindo estratégias adaptativas para garantir a competitividade no mercado. Este estudo ressalta a importância da monitorização contínua das condições climáticas e a implementação de práticas agrícolas sustentáveis para garantir a resiliência do setor frutícola de Santa Catarina diante das mudanças climáticas em curso. A adoção de tecnologias modernas e a busca por soluções inovadoras são essenciais para promover uma produção frutícola sustentável e garantir a segurança alimentar em face dos desafios climáticos futuros.

Palavras-chave: aquecimento global, frutas, banana, maçã.

ABSTRACT

The increase in greenhouse gas emissions has raised growing concerns about climate change and its impacts, especially in agriculture. This study aims to investigate the effects of climate change on fruit production in Santa Catarina, specifically focusing on banana and apple crops. Considering the economic and nutritional significance of fruits, as well as the growing population demand, it is crucial to understand how climate change is affecting their productivity. Analysis of meteorological data reveals distinct climate patterns in different municipalities of Santa Catarina, providing valuable insights for producers. Although variations in average temperature have not shown a direct impact on productivity so far, the downward trend in rainfall volume in certain regions poses significant challenges for banana production. Despite climatic adversities, data suggest effective adaptation by producers, with a responsive approach to market demands and investments in cultivation technologies. However, fruit quality emerges as a concern, requiring adaptive strategies to ensure competitiveness in the market. This study emphasizes the importance of continuous monitoring of climatic conditions and the implementation of sustainable agricultural practices to ensure the resilience of Santa Catarina's fruit sector amidst ongoing climate change. The adoption of modern technologies and the pursuit of innovative solutions are essential to promote sustainable fruit production and ensure food security in the face of future climate challenges.

Keywords: global warming, fruits, banana, apple

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	8
1.1 TEMA E PROBLEMA DE PESQUISA.....	8
1.2 OBJETIVOS.....	10
1.2.1 Objetivo Geral	10
1.2.2 Objetivos Específicos.....	10
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	11
2.1 MUDANÇAS CLIMÁTICAS E SEUS IMPACTOS NA PRODUÇÃO DE ALIMENTOS E CULTIVO DE FRUTA.....	11
3. O CASO DAS FRUTAS.....	23
4. MUDANÇAS CLIMÁTICAS E IMPACTOS SOBRE A PRODUTIVIDADE DE FRUTAS EM SC: O CASO DA MAÇÃ E BANANA.....	26
4.1 A CULTURA DA MAÇÃ E BANANA EM SANTA CATARINA.....	26
4.2 MUDANÇAS CLIMÁTICAS DE SANTA CATARINA.....	30
4.3 RENDIMENTO DAS COLHEITAS DE MAÇÃ E BANANA EM SC NAS ÚLTIMAS DÉCADAS.....	38
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	42
6. REFERÊNCIAS.....	45

1. INTRODUÇÃO

1.1 TEMA E PROBLEMA DE PESQUISA

Há evidências crescentes de que os gases de efeito estufa já começaram a aquecer o planeta (Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas). Se nada for feito para conter as emissões, o estoque de gases de efeito estufa deverá crescer substancialmente no próximo século, em grande parte pela queima de combustíveis fósseis, mas também pela mudança no uso da terra. Este por sua vez, fará com que os climas futuros aqueçam e provavelmente causarão mudanças nos padrões históricos de precipitações (IPCC, 2007). Embora existam muitos impactos esperados da mudança do clima global, espera-se que um dos maiores impactos seja na agricultura (NORDHAUS, 1991; PEARCE, 1996; CLINE, 2007) *apud* (MENDELSON, 2009).

O clima é o principal determinante da produtividade agrícola. Dado o papel fundamental da agricultura no bem-estar humano, tem sido expressa preocupação por agências federais e outros com relação aos efeitos potenciais das mudanças climáticas na produtividade agrícola. O interesse nesta questão motivou um corpo substancial de pesquisa sobre mudanças climáticas e agricultura na última década (M. ADAMS, Richard et al., 1998).

Espera-se que a mudança climática influencie as colheitas e produção pecuária, balanços hidrológicos, suprimentos de insumos e outros componentes dos sistemas agrícolas. No entanto, a natureza desses efeitos biofísicos e as respostas humanas a eles são complexas e incertas. Por exemplo, a produção agrícola e pecuária é diretamente afetada por mudanças nos fatores climáticos, como temperatura e precipitação, e pela frequência e gravidade de eventos extremos, como secas, inundações e tempestades de vento. Além disso, o dióxido de carbono é fundamental para a produção vegetal; concentrações crescentes têm o potencial de aumentar a produtividade dos ecossistemas agropecuários. A mudança climática também pode alterar os tipos, frequências e intensidades de várias pragas agrícolas e pecuárias; a disponibilidade e tempo de abastecimento de água para irrigação; e a gravidade da erosão do solo M. ADAMS, Richard et al., 1998).

Segundo a ONU (2022) o mundo vem observando um aumento populacional em grande escala, devendo atingir uma população na casa de 8,5 bilhões de pessoas em 2030. Esse dado aumenta a preocupação com os problemas relacionados com a falta de alimentos para atender a demanda crescente, principalmente aqueles que compõem uma alimentação com bom teor nutricional. Juntamente ao crescimento da população, há uma constante disputa por terra para

plantio e espaços para preservação ambiental, além de viver um período com fortes mudanças climáticas que afetam diversos tipos de plantações, tal como as frutas, objeto de estudo desta monografia.

A Cúpula Mundial da Alimentação de 1996 definiu a segurança alimentar como “quando todas as pessoas, em todos os momentos, têm acesso físico e econômico a alimentos suficientes, seguros e nutritivos para atender às suas necessidades dietéticas e preferências alimentares para uma vida ativa e saudável” (Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO] 1996). Em resumo, a oferta de alimentos disponível não é suficiente para a segurança alimentar. A definição da FAO abrange quatro dimensões principais: alimentos, disponibilidade e acessibilidade, estabilidade do suprimento de alimentos, acesso aos alimentos e utilização dos alimentos (FAO 2006; 2008 *apud* LABORDE et al., 2016).

De acordo com Laborde et al., (2016, p.4). A prevalência de desnutrição no mundo caiu de 23% em 1991 para 13% em 2013, mesmo assim 870 milhões de pessoas ainda sofrem de desnutrição crônica e quase 2 bilhões de pessoas sofrem de consequências negativas para a saúde decorrentes de deficiências de micronutrientes. Frutas, vegetais e produtos de origem animal são ricos em micronutrientes, mas esses alimentos muitas vezes não estão disponíveis para os pobres. As dietas dos pobres nos países em desenvolvimento geralmente consistem em grandes quantidades de alimentos básicos (como milho, trigo e arroz), mas poucos alimentos ricos em micronutrientes (como frutas, vegetais e produtos animais e de peixe) (Harvest Plus 2012 *apud* LABORDE et al., 2016).

Este trabalho visa elucidar as dificuldades no aumento da produtividade de frutas em Santa Catarina diante das mudanças climáticas, mais especificamente banana e maçã. Santa Catarina tem grande importância na produção de frutas, sendo que o mercado de fruticultura catarinense movimenta mais de 13 mil produtores no Estado e utilizando mais de 55 mil hectares de terra para a atividade e com faturamento anual estimado em R\$1.6 bilhões (ABRAFRUTAS, 2022, p. 01). Destaca-se, também, que a ONU escolheu 2021 como o ano internacional das Frutas, Legumes e Verduras, no intuito de mostrar a importância desse grupo de alimento na nutrição das pessoas e atentar para o desperdício de alimentos (ONU 2021, p 01).

O intuito é demonstrar os impactos das mudanças climáticas na produção, além de verificar como novas tecnologias podem mudar esse cenário para o futuro. Foi elaborada uma pesquisa bibliográfica para discutir os diferentes pontos de vista sobre o tema, e também foram utilizados alguns dados e estatísticas para demonstrar evoluções gráficas da produtividade e das mudanças climáticas.

Para a realização desta pesquisa, optou-se pela pesquisa bibliográfica na busca de artigos e periódicos, no período de 2002 a 2022, na base de dados Scielo e Google acadêmico, Censo agropecuário 2017 e sites disponíveis na rede de internet, além de um conjunto de dados quantitativos provenientes de fontes do IBGE e também dados meteorológicos adquiridos do INMET e Open Weather . O período escolhido se deve ao fato da problemática estudada ser atual e o objetivo é entender as medidas necessárias para saná-la no futuro.

Esta pesquisa pode ser entendida como Interpretativa/Quantitativa pois visa relacionar as pesquisas bibliográficas realizadas para que seja apresentado as diferentes informações sobre o tema e conjuntamente utilizar dos dados obtidos durante as buscas para demonstrar de forma gráfica o que está sendo discutido. Realizou-se busca por meios dos termos “Produção agropecuária”, “Produção de Frutas em SC”, “Produção de Maçã”, “Produção de Banana”, presentes nos artigos encontrados sobre o tema. Visto que uma pesquisa realizada através de buscadores da rede de internet resulta em uma gama enorme de resultados, foram realizados critérios de exclusão para melhor refinamento da pesquisa e utilizado a leitura flutuante.

Para os dados de cunho quantitativo foram utilizados dados do relatório do censo agropecuário de 2017 em conjunto com dados do IBGE/Sidra, além de dados obtidos em fontes relacionadas ao tema, dessa forma se construiu gráficos que ajudam no entendimento dos impactos causados e o desempenho da produtividade.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Analisar a evolução da produtividade das frutas banana e maçã em Santa Catarina nas últimas décadas, buscando destacar como as mudanças climáticas estão influenciando os rendimentos dessas culturas.

1.2.2 Objetivos Específicos

- a) Revisar como as mudanças climáticas estão alterando a produção de alimentos no mundo, com foco na fruticultura.
- b) Identificar mudanças nas produtividades de banana e maçã em Santa Catarina na última década.
- c) Analisar os possíveis impactos futuros das mudanças climáticas na produtividade dessas frutas.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 MUDANÇAS CLIMÁTICAS E SEUS IMPACTOS NA PRODUÇÃO DE ALIMENTOS E CULTIVO DE FRUTAS

As temperaturas médias globais têm aumentado desde cerca de 1850, principalmente devido ao acúmulo de gases de efeito estufa na atmosfera. As principais causas são a queima de combustíveis fósseis (carvão, petróleo e gás) para atender à crescente demanda de energia, e a disseminação de agricultura para atender à crescente demanda por alimentos, muitas vezes acompanhada de desmatamento (FAO 2008). Todos os anos, cerca de 14% dos alimentos que produzimos são perdidos entre a colheita e o momento em que chegam às lojas. Além disso, varejistas e consumidores acabam desperdiçando outros 17%. A perda e o desperdício de alimentos também contribuem para a crise climática, representando até 10% das emissões globais de gases de efeito estufa (FAO 2022).

O processo de aquecimento global não mostra sinais de diminuição e espera-se que provoque mudanças de longo prazo nas condições climáticas. Estas mudanças terão sérios impactos nas quatro dimensões da segurança alimentar: disponibilidade, acessibilidade alimentar, utilização de alimentos e estabilidade do sistema alimentar. Os efeitos já estão sendo sentidos nos mercados globais de alimentos, e provavelmente serão particularmente expressivos em áreas rurais específicas, locais onde as colheitas falham e os rendimentos diminuem. Impactos serão sentidos tanto no meio rural quanto no urbano, onde as cadeias de abastecimento são interrompidas, os preços de mercado aumentam, os bens e meios de subsistência são perdidos, o poder de compra cai, a saúde humana é ameaçada e afetada (FAO 2008). Em nível global, o desempenho do sistema alimentar hoje depende mais do clima do que há 200 anos atrás; os possíveis impactos das mudanças climáticas na segurança alimentar tendem a ser vistos com maior preocupação em locais onde a agricultura de sequeiro ainda é a principal fonte de alimentos e renda. (FAO, 2008).

De acordo com a FAO(2008), os aumentos projetados nas temperaturas médias e na precipitação não se manifestarão por meio de mudanças graduais constantes, mas serão experimentados como aumento da frequência, duração e intensidade de períodos de calor e eventos de precipitação. Considerando que a ocorrência anual de dias quentes e as temperaturas máximas devem aumentar em todas as partes do globo, não se espera que o aumento global médio da precipitação seja distribuído uniformemente em todo o mundo. Em geral, projeta-se que as regiões úmidas se tornem mais úmidas e as regiões secas mais secas.

Tem havido muita pesquisa sobre os impactos que as mudanças climáticas podem ter na produção agrícola, especialmente nas culturas plantadas. Cerca de 50% da produção total de culturas provém de ecossistemas florestais e montanhosos, incluindo todas as culturas arbóreas, enquanto as culturas cultivadas em terras planas aráveis representam apenas 13% da produção global anual de culturas. A produção da agricultura de sequeiro e irrigada em ecossistemas de sequeiro representa aproximadamente 25%, e o arroz produzido em ecossistemas costeiros por cerca de 12% (MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT, 2005).

A avaliação dos impactos das mudanças climáticas na produção agrícola, no abastecimento de alimentos e nos meios de subsistência baseados na agricultura, deve levar em consideração as características do agroecossistema onde estão ocorrendo mudanças específicas induzidas pelo clima nos processos bioquímicos, a fim de determinar até que ponto essas mudanças serão positivas, negativas ou neutras em seus efeitos (FAO 2008).

O chamado “Fertilização de efeito estufa” produzirá efeitos benéficos locais onde níveis mais altos de CO₂ atmosférico estimulam o crescimento das plantas. Espera-se que isso ocorra principalmente em zonas temperadas, com rendimentos esperados para aumentar em 10 a 25% para culturas com menor taxa de eficiência fotossintética (culturas C₃), e de 0 a 10% para aquelas com maior taxa de eficiência fotossintética (culturas C₄), supondo que os níveis de CO₂ na atmosfera cheguem a 550 partes por milhão (IPCC, 2007c *apud* MENDELSON, Robert, 2009); no entanto, esses efeitos provavelmente não influenciarão as projeções da oferta mundial de alimentos (TUBIELLO et al., 2007 *apud* FAO 2008).

Os impactos do aumento da temperatura média serão experimentados de forma diferente, dependendo da localização (Leff, Ramankutty e Foley, 2004). Por exemplo, espera-se que o aquecimento moderado (aumentos de 1 a 3 °C na temperatura média) beneficie a produtividade de lavouras e pastagens em regiões temperadas, enquanto em regiões tropicais e sazonalmente secas é provável que tenha impactos negativos, principalmente nas culturas de cereais. Espera-se que um aquecimento de mais de 3 °C tenha efeitos negativos na produção em todas as regiões (IPCC, 2007c *apud* MENDELSON, 2009).

Para variáveis climáticas, como chuva, umidade do solo, temperatura e radiação, as culturas têm limites além dos quais o crescimento e o rendimento são comprometidos (Porter e Semenov, 2005). Por exemplo, a produção de cereais e árvores frutíferas pode ser prejudicada por alguns dias de temperaturas acima ou abaixo de um certo limite (Wheeler et al., 2000). Na onda de calor europeia de 2003, quando as temperaturas estavam 6 °C acima

das médias de longo prazo, o rendimento das colheitas caiu significativamente, como em 36% para o milho na Itália, e em 25% para frutas e 30% para forragem na França (IPCC, 2007c). O aumento da intensidade e frequência das tempestades, ciclos hidrológicos alterados e variação da precipitação também têm implicações de longo prazo na viabilidade dos agroecossistemas mundiais atuais e na futura disponibilidade de alimentos.

A agricultura é importante para a segurança alimentar de duas maneiras: produz os alimentos que as pessoas comem; e (talvez ainda mais importante) fornece a principal fonte de subsistência para 36% da força de trabalho total do mundo. Nos países densamente povoados da Ásia e do Pacífico, essa parcela varia de 40 a 50 por cento, e na África subsaariana, dois terços da população trabalhadora ainda vivem da agricultura (ILO, 2007).

A produção de frutas é uma atividade agrícola importante em todo o mundo, com uma ampla variedade de frutas sendo cultivadas em diferentes países e regiões. A produção agrícola e pecuária são diretamente afetadas por mudanças nos fatores climáticos, como temperatura, precipitação e a frequência e gravidade de eventos extremos como secas, inundações e tempestades de vento. Além disso, o dióxido de carbono é fundamental para a produção vegetal; concentrações crescentes têm o potencial para aumentar a produtividade dos agroecossistemas. A mudança climática também pode alterar os tipos, frequências e intensidades de várias culturas; a disponibilidade e tempo de irrigação; e a gravidade da erosão do solo (M. ADAMS et al., 1998).

Segundo Adams et al. (1998), os sistemas agrícolas são ecossistemas geridos. Assim, a resposta humana é fundamental para entender e estimar os efeitos das mudanças climáticas na produção e no abastecimento de alimentos. Os sistemas agrícolas também são dinâmicos; produtores e consumidores estão continuamente respondendo a mudanças na produção agrícola e pecuária, preços de alimentos, preços de insumos, disponibilidade de recursos e mudanças tecnológicas. A contabilização dessas adaptações e ajustes é difícil, mas necessária para medir com precisão os impactos das mudanças climáticas. A falha em levar em conta as adaptações humanas, seja na forma de mudanças de curto prazo nas práticas de consumo e produção ou mudanças tecnológicas de longo prazo, pode superestimar o dano potencial da mudança climática assim como subestimar seus benefícios potenciais.

Cenários plausíveis de mudança climática incluem maiores temperaturas, mudanças na precipitação e maiores concentrações atmosféricas de CO₂. Embora os aumentos de temperatura possam ter efeitos positivos e negativos sobre o rendimento das culturas, em geral, verificou-se que os aumentos de temperatura reduzem os rendimentos e a qualidade de muitas culturas, principalmente cereais, rações e grãos. Aumentos na precipitação (ou seja,

nível, tempo e variabilidade) pode beneficiar áreas semiáridas e outras áreas com escassez de água, aumentando a umidade do solo, mas pode agravar problemas em regiões com excesso de água, enquanto uma redução nas chuvas poderia ter o efeito oposto (CURE & ACOCK 1986, ADAMS et al. 1987 apud M. ADAMS, 1998).

Embora possivelmente ainda distantes, as mudanças climáticas também ocorrerão no Brasil e, talvez, com efeitos mais danosos pela vulnerabilidade histórica que o país apresenta a desastres naturais, como secas, enchentes e deslizamentos de encostas. Os modelos de previsão de mudanças climáticas do Centro de Distribuição de Dados do IPCC apresentam resultados bastante variáveis quanto ao comportamento da América do Sul. Contudo, todos preveem aumento de temperatura para todo o continente. Para a precipitação as projeções indicam aumento da precipitação em algumas regiões e diminuição em outras, podendo inclusive haver inversão em função da época do ano. Porém, os modelos para 2091-2100 ainda são divergentes em muitos pontos do Brasil, não permitindo estabelecer cenários confiáveis para alterações no ciclo hidrológico. Há também a previsão de maior frequência de fenômenos extremos que podem ser especialmente danosos para a agricultura (PELLEGRINO; ASSAD; MARIN, 2007, p. 139 - 162).

Essas mudanças afetam diretamente a agricultura e as áreas florestais brasileiras. Nobre (2005) e Nobre et al. (2005) apresentam resultados sobre o comportamento dos biomas brasileiros por meio da aplicação dos cenários do IPCC para 2091-2100 no Modelo de Vegetação Potencial do CPTEC-INPE, no qual se percebe, em maior ou menor grau, a desertificação do semi-árido nordestino e uma “savanização” da Amazônia, como se refere o autor. Embora a valoração dessas alterações seja impraticável, já se antevê uma perda significativa de biodiversidade pela dificuldade de adaptação desses biomas a mudanças climáticas da ordem de poucas décadas (MEDLYN & MCMURTRIE, 2005 apud PELLEGRINO).

Alguns estudos simulando os impactos sobre a agricultura por meio de modelos matemáticos foram apresentados por Siqueira et al. (2001) para o trigo, milho e soja, por Marengo (2001), Pinto et al. (2002) e Assad et al. (2004) para o café, e por Nobre et al. (2005) para o milho, feijão, arroz, soja e café. Estes autores apresentam ainda as perdas econômicas anuais provocadas pelo aumento de 1°C na temperatura, chegando a valores de 375 milhões de dólares para o café, somando os estados de Minas Gerais, Paraná e São Paulo, e 61 milhões de dólares para o milho em São Paulo. Além desses, outros estudos contemplam efeitos sobre pragas, doenças, solos e outros aspectos do sistema produtivo agrícola (PELLEGRINO, ASSAD, MARIN, 2007).

No início dos anos 90, o Ministério da Agricultura solicitou ao Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas (IPEA) do Ministério do Desenvolvimento, um estudo que pudesse identificar as principais causas das perdas na agricultura brasileira. Os números indicaram que 95% das perdas eram por seca ou excesso de chuva. A partir dessas indicações e fundamentado nos resultados da pesquisa agropecuária brasileira, foi implantado o Zoneamento Agrícola do Brasil, nome adotado pelos estudos de riscos climáticos que hoje orientam parte da liberação dos créditos agrícolas, responsáveis atualmente por 95 bilhões de dólares/ano, referentes ao PIB da agricultura brasileira. Na verdade, trata-se de indicações de datas de plantio, para vários tipos de solos, várias culturas em 21 estados do país, atingindo anualmente em torno de 5300 municípios. Essas indicações são baseadas nas análises de séries históricas de chuva e de temperatura, que variam entre um mínimo de 20 anos de dados diários até as séries mais longas com 100 anos (MORAES, GUEDES, 2009).

O que aconteceria com o atual zoneamento agrícola e conseqüentemente com a agricultura, havendo aumento de temperatura nos patamares indicados pelo IPCC (2001), com um mínimo de 1,4° C e um máximo de 5,8° C na temperatura média do globo em 100 anos?

A primeira consequência é o aumento nas taxas evapotranspirativas, promovendo maior consumo de água das plantas e, portanto, esvaziando o reservatório “solo” mais rapidamente. A segunda consequência seria a redução do ciclo das culturas, principalmente nas plantas C4, tornando-as mais eficientes em termos de assimilação e transformação energética, porém mais sensíveis à deficiência hídrica. A análise dos impactos do aumento da temperatura e da chuva na agricultura deve, então, ser feita no tempo e no espaço.

O potencial de absorção de gases de efeito estufa por comunidades agrícolas é grande e, no Brasil, esses sistemas têm escala, como por exemplo, as técnicas de plantio direto, reflorestamento e a integração pecuária lavoura. Somente o incentivo à adoção dessas práticas de maneira integrada, permitirá a absorção de 10,55 milhões de toneladas de carbono ao ano e um aumento da produção agrícola em pelo menos 50%, sem haver necessidade de expansão de área. Essas medidas devem ser incentivadas para minimizar, no curto e médio prazos, o aumento da concentração de gases de efeito estufa na atmosfera (MORAES, GUEDES, 2009, 2009).

Segundo estudos do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), as temperaturas médias do ar aumentarão entre 1,4 e 5,8° C até o final deste século, com base em técnicas de modelagem que incorporaram dados do comportamento dos oceanos e da atmosfera (IPCC, 2001). Os possíveis impactos deste estudo, no entanto, são incertos, uma vez que processos como troca de calor, carbono e radiação entre diferentes ecossistemas ainda

estão sob investigação. Estimativas menos drásticas prevêem taxas de aumento de temperatura de 0,088°C por década para este século (ASSAD et al., 2004). Outros pesquisadores preveem para um futuro próximo que o aumento da temperatura do ar poderia induzir a ocorrência mais frequente de secas extremas, inundações ou ondas de calor do que no passado (ASSAD et al., 2004).

Temperaturas mais altas podem aumentar a capacidade do ar de absorver vapor d'água e, conseqüentemente, gerar maior demanda de água. Índices de evapotranspiração mais altos podem diminuir ou esgotar o reservatório de água nos solos, criando estresse hídrico nas plantas durante as estações secas. Por exemplo, o estresse hídrico é uma grande preocupação na produção de frutas, porque as árvores não são irrigadas em muitas áreas de produção ao redor do mundo. Além do aumento da temperatura e seus efeitos associados, às mudanças climáticas também são conseqüência de alterações na composição dos constituintes gasosos da atmosfera. As concentrações de dióxido de carbono (CO₂) e ozônio (O₃) na atmosfera estão mudando durante a última década e estão afetando muitos aspectos da produção de frutas e hortaliças em todo o mundo (C. L. MORETTI et al., 2008).

A exposição a temperaturas elevadas pode causar alterações morfológicas, anatômicas, fisiológicas e, por fim, bioquímicas nos tecidos vegetais e, como conseqüência, pode afetar o crescimento e o desenvolvimento de diferentes órgãos vegetais. Esses eventos podem causar reduções drásticas no rendimento comercial. No entanto, ao entender as respostas fisiológicas dos tecidos vegetais às altas temperaturas, os mecanismos de tolerância ao calor e as possíveis estratégias para melhorar o rendimento, é possível prever as reações que ocorrerão nas diferentes etapas de produção, colheita e pós-colheita de frutas e hortaliças (MORETTI et al., 2008).

As estatísticas globais de produção de frutas estão disponíveis em relatórios e bancos de dados de organizações internacionais, como a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO), a Organização Mundial do Comércio (OMC) e a Conferência das Nações Unidas sobre Comércio e Desenvolvimento (UNCTAD).

Estudos econômicos empíricos da agricultura em países em desenvolvimento eram raros devido à ausência de dados adequados. Os dados econômicos existentes em muitos países simplesmente não eram confiáveis (LOTSCH, 2006 apud MENDELSON, 2009).

Os primeiros estudos econômicos sobre mudanças climáticas focaram no Brasil e na Índia precisamente porque esses dois países mantinham bons registros agrícolas (Mendelsohn & Dinar, 1999; Kumar & Parikh, 2001; Mendelsohn et al., 2001). Usando o método desenvolvido por Mendelsohn et al. (1994), esses estudos examinaram a receita líquida média

(Índia) e o valor da terra (Brasil) em cada distrito ou município, respectivamente. A receita líquida medida em rúpias por hectare por ano foi usada na Índia porque os valores da terra não estavam disponíveis lá. Em geral, os valores da terra são mais fáceis de analisar porque refletem a produtividade da terra a longo prazo. A receita líquida capta a produtividade anual e pode ser influenciada por diversos fatores peculiares a um determinado ano, como o clima. No estudo da Índia, apenas a receita líquida por hectare estava disponível e, portanto, foi usada como variável dependente. No Brasil, tanto a receita líquida quanto o valor da terra estavam disponíveis e ambos foram testados. No entanto, os dados de valor da terra levaram a resultados mais consistentes e significativos.

Os estudos no Brasil e na Índia revelaram que a agricultura em ambos os países seria sensível até mesmo a um aquecimento modesto. Mesmo aumentos marginais na temperatura resultam em reduções na receita líquida média e no valor da terra. As análises também revelaram, no entanto, que nem todas as fazendas nesses países seriam afetadas da mesma forma (MENDELSON, 2009, p.7).

A ausência de dados econômicos locais é uma grave limitação para a realização de estudos climáticos na maioria dos países em desenvolvimento. Uma maneira de superar essa limitação é coletar dados em fazendas individuais em uma ampla gama de zonas climáticas.

O primeiro conjunto de estudos de impacto com dados de fazendas individuais foi realizado na África. O GEF (Global Environment Facility) e o *World Bank* financiaram um estudo de 11 países africanos (Burkina Faso, Camarões, Egito, Etiópia, Gana, Quênia, Nigéria, Senegal, África do Sul, Zâmbia e Zimbábue). Um instrumento de pesquisa foi projetado e testado para a África. Equipes de cada país coletaram dados usando este instrumento em uma ampla gama de zonas climáticas africanas. Mais de 10.000 agricultores foram entrevistados sobre seus rendimentos de gado e colheitas, custos e escolhas agrícolas. Os dados econômicos foram combinados com dados climáticos de satélites e estações meteorológicas. Dados de solos foram coletados da FAO (2003), (MENDELSON, 2009, p.8).

Em muitos lugares da África, os mercados de terras não foram suficientemente formados para fornecer valores à terra. Três regressões são apresentadas na **figura 1**. A primeira regressão mostra a relação entre receitas líquidas e clima e solos para todas as fazendas. A segunda regressão considera apenas a agricultura de sequeiro. A terceira regressão considera apenas fazendas irrigadas. Todas as três regressões revelam que tanto a temperatura quanto a precipitação desempenham um papel na determinação da receita líquida por hectare. Todas as quatro estações são importantes e os impactos de cada estação são

diferentes. Os efeitos climáticos são não lineares. Os coeficientes climáticos não são os mesmos em cada regressão. O clima tem um impacto diferente em fazendas de sequeiro versus fazendas irrigadas. Outras variáveis importantes incluem o fluxo de água no distrito, o tamanho da fazenda, a elevação, a disponibilidade de eletricidade e vários tipos de solo. Para comparar os resultados entre os países, os valores da moeda local foram todos convertidos para USD usando as taxas de câmbio. Examinando o impacto marginal do aquecimento, **figura 2**, um aumento de um grau (C°) na temperatura reduziria a receita líquida média por hectare em -\$28 = (ou -6%). Olhando apenas para os agricultores de sequeiro, o efeito marginal da temperatura é de -\$27 (-8%). Finalmente, olhando para fazendas irrigadas, o efeito marginal da temperatura é de +\$35 (+3%). O aquecimento é prejudicial para a agricultura de sequeiro, mas na verdade é benéfico para as fazendas irrigadas. O efeito marginal de um aumento de 1 cm/mês na precipitação, é o aumento da receita líquida da fazenda em +\$33 (+7%) em média. As receitas líquidas em fazendas de sequeiro aumentam em +\$27 (+8%) e em fazendas irrigadas aumentam em +\$38 (+3%) (MENDELSON, 2009, p.9).

Figura 1 - Regressão africana da receita líquida de colheitas de todas as fazendas, fazendas de sequeiro e fazendas irrigadas com dummies regionais

Table 1. African regression of crop net revenue of all farms, rain-fed farms, and irrigated farms with regional dummies

Variable	All farms	Rain-fed	Irrigated
Winter temperature	-173.6**	-106.7	-93.5
Winter temperature squared	6.1**	3.9*	4.9
Spring temperature	115.1	-82.8	58.7
Spring temperature squared	-5.0**	-0.3	-4.1
Summer temperature	173.9**	198.6**	827.5**
Summer temperature squared	-1.9	-3.2*	-13.1*
Fall temperature	-98.1	-92.4	-824.2*
Fall temperature squared	1.1	1.5	15.3*
Winter precipitation	-2.9*	-1.9	5.8
Winter precipitation squared	0.0**	0.00	0.00
Spring precipitation	3.5*	3.6**	-10.6
Spring precipitation squared	-0.001	-0.011*	0.091*
Summer precipitation	3.4**	1.9*	21.4**
Summer precipitation squared	-0.012**	-0.005	-0.086**
Fall precipitation	-0.5	-0.6	-14.7**
Fall precipitation squared	0.0055*	0.0053*	0.0586**
Mean Flow	9.4**	-5.4	8.8**
Farm area	-0.1**	-0.3**	-0.0**
Farm area squared	0.0*	0.0**	0.0*
Elevation	0.035	-0.0009	0.229
Log(household size)	22.9	10.1	62.4
Irrigate(1/0)	237.5**		
Electricity (1/0)	66.6**	47.7**	233.2*
Eutric Gleysols— <i>Coarse, Undulating</i>	-631**	-287**	-540
Lithosols and Luvisols— <i>Hilly to Steep</i>	-387**	-156**	-1147**
Orthic Luvisols— <i>Medium, Hilly</i>	-2181**	-1959**	
Chromic Vertisols— <i>Fine, Undulating</i>	-1180**	-1006**	-1719**
Chromic Luvisols— <i>Medium to Fine, Undulating</i>	-295**	-241**	
Cambic Arenosols	1633**	1726**	
Luvic Arenosols	-482**	-188**	
Chromic Luvisols— <i>Medium, Steep</i>	-2153		-6157**
Dystric Nitosols	214		7051**
Gleyic Luvisols	-199**	-154**	
Rhodic Ferralsols— <i>Fine, Hilly to Steep</i>	1428**		3212
Calcic Yermosols— <i>Coarse to Medium, Undulating to Hilly</i>	1071**	148	
West Africa dummy	136**	208**	-285
North Africa dummy	457**		675*
East Africa dummy	-186**	-154**	-361
Heavy machinery dummy	51.8**	55.5**	-60.8
Animal power dummy	10.4	49.3**	-185.5**
Constant	-388	1081	-549
N	8459	7238	1221
R2	0.4	0.2	0.3
F	63.6	32.4	46.3

Notes: * Significant at 5% level; ** significant at 1% level. From Kurukulasuriya and Mendelsohn, 2008, Table 4.

Downloaded from http://scholarlypublishingcollective.org/psu/pj/nr/article-pdf/1/1/5/1512749/naturesepolirese_1_1_5.pdf by guest on 11 December 2022

Fonte: Kurukulasuriya; Mendelsohn, 2008, Table 4. *apud* MENDELSON, R. 2009, p.10.

Figura 2 - Impactos climáticos marginais na receita líquida das culturas africanas

Table 2. Marginal climate impacts on African crop net revenue

Annual	Africa regression	Irrigated regression	Rain-fed regression
Temperature (\$/ha/°C)	-28.5**	+35.0	-26.7**
Precipitation (\$/ha/mm/mo)	+32.8**	+38.2	27.0**

Notes: Marginal impacts evaluated at the mean climate of each sample from coefficients in Table 1; ** significant at 1% level.

Fonte: MENDELSON, R. The Impact of Climate Change on Agriculture in Developing Countries. 2009, p. 11.

De acordo com Adams et al. (1998), a mudança no rendimento líquido das culturas é determinada pelo equilíbrio entre os efeitos diretos negativos e positivos sobre o crescimento e desenvolvimento das plantas, e por efeitos indiretos que podem afetar a produção. Esses efeitos indiretos têm sido amplamente ignorados na avaliação dos efeitos das mudanças climáticas. Tais efeitos podem surgir de aumento das taxas de erosão e degradação do solo e aumento dos níveis de ozônio troposférico devido ao aumento das temperaturas (ADAMS, 1986), mudanças nas taxas de escoamento e recarga de águas subterrâneas, que afetam o abastecimento de água, e mudanças nos requisitos tecnológicos ou de capital, como armazenamento de águas superficiais e métodos de irrigação. Em geral, esses efeitos indiretos não são capturados nas avaliações existentes (as exceções são as mudanças no abastecimento de água).

Os efeitos das mudanças climáticas na produção agrícola variam de acordo com a região e a cultura. A **figura 3** resume as mudanças no rendimento das culturas estimadas em alguns estudos recentes nas Américas do Norte e do Sul. Todas as estimativas são derivadas de modelos de simulação biofísica, quase exclusivamente da família CERES de modelos de cultivo, para algumas regiões agrícolas importantes em países selecionados (ver RITCHIE et al. 1989 para uma descrição dos modelos CERES) (M. ADAMS et al., 1998, p.21).

Figura 3 - Gama de efeitos estimados das mudanças climáticas em colheitas selecionadas na América Latina e América do Norte

Table 1. Ranges of estimated climate change effects on selected crop yields in Latin and North America

Location of study site	Impact (crop: percent change in yield)	Climate change scenario	Source ^b
Latin America			
Argentina	Maize: -36 to -17%	GISS, GFDL, UKMO, Incremental ^a with and without CO ₂	Sala & Paruelo (1992, 1994) (as cited in IPCC 1996)
	Wheat: +3 to +48% Maize: -4 to -18% Sunflower: +14 to +23% Soybean: -3 to -8%	GISS, GFDL, UKMO with CO ₂	Magrin et al. (in press)
Brazil	Wheat: -50 to -15% Maize: -25 to -2% Soybean: -61 to -6%	GISS, GFDL, UKMO, Incremental ^a with CO ₂	de Siqueira et al. (1994), Siqueira (1992) (as cited in IPCC 1996)
Mexico	Maize: -61 to -6%	GISS, GFDL, UKMO, Incremental ^a with CO ₂	Liverman & O'Brien (1991, 1994) (as cited in IPCC 1996)
Uruguay	Barley: -40 to -30% Wheat: -30%	GISS, GFDL, UKMO, Incremental ^a with and without CO ₂	Baethgen (1992, 1994) (as cited in IPCC 1996)
	Barley: -10% for every 1°C increase and -6 to +8% with change in precipitation Maize: -15% for +2°C increase and -13 to +10% with change in precipitation	Incremental ^a	CNSCG (1997)
North America			
Canada (Alberta, Manitoba, Saskatchewan, Ontario)	Wheat: -40 to +234% (results varied widely by site and scenario)	GISS, GFDL, UKMO, Incremental ^a with CO ₂	Brklacich et al. (1994), Brklacich & Smit (1992) (as cited in IPCC 1996)
United States (average of total U.S. based on selected sites)	Wheat: -20 to -2% Maize: -30 to -15% Soybean: -40 to +15%	GISS, GFDL, UKMO with CO ₂	Rosenzweig et al. (1994), (as cited in IPCC 1996)

^aIncremental scenarios = +2 and +4°C, +20 and -20% precipitation
^bSource does not indicate whether or not the study accounts for the effects of CO₂ fertilization

(Fonte: M. ADAMS, Richard et al., 1998, < *Effects of global climate change on agriculture: an interpretative review* >, p.21)

A produção mundial de frutas tem apresentado um crescimento contínuo. No triênio 89/91 era de 420,0 milhões de toneladas, ultrapassou as 500,0 milhões de toneladas em 1996 e em 2017 colheu-se um volume de 865,2 milhões de toneladas. De 2008 a 2017 a área colhida teve um crescimento de 10,1% e a produção incremento de 20,3%. Quando se compara as colheitas de 2017 com 2016, esta foi superior em 0,7% em relação ao ano anterior, enquanto a área permaneceu praticamente a mesma. (ANDRADE, Fernando P., 2020)

De acordo com dados da FAO (2021) a China é o maior produtor mundial de frutas concentrando diversos cultivos tais como maçã, citros, melão, pera, uva, tangerina e melancia. A Índia é o segundo maior produtor com destaque para manga, mamão, banana e coco. O Brasil, apesar de ser responsável pela terceira maior produção mundial, detém um pequeno percentual do mercado global de frutas; em 2019, respondeu por apenas 2,4% do valor das

exportações mundiais, atrás dos Estados Unidos, Espanha, China, Chile, Tailândia, México, Itália, Turquia e Equador. Espanha, Guatemala e Honduras são os maiores exportadores mundiais de melão. O México, o Equador e o Peru são os maiores concorrentes do Brasil no mercado global de manga e o Chile, a Itália e os EUA concentram as exportações de uva. As importações mundiais são concentradas pelos países desenvolvidos, a exemplo dos Estados Unidos e dos países da União Europeia (VIDAL, 2021, p. 2).

Tabela 04 - Principais Países Produtores De Frutas – 2017

PAÍSES	ÁREA (ha)	PRODUÇÃO (t)	% ÁREA	% PROD
CHINA	16.130.216	264.737.189	24,7	30,6
INDIA	7.107.835	92.302.869	10,9	10,7
BRASIL	2.181.658	39.881.658	3,3	4,6
ESTADOS UNIDOS	1.162.416	26.506.375	1,8	3,1
TURQUIA	1.381.048	23.139.377	2,1	2,7
MEXICO	1.428.489	21.856.830	2,2	2,5
INDONESIA	780.442	19.518.523	1,2	2,3
ESPAÑA	1.571.052	18.389.131	2,4	2,1
IRÃ	1.239.813	17.386.045	1,9	2,0
FILIPINAS	1.582.752	16.579.779	2,4	1,9
DEMAIS 196 PAÍSES	30.612.617	324.912.967	47,0	37,6
TOTAL	65.178.338	865.210.743	100,0	100,0

Fonte: FAO; Elaboração: SEAB/DERAL.

3. O CASO DAS FRUTAS

Com a constante evolução da fruticultura no mundo, torna-se necessário acompanhar sua mudança, objetivando a alta eficiência produtiva e obtenção de lucro. Isto é esperado através de um planejamento bem elaborado de todas as ações a serem realizadas na área, bem como a utilização correta de novas tecnologias. O planejamento da área produtiva e o gerenciamento correto das formas de manejo ficam mais adequados e precisos com a adoção de tecnologias para coleta e organização de informações obtidas no campo, sendo a aplicação da Agricultura de Precisão (AP) uma ferramenta de extrema importância, para o auxílio à tomada de decisão e planejamento dos locais de produção agrícola (FARIAS, 2002).

Devido a mudanças nos mercados, ambientes, desenvolvimentos econômicos, nutrição e preferências humanas, a situação da fruta está evoluindo e isso estabelece vários desafios para o futuro. Esses incluem:

Mudança climática: A mudança e a variabilidade do clima são um fator importante para todas as culturas. Isso tem implicações na irrigação (quantidade e qualidade da água), estresse térmico e falta de horas de frio, aumento dos custos de insumos, grandes perdas de safras devido a eventos climáticos severos, aumento dos riscos de incursões de doenças exóticas e mudanças na distribuição de pragas e doenças. O aumento do comércio global é tanto uma ameaça quanto uma oportunidade. A necessidade de competitividade internacional é um fator importante para as indústrias afetadas. Ao mesmo tempo, o aumento das importações aumenta o risco de biossegurança de pragas exóticas e incursões de doenças (RETAMALES, 2011).

Mão de obra: Questões relacionadas à mão de obra (disponibilidade, produtividade e custo) têm grande impacto na indústria frutífera, principalmente naquelas que enfrentam o desafio de serem competitivas globalmente. A indústria de frutas é intensiva em mão de obra. A mecanização para substituir a mão de obra e as máquinas ou técnicas para tornar a mão de obra existente mais eficiente, são os principais impulsionadores da indústria de frutas (BRAVO, 2011; RETAMALES, 2011).

Segundo (RETAMALES, 2011), Expectativas do consumidor: O aumento das expectativas relacionadas à alta qualidade do produto (por exemplo, aparência e tamanho, isenção de resíduos, qualidade alimentar e prazo de validade), preços competitivos e fornecimento durante todo o ano são um grande desafio para todos os componentes da cadeia de produção e comercialização de frutas. Isso exigirá novos materiais vegetais, técnicas inovadoras de produção e manuseio, bem como procedimentos de pós-colheita e

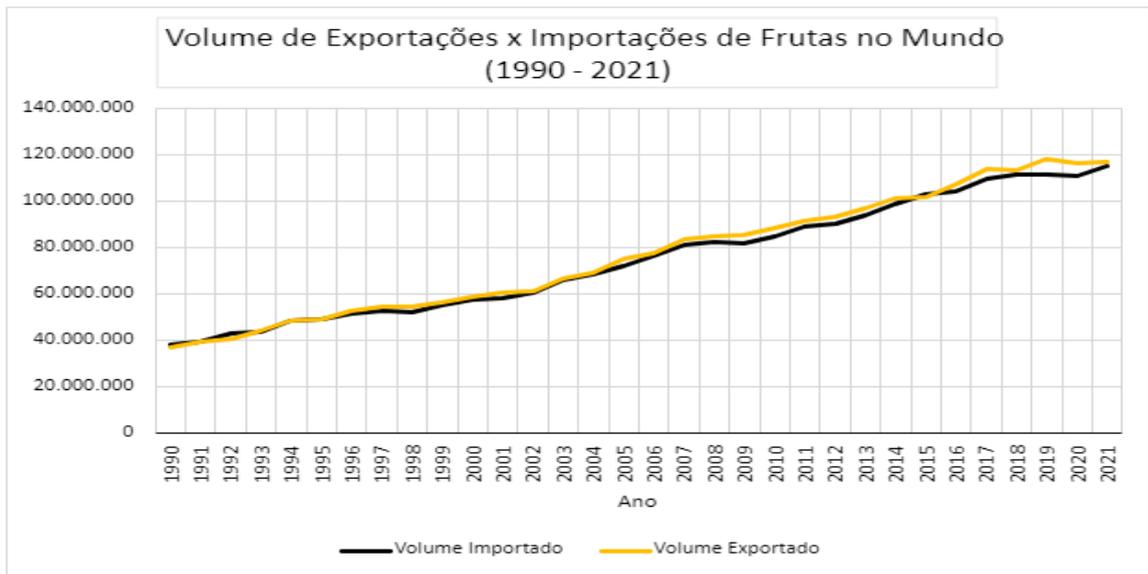
processamento. Desenvolvimentos recentes em agricultura de precisão, biologia molecular, fenômica, modelagem de culturas e fisiologia pós-colheita devem fornecer avanços substanciais nessas questões.

Nos últimos 30 anos a população mundial cresceu 70 %, mas o consumo per capita de frutas somente 20 %. A maior expansão nos plantios entre 1996 e 2006 foi na área plantada de kiwi com 29 %, blueberries com 20 %, enquanto maçã, com -2,4 % e cereja ácida com -13 % tiveram as maiores reduções. Cerca de 50 % do total mundial de produção de frutas, em volume, é constituído por apenas 5 países, China, EUA, Brasil, Itália e Espanha. O maior produtor é a China, com 23 %, e os maiores exportadores são a Espanha, os EUA e a Itália. Os maiores importadores são a Alemanha, Rússia e UK. As maiores demandas são em relação à qualidade, sanidade e rastreabilidade. Os desafios são os maiores custos de energia, mão de obra e agroquímicos, pois as exigências têm sido na direção às mudanças de preferência, saúde e sustentabilidade. Recente evolução na agricultura de precisão, biologia molecular, fenômica, modelagem e fisiologia de pós-colheita devem aumentar a produtividade e qualidade nas culturas, com redução de custos para as frutas de clima temperado.

No período 2005-2009, o mercado mundial de importação de frutas frescas de clima mediterrâneo teve uma expansão de 7,3% no volume; o volume mudou de 27,9 para 30 milhões de toneladas. O valor dessas frutas aumentou 34,6% no mesmo período, de US \$24.324 a 32.737 milhões. Os maiores incrementos em volume no mercado mundial foram para mirtilos (44%), cerejas (37%), abacates (36%) e tangerinas (21%). A laranja foi a única espécie que teve uma redução de valor (1,6%) neste período (BRAVO, 2011).

O crescimento do valor das importações mundiais é liderado pelas importações de mirtilos (90%), abacates (73%), tangerinas (51%) e cerejas (45%). O resto das lavouras teve um crescimento flutuante (20-30%) durante o período em análise. Esse crescimento ocorreu apesar da queda importante no preço médio de todas as espécies, exceto abacates e tangerinas, durante 2009 em relação a 2008 (Bravo, 2011). Em 1990 foram exportadas 37,2 milhões de toneladas de frutas no mundo, já em 2021 o volume de exportação foi de 117,3 milhões de toneladas, o que representa um crescimento aproximado de 315% no período. As importações acompanham o crescimento das exportações, em 1990 foram importados no mundo 37,9 milhões de toneladas de frutas e em 2021 o volume de importação de frutas cresceu para 115,3 milhões de toneladas, representando um aumento de 304% (**Gráfico 1**).

Gráfico 1 - Exportações x Importações de frutas no mundo (1990 – 2021)



Fonte: Elaborada pelo autor com base nos dados da FAOSTAT (2021).

4. MUDANÇAS CLIMÁTICAS E IMPACTOS SOBRE A PRODUTIVIDADE DE FRUTAS EM SC: O CASO DA MAÇÃ E BANANA.

Como visto no referencial teórico, onde se evidenciou a importância da agricultura para a segurança alimentar, assim como mostrou que as mudanças climáticas geram impactos nos rendimentos das culturas. Tais impactos podem ser positivos ou negativos, dependendo do tipo de cultura e também das respostas humanas frente às mudanças.

Com base nesses pressupostos, esta seção procurou analisar as mudanças climáticas e o comportamento das frutas selecionadas, que ocorreram nas últimas décadas em Santa Catarina. Constatando-se as mudanças, será avaliado os impactos dessas mudanças na agricultura do estado, com foco específico na cultura de maçã fruta de clima temperado, e na banana fruta de clima tropical. A seleção dessas frutas foi devido a diferença de clima necessária para o cultivo delas, assim, caso seja constatado um aumento ou queda na temperatura média do estado de Santa Catarina, será possível analisar os efeitos dessas mudanças nos rendimentos da cultura de cada fruta.

Este capítulo estará dividido em 4 seções, sendo a primeira: **4.1- A cultura da Maçã e Banana em Santa Catarina:** esta seção visa fazer uma introdução sobre o cultivo da maçã e da banana em SC e apresentar algumas informações sobre o cultivo delas no estado. Seguindo com a seção **4.2 - Mudanças climáticas de Santa Catarina:** Onde é descrito sobre o clima em SC e analisado seu comportamento nas últimas décadas (1990 - 2020). Na seção **4.3 Rendimento das colheitas de maçã e banana em SC de 1990 - 2020:** será analisada a evolução dos rendimentos no plantio de maçã e banana no estado de Santa Catarina.

4.1 A CULTURA DA MAÇÃ E BANANA EM SANTA CATARINA.

A macieira deve ser plantada em terras altas e de clima temperado, porém há variedades que suportam o clima frio ou até mesmo climas mais quentes. O plantio deve realizar-se no inverno de junho a agosto. Para o plantio o solo é arado e gradeado cuidadosamente para extinguir formigueiros, cupins e pragas. Abrem-se covas de aproximadamente 80 centímetros de comprimento, largura e profundidade e estas devem ter entre si o espaçamento dependendo do porte de macieira que se irá cultivar. As variedades de pequeno porte devem apresentar espaçamento de 3,5 x 3,5 metros; para plantas de porte médio 6 x 6 metros; as de grande porte terão o compasso de 9 x 9 metros (LANGARO, Alexandra et al., 2003).

Os frutos devem ser colhidos quando tiver completado o seu desenvolvimento normal, não necessitando mais dos sucos da macieira para apurar suas qualidades gustativas, mas ainda sem ter terminado a maturação fisiológica. Reconhece-se o momento certo da colheita pela coloração da fruta, pelo tamanho, pelo perfume, pela facilidade com que se desprende da haste. A colheita será manual e a fruta será colhida com o pedúnculo. Os frutos colhidos devem ser armazenados em caixas e em não mais de três camadas.

No estado de Santa Catarina cerca de 20 mil produtores cultivam mais de 55 mil hectares de frutas (em lavouras permanentes), gerando cerca de R\$1,5 bilhão de valor bruto da produção frutícola no estado. Entre as principais frutas estaduais, apenas as cadeias produtivas da maçã e da banana apresentam fontes de informações confiáveis para acompanhamento das safras e mercado, por meio de centros de pesquisa e instituições públicas de pesquisa e estatística (EPAGRI 2022).

Na safra 2020/21, os principais pomares comerciais das frutas de clima temperado catarinenses representam mais de 20,4 mil hectares de área colhida com mais de 5,6 mil produtores e quantidade produzida de 700 mil toneladas, gerando um valor bruto de produção de mais de R\$ 872,65 milhões (EPAGRI 2022).

A cultura da macieira chegou ao Brasil pelos colonizadores europeus, tendo sua produção por décadas (até os anos 60), realizados em pomares domésticos, sem expressão econômica (GASPERIN, 2004; NACTHIGALL et al., 2009). Existem relatos da existência das macieiras no Brasil, já por volta de 1903, em Rio do Bugres e Brusque, em Santa Catarina. Em 1913, também em território catarinense, no município de São Joaquim, verificaram-se plantas de macieiras produzindo frutos de boa qualidade (PIO et al., 2018).

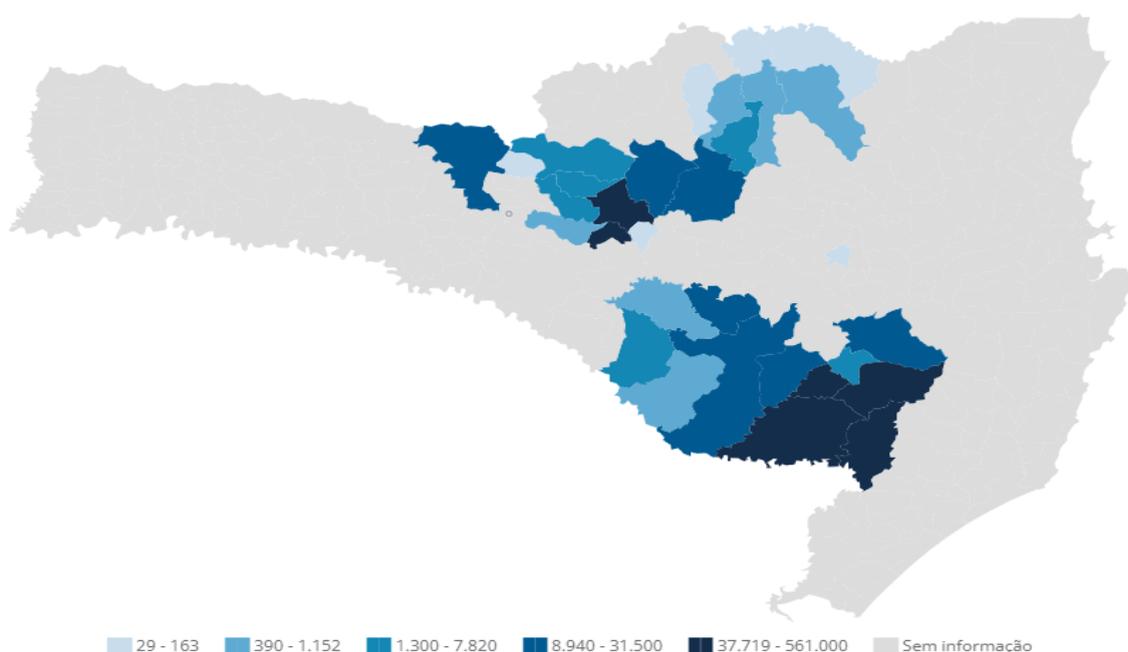
Boynton (1960) e Nachtigall et al. (2009) consideram a temperatura como uma das variáveis climatológicas mais importante no desenvolvimento da macieira, influenciando não só no período de dormência, mas também durante a fase de crescimento vegetativo. Como exemplos, as baixas temperaturas do outono e inverno, desde que não congelantes, são essenciais para a quebra da dormência das gemas florais e vegetativas de fruteiras de clima temperado, como para a maçã (ALVES, MINUZZI, 2018).

A maçã é uma fruta de grande importância comercial, tanto no contexto nacional como no internacional, sendo a terceira fruta mais produzida no mundo, com mais de 80 milhões de toneladas em 2013. Nesse mesmo ano, de acordo com os levantamentos da Epagri/Cepa, o Brasil foi o 12º produtor mundial de maçã e o 13º em produtividade média. De uma forma geral, a produção nacional de maçã é concentrada nos estados do sul. A participação do estado

de Santa Catarina e do Rio Grande do Sul na área plantada e na produção total brasileira foi de 95% e de 96% na safra 2014/2015, respectivamente.

Em Santa Catarina a maçã é a fruta com maior área plantada e produção. Além disso, a maçã tem um destaque na economia do Estado, ocupando a 10ª posição no valor bruto da produção. Nos três estados da Região Sul do País são gerados mais de 52 mil empregos diretos e 85 mil indiretos, colocando a cultura da maçã como grande suporte econômico nos estados sulinos. Estima-se que são gerados quase 140 mil empregos em toda a cadeia produtiva da maçã no Brasil (MASSIGNAM, PANDOLFO, 2016, p.13).

Figura 4: Distribuição espacial da produção de maçã em SC (Valor da produção - Mil Reais)



Fonte: IBGE (2022)

A banana é a fruta fresca mais consumida no mundo. Além de maior consumidor mundial, o Brasil é o quarto maior produtor, com 6,6 milhões de toneladas produzidas em 455 mil hectares, metade originária da agricultura familiar. O setor fatura cerca de R\$13,8 bilhões por ano e gera 500 mil empregos diretos.

A bananicultura apresenta características específicas de agricultores familiares organizados em cooperativas e associações de produtores; ou de áreas em produção de grandes grupos multinacionais com alta produtividade em perímetros irrigados. Em 2016, a bananicultura mundial produziu 113,3 milhões de toneladas, em mais de 5,4 milhões de hectares colhidos da fruta. Em 2018, a produção brasileira de banana foi de 6,7 milhões de

toneladas em 460 mil hectares de área em produção. Em 2017, três estados exportadores brasileiros foram responsáveis por 99,2% do volume da fruta comercializada no exterior, com uma taxa de crescimento negativa de 35,9% ao ano, entre 2016 e 2017. Santa Catarina participou com 84,0% do total brasileiro exportado, enquanto o Ceará participou com 6,8% do volume brasileiro exportado, com taxa de crescimento negativa de 13,4% nos dois últimos anos. (GOULART Jr., 2018, p.1).

A bananeira é uma espécie tipicamente tropical, necessitando de calor constante, alta umidade relativa do ar e uma distribuição adequada de chuvas ao longo do ano para seu crescimento e produção ótimo. A temperatura ideal varia entre 15°C e 35°C para que as bananeiras cresçam e frutifiquem adequadamente. Em locais com uma média anual de umidade relativa do ar acima de 80%, a bananeira tende a apresentar um melhor desenvolvimento. Isso acelera o crescimento das folhas, prolonga sua vida útil, mantém a casca e a polpa mais firmes, estimula a floração e uniformiza a coloração das frutas maduras. No entanto, esse ambiente também propicia condições favoráveis para o surgimento da sigatoka amarela, da sigatoka negra e de outras doenças que requerem um grande número de pulverizações para controle. Havendo disponibilidade de água, ela pode ser cultivada em qualquer época do ano, mas não em qualquer região. Por não se dar bem com temperaturas muito baixas e geadas, cultivá-la no inverno no extremo sul do Brasil não é uma boa ideia. Nas outras regiões do país, especialmente durante as estações mais amenas, a cultura tem grandes chances de prosperar se o índice de água estiver adequado.

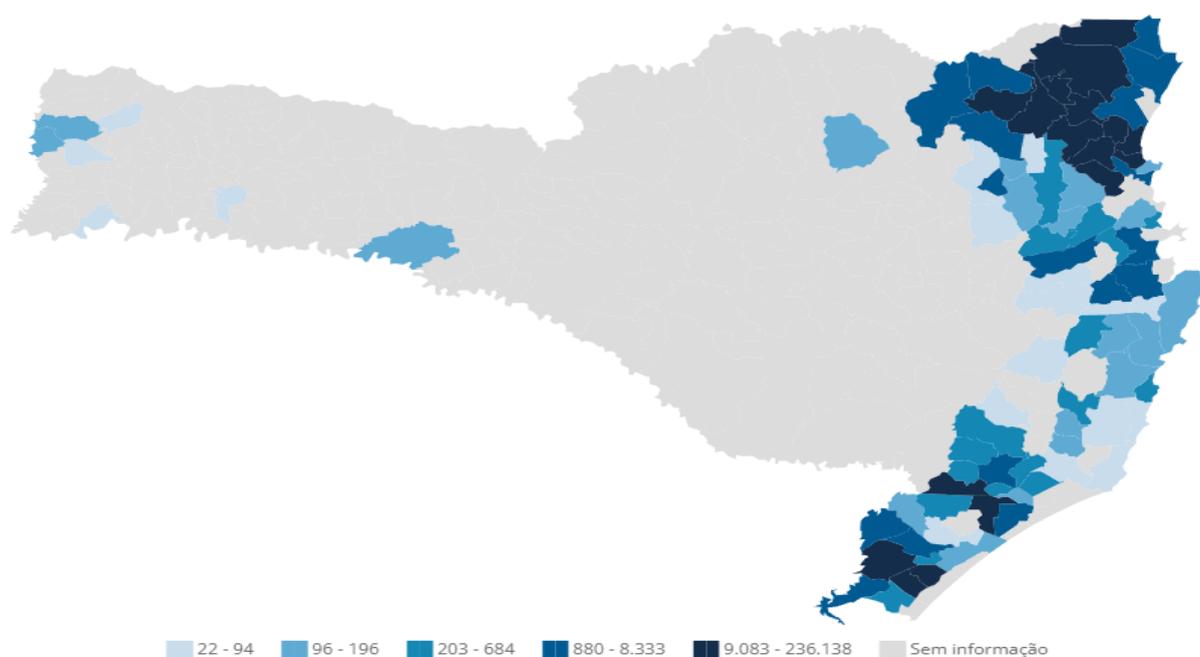
Para que seja possível colher o melhor resultado de uma safra, o solo precisa estar muito bem preparado para receber as bananeiras. Ele deve estar fertilizado, rico em matéria orgânica e bem drenado. Apesar de ser uma planta que demanda muita água, ela não se dá bem com o solo encharcado, que causa o apodrecimento das raízes. As covas para o plantio de banana devem ter entre 30x30 e 40x40 centímetros de tamanho. Já o espaçamento no bananal depende da variedade escolhida. As de porte pequeno precisam de 3 metros de separação entre as filas e 2 metros entre as plantas. No caso das de porte médio, são 3 metros tanto entre as filas quanto entre as plantas e, por fim, as de porte alto precisam de 4 metros entre filas e 3 metros entre plantas para se desenvolver adequadamente.

A época de colheita da banana começa após um ano da plantação. Como as frutas são sensíveis, é preciso tomar muito cuidado para não machucá-las: até mesmo pequenos atritos podem causar manchas escuras que atrapalham o aspecto da banana e diminuem seu valor de mercado. O mesmo cuidado deve ser tomado durante o transporte. O ideal é que as próprias

folhas das bananeiras sejam utilizadas como proteção no fundo e nas laterais dos compartimentos utilizados.

A produção de banana no estado está concentrada em duas regiões principais: litoral Norte e Vale do Itajaí, com 85%, e o litoral Sul, com 15% da produção total do estado (CEPA, 2018). O cultivo do subgrupo "Cavendish" da banana (caturre) predomina no estado, com 85% da produção comercial e o restante é representado pela banana do subgrupo "Prata". Apesar das diferentes condições edafoclimáticas, a adubação é difundida entre essas regiões, com superestimação e/ou subestimação das doses aplicadas em diferentes áreas (GUIMARÃES et al., 2020).

Figura 5: Distribuição espacial da produção de banana em SC (Valor da produção - Mil Reais)



Fonte: IBGE (2022)

4.2 MUDANÇAS CLIMÁTICAS DE SANTA CATARINA

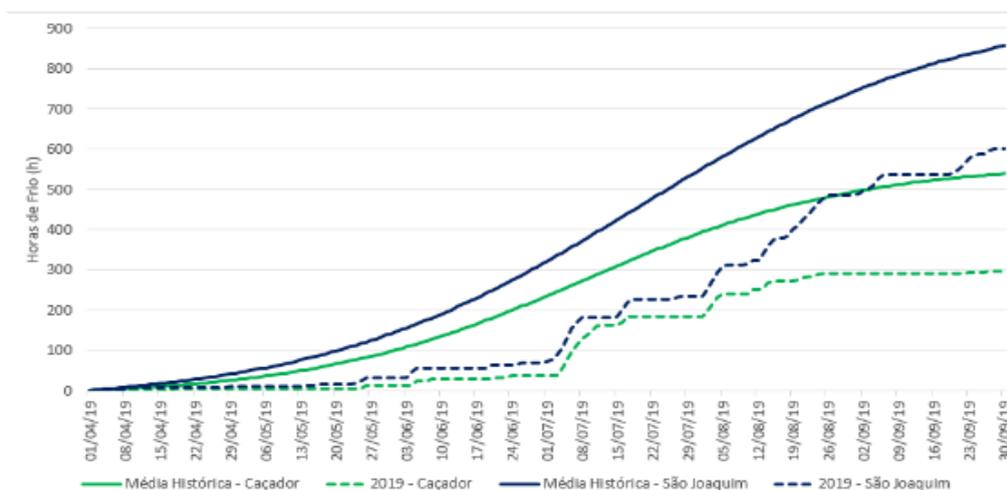
O clima predominante em SC é o subtropical úmido, que proporciona temperaturas agradáveis, variando de 13 a 26° C, com chuvas distribuídas durante todo o ano. Ao contrário da maior parte do território brasileiro, em Santa Catarina as quatro estações são bem definidas. Os verões são quentes e ensolarados. E no inverno, a região do Planalto Serrano, com altitudes que atingem 1.820 metros, é onde há a maior ocorrência de neve no Brasil. A vegetação é variada, sendo encontrados mangues, restingas, praias, dunas e Mata Atlântica.

Santa Catarina é uma das regiões mais frias do Brasil com uma temperatura média máxima diária de apenas 26° C (PORTAL DO ESTADO DE SANTA CATARINA, 2023).

O número de horas de sol se refere ao tempo em que o sol é realmente visível. Ou seja, sem qualquer obstrução de visibilidade por nuvens, neblinas ou montanhas. Com 7 horas por dia, janeiro é o mês mais ensolarado na Região Santa Catarina. O sol brilha o mais curto em junho. Um dia chuvoso é um dia em que cai pelo menos uma quantidade de precipitação de 0,1 mm (=0,1 litros) por metro quadrado. Isto pode ser chuva, neve, granizo ou até mesmo orvalho. Não é preciso chover o dia inteiro. A quantidade de precipitação é medida em milímetros por metro quadrado. Assim, a 2 mm/dia, 2 litros de água caem em um metro quadrado dentro de 24 horas. Com apenas 2,9 mm, a menor chuva cai em agosto. O mês de janeiro, por outro lado, é o que tem mais chuva.

Um estudo realizado pela EPAGRI (2019), mostrou que no inverno de 2019, a quantidade de horas de frio (HF) abaixo de 7,2°C ficou bem abaixo da média histórica nas regiões de Caçador/Fraiburgo e São Joaquim. O frio chegou tarde, ocorrendo pouquíssimo acúmulo de horas de frio abaixo de 7,2°C (HF) nos meses de abril, maio e junho (**Figura 6**). No final de junho, o acúmulo de HF era de 38 horas em Caçador e 69 horas em São Joaquim, apenas 16% e 22% do valor da média histórica nas duas regiões, respectivamente. O frio ocorrido nos meses de julho, agosto e setembro não foi suficiente para compensar a sua falta no final do outono e início do inverno. A quantidade de HF alcançada no final do inverno ficou abaixo das médias históricas, alcançando apenas 55% da média histórica em Caçador, com 295 HF, e 70%, em São Joaquim, com 602 HF (**Figura 6**).

Figura 6: Acúmulo de horas de frio (<7,2°C) histórico e no ano de 2019 nas estações meteorológicas de Caçador e São Joaquim, SC



Fonte: EPAGRI, (2021). <Efeitos das condições meteorológicas na Safra 2019/2020 de Maçã em Santa Catarina>, p.61

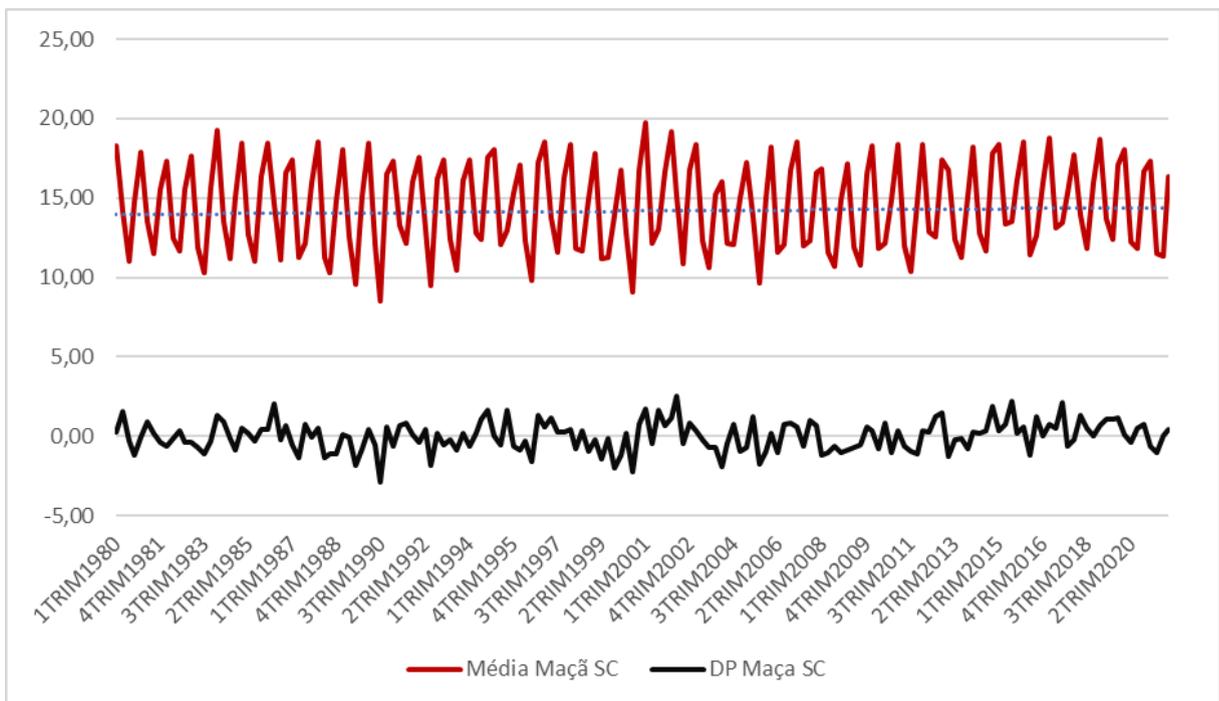
No mesmo estudo, a primavera de 2019 apresentou temperaturas acima da média, chegando próximo a 27°C e 30°C em São Joaquim e Caçador, respectivamente. Apesar de estarem ao redor de 4°C acima da média histórica nas duas regiões, esses valores estão dentro da faixa de temperatura considerada normal, 25°C a 30°C, para o desenvolvimento da macieira (EPAGRI, 2006).

Parte deste trabalho se propõe a analisar se ao longo das últimas décadas houve alterações na temperatura média de Santa Catarina, mais especificamente nos municípios que lideram a produção de maçã e banana no estado. Para a produção de maçã foram escolhidos os municípios de Bom Jardim da Serra, Fraiburgo e São Joaquim, visto que estes figuram entre os maiores produtores desta fruta no estados, e os municípios de Corupá, Jaraguá do Sul e Massaranduba para Banana, pois estes também figuram entres os maiores produtores de banana em Santa Catarina.

Foram adquiridos dados sobre a temperatura média diária/hora de 1980 a 2021 dos municípios supracitados e após utiliza-se a ferramenta Excel para transformar os dados em médias mensais. Foi calculada a média da temperatura de todos os meses de Janeiro das 3 cidades produtoras de maçã de 1980 a 2021 e assim sucessivamente para todos os demais meses do ano. O mesmo cálculo foi executado para as cidades produtoras de banana. Feito as médias dos meses, somou-se às temperaturas Bom Jardim da Serra, Fraiburgo e São Joaquim e realizado o cálculo da média para chegar ao que vamos chamar de “Temperatura média da maçã”. Por fim, utilizando os dados obtidos da média dos meses e da temperatura média da

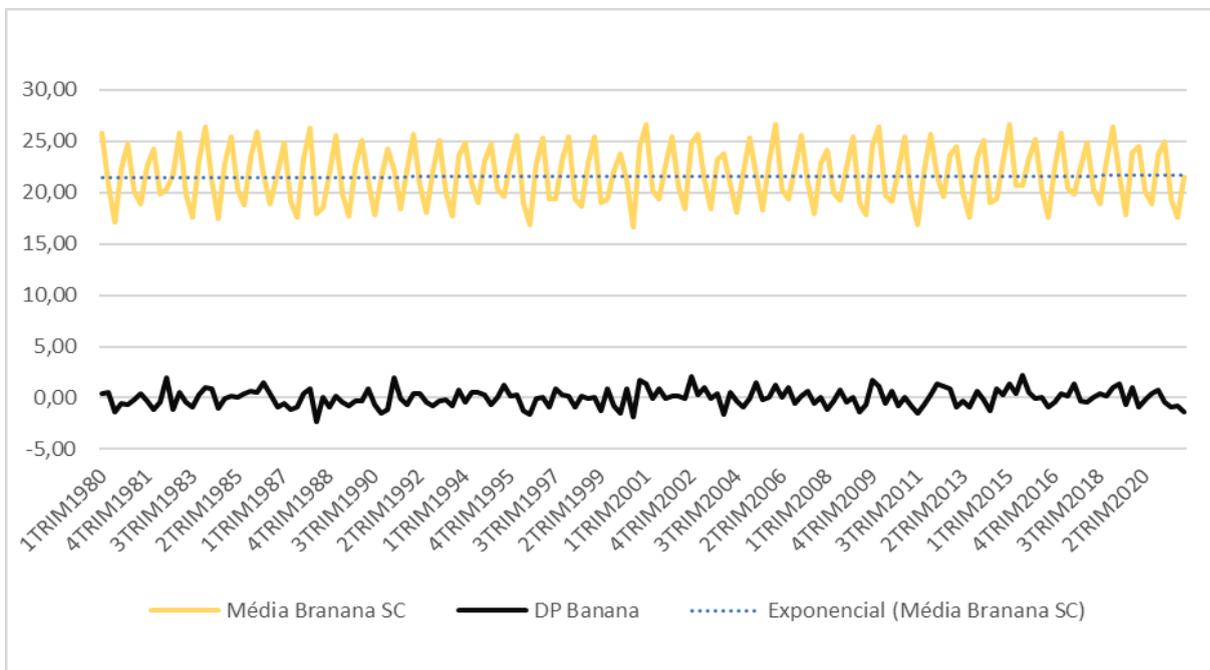
maçã, foi calculado o desvio da temperatura da maçã. Todos os passos citados foram replicados com os dados de temperatura nas cidades produtoras de banana Corupá, Jaraguá do Sul e Massaranduba, e como na maçã se obteve a “Temperatura média da banana” e o desvio da temperatura da banana. Para uma melhor visualização no gráfico, optou-se por usar a escala de tempo trimestral. Os gráficos a seguir (**Gráficos 2 e 3**) exibem os resultados.

Gráfico 2: Temperatura média trimestral da maçã x desvio padrão trimestral da temperatura de 1980 - 2021.



Fonte: Elaborada pelo autor com base nos dados da Openwheater (2022).

Gráfico 3: Temperatura média trimestral da banana x desvio padrão trimestral da temperatura de 1980 - 2021.

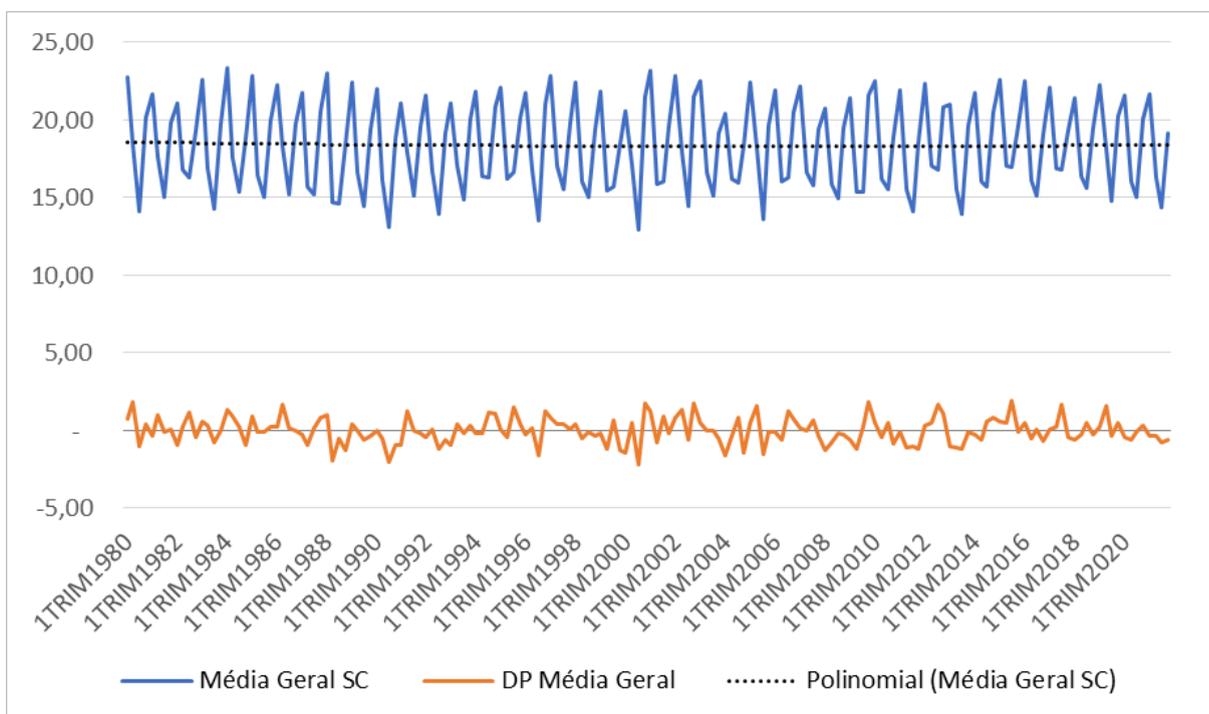


Fonte: Elaborada pelo autor com base nos dados da Openwheater (2022).

Com base na análise dos dados, é possível constatar que as variações na temperatura no período de 1980 a 2021 se mantiveram dentro de uma faixa de menos de 1 grau Celsius, tanto para cima quanto para baixo. Embora essas variações não tenham impactos significativos na produção de maçãs e bananas, elas ainda influenciam a qualidade desses produtos. Além disso, é importante ressaltar que as mudanças climáticas não se restringem apenas à temperatura; elas também afetam os padrões de eventos climáticos, como secas, ventos e períodos de chuva. Essas alterações podem resultar em eventos mais prolongados ou mais curtos, dependendo da localização geográfica e do tipo de evento em questão.

O Gráfico a seguir (**Gráfico 4**) mostra a evolução da temperatura média de SC no período proposto pelo trabalho, como há uma grande diferença de temperatura entre as cidades localizadas na serra do estados, frente aquelas localizadas em regiões litorâneas, foi utilizado a média das 6 cidades estudadas neste trabalho como “temperatura média” de para o estado, com período também trimestral.

Gráfico 4: Temperatura média geral de Santa Catarina x desvio padrão trimestral da temperatura de 1980 - 2021.

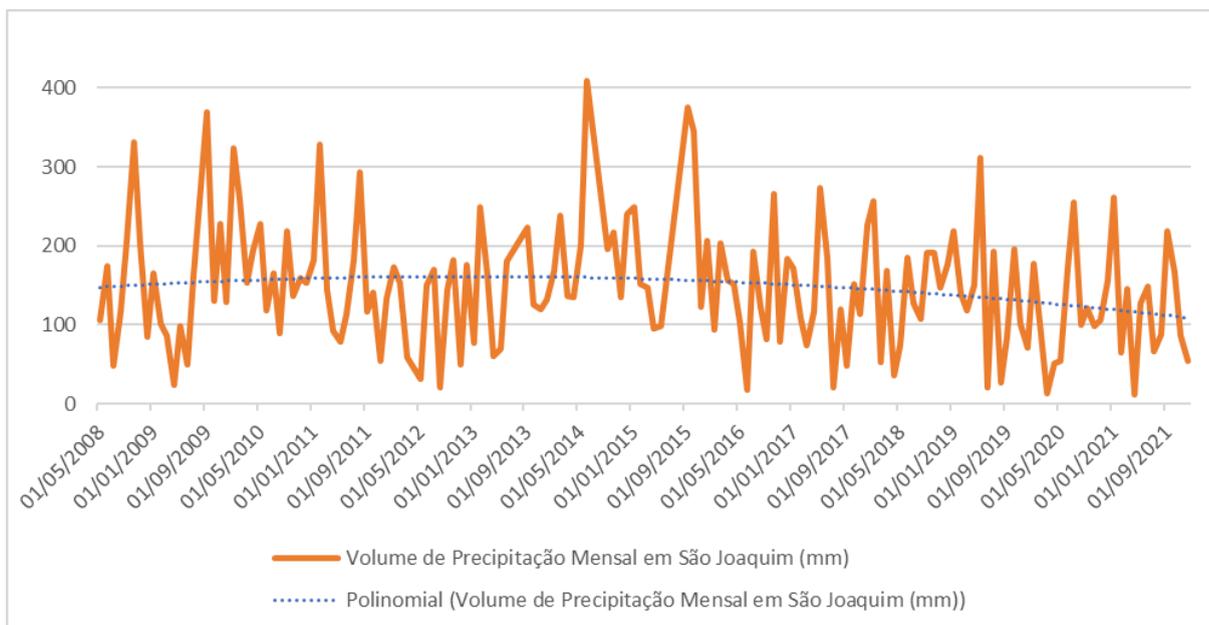


Fonte: Elaborada pelo autor com base nos dados da Openwheater (2022).

O ciclo de colheita da maçã ocorre de fevereiro a maio, e está intrinsecamente ligado às condições climáticas durante o período de plantio, o que torna essencial compreender os padrões de precipitação. O gráfico (**Gráfico 5**) analisado destaca uma situação preocupante significativa para os agricultores de São Joaquim, indicando volumes substanciais de chuva nos meses iniciais do plantio, em julho. Esse excesso de chuva pode potencialmente prejudicar o processo inicial de crescimento das mudas de maçã, exigindo atenção especial dos agricultores.

O mês de junho, considerado o ponto de partida para o plantio, é crucial para o estabelecimento saudável das árvores de maçã. O excesso de chuva nesse período pode resultar em condições de solo encharcado, afetando a absorção de nutrientes pelas plantas e aumentando o risco de doenças. Essa dinâmica climática destaca a importância da monitorização contínua e da implementação de estratégias de manejo adaptativas para mitigar os potenciais impactos adversos no desenvolvimento inicial das maçãs.

Gráfico 5: Volume de precipitação mensal de São Joaquim (mm) 05/2008 - 12/2021.



Fonte: Elaborada pelo autor (Dados: INMET/BDMEP)

Ao aplicar uma linha de tendência polinomial no gráfico, uma observação intrigante surgiu: a partir do ano de 2014, o volume de chuva em São Joaquim apresenta uma tendência de queda. Esse dado revela uma mudança nas condições climáticas ao longo dos anos e destaca a importância de acompanhar de perto essas tendências para antecipar possíveis desafios e ajustar as estratégias de cultivo.

Embora essas oscilações não tenham um impacto direto na produtividade, o foco recai sobre a qualidade do fruto. A influência do clima na composição e sabor da maçã pode ser significativa. Portanto, a compreensão desses padrões climáticos mais recentes, evidenciados pelo declínio no volume de chuva, direciona a atenção para a qualidade da safra. Isso destaca a importância de implementar práticas agrícolas específicas e investir em tecnologias que visem preservar e aprimorar as características desejadas das maçãs cultivadas em São Joaquim.

O cultivo da banana em Santa Catarina concentra-se principalmente no período de verão, mas é possível estendê-lo ao longo do ano com uma irrigação adequada. A colheita, por sua vez, ocorre ao longo de 11 a 13 meses após o início do cultivo. Essa prática sazonal é essencial para garantir a qualidade e a produtividade da cultura.

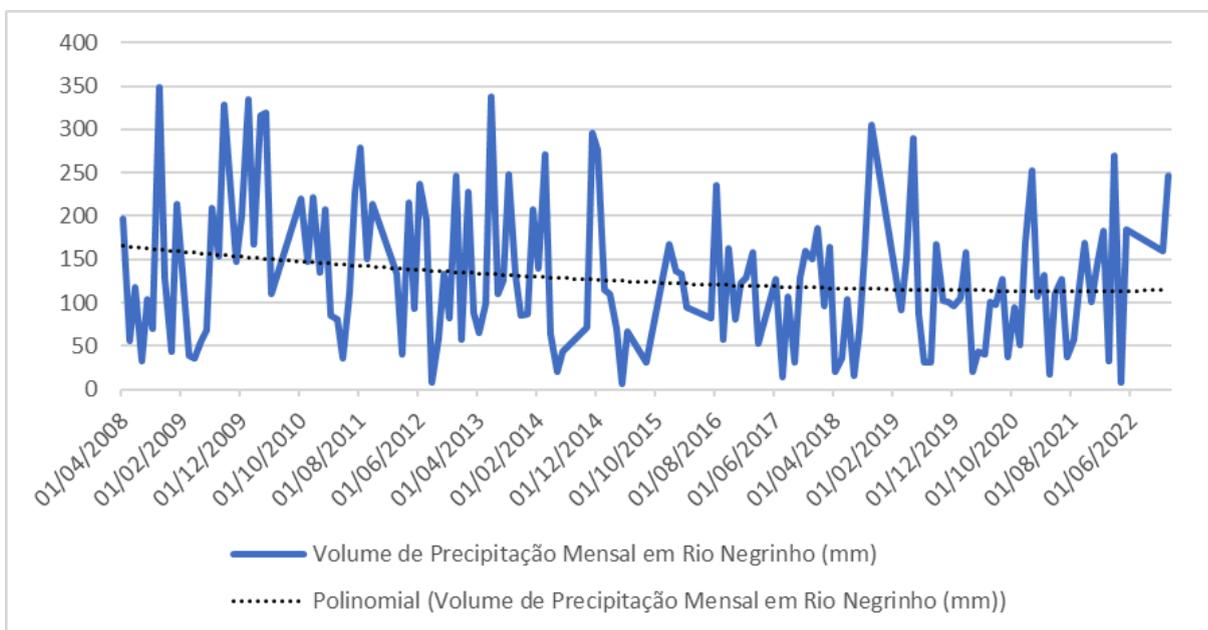
Na ausência de dados precisos sobre a precipitação nas cidades de plantio de banana estudadas nesta pesquisa, recorreu-se aos registros da estação meteorológica mais próxima. A estação de Rio Negrinho, monitorada pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET),

forneceu dados para estimar a precipitação na região. Esta abordagem, embora indireta, permitiu obter uma visão significativa das condições climáticas que afetam diretamente o cultivo da banana.

A análise do volume de precipitação em Rio Negrinho (**Gráfico 6**), entre abril de 2008 e dezembro de 2022, revela padrões sazonais distintos. Os meses de abril a julho e de outubro a janeiro destacam-se por apresentarem os maiores volumes de precipitação. Dado que a banana requer uma irrigação constante, esses períodos emergem como os mais propícios para o plantio. Essa correlação entre o clima e a produção de banana ressalta a necessidade de alinhar o ciclo agrícola com as condições meteorológicas favoráveis.

A aplicação de uma linha de tendência polinomial ao gráfico de precipitação revela uma tendência de queda geral no volume de chuva na região. No entanto, é notável que entre 2020 e 2022, a curva apresenta um sinal de estabilidade. No entanto, a queda geral do volume de chuva ao longo do tempo pode representar um desafio para os agricultores, pois a irrigação insuficiente pode impactar negativamente a produção de banana.

Gráfico 6: Volume de precipitação mensal de Rio Negrinho (mm) 04/2008 - 12/2022.



Fonte: Elaborada pelo autor (Dados: INMET/BDMEP)

4.3 RENDIMENTO DAS COLHEITAS DE MAÇÃ E BANANA EM SC NAS ÚLTIMAS DÉCADAS

Nos últimos anos, a produção das variedades de maçãs Gala e Fuji em Santa Catarina tem apresentado um crescimento significativo, ultrapassando 30 toneladas por hectare. Isso é resultado do aumento da área plantada e da implementação de um sistema de produção mais eficiente, em contraste com as antigas médias de 15 toneladas por hectare registradas no início dos anos 90. Esse crescimento está relacionado a dois fatores principais: área plantada e produtividade. No que diz respeito à área plantada, tem havido uma expansão contínua do cultivo da maçã em Santa Catarina. Novas áreas têm sido incorporadas para o plantio, além das áreas destinadas à renovação dos pomares. Na região de São Joaquim, a expansão da área plantada tem sido limitada pela topografia acidentada, embora ainda haja áreas disponíveis. Nesse caso, a expansão deve estar associada à melhoria das condições de produção para os pequenos produtores, considerando a falta de capital e de infraestrutura de armazenamento.

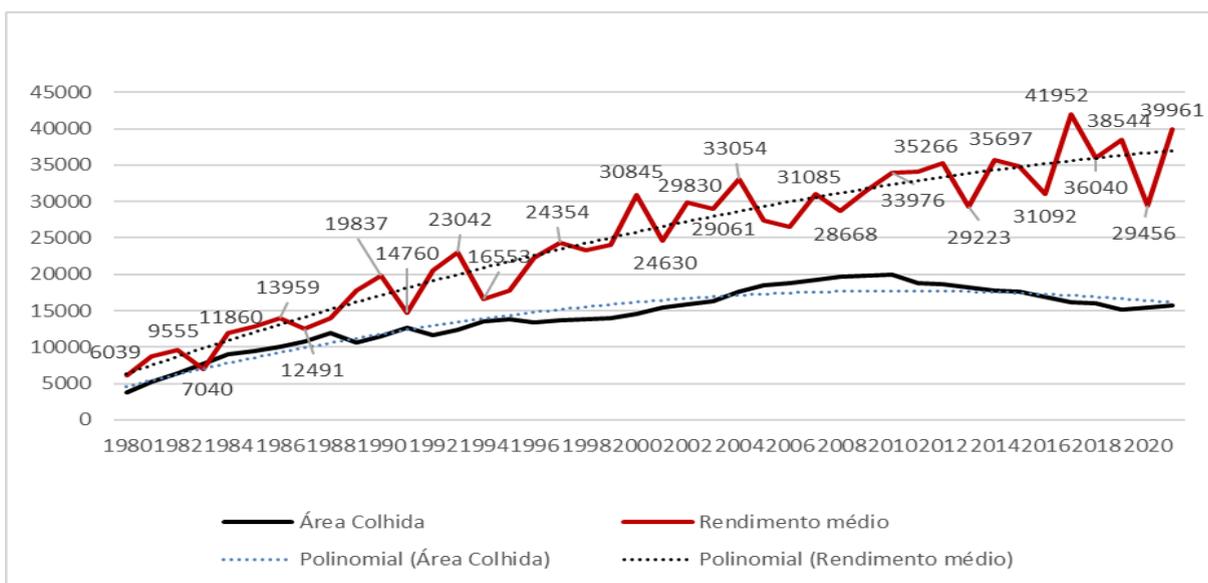
A Epagri/Ciram (2022) realizou o mapeamento por imagem de satélite de 15.684ha de pomares de maçã em Santa Catarina e confirmou que São Joaquim se consolida como o maior produtor da fruta no Brasil, com uma área de 8.692ha, representando 26% de todos os pomares do país. A pesquisa também serviu para corroborar que Santa Catarina segue na liderança dessa cadeia produtiva, reforçando os levantamentos do IBGE que afirmam que o Estado responde por aproximadamente 48% da área plantada no Brasil. A pesquisa apurou que a produção em Santa Catarina se concentra em 30 municípios. Cinco deles representam 82% da área cultivada no estado: São Joaquim (55%), Fraiburgo (11%), Bom Jardim da Serra (8%), Urubici (4%) e Urupema (4%). Os cinco maiores produtores de Santa Catarina totalizam 12.913ha, ou 39% de toda área do Brasil. No país, a área total de maçã está estimada em torno de 32.900ha, segundo o último levantamento do IBGE.

Em Fraiburgo, a produção de maçã é geograficamente concentrada principalmente neste município, onde há uma forte presença de grandes empresas e uma produção em larga escala, como por exemplo a Pomi Frutas. Já em São Joaquim, a produção de maçã é mais dispersa, envolvendo um número maior de municípios da região do Planalto Serrano. São Joaquim é conhecida como a "Capital Nacional da Maçã" e se destaca como um dos principais produtores não apenas de Santa Catarina, mas também do país. Essas duas regiões possuem condições climáticas favoráveis, como baixas temperaturas e altitudes adequadas, que são essenciais para o cultivo da maçã. Além disso, a topografia da região serrana

proporciona um microclima propício ao desenvolvimento da cultura da maçã, contribuindo para a qualidade e produtividade da fruta.

No gráfico 7, é apresentado a evolução do rendimento da produção de maçã no estado de Santa Catarina, no período de 1990 a 2020, no gráfico os valores são apresentados em kg/ha. Ainda na mesma figura é apresentado os valores referente a área colhida no mesmo período.

Gráfico 7: Área colhida e rendimento médio da produção de maçã em SC 1980 - 2020.



Fonte: Elaborada pelo autor com base nos dados IBGE - SIDRA (2022).

Em Santa Catarina, a perda na safra de 2019/2020 ficou ao redor de 20%, havendo redução de 10% no cultivar Gala e 30% no cultivar Fuji. De modo geral, as perdas se deram pela redução do calibre e não pelo número de frutos colhidos. Desse volume total de perdas estimadas, 80% (78,5 mil t) ocorreram na região de São Joaquim, maior produtora estadual da fruta. Na safra 2019/2020 ocorreu uma das maiores estiagens já registradas no Estado, com precipitações 50% inferiores à média histórica em algumas regiões de Santa Catarina. No inverno de 2019, a quantidade acumulada de frio ficou abaixo da média histórica e ocorreram temperaturas acima da média no início da primavera, o que também pode ter influenciado na redução da safra (EPAGRI/CEPA, 2020).

As perdas na safra de maçã devido a eventos climáticos não são incomuns em Santa Catarina. A falta de frio no inverno, o excesso de chuvas durante a floração, altas temperaturas no ciclo de crescimento e o estresse hídrico são os eventos mais frequentes que resultam na diminuição da produção, tanto em quantidade quanto em qualidade. Esses fatores

impactam diretamente no preço da fruta e na receita dos produtores. Segundo Jackson 2003, apesar de a maçã ser uma espécie muito adaptável a diferentes climas, algumas condições climáticas são consideradas ótimas para o desenvolvimento e a produção, variando de acordo com os cultivares. Ricce et al. 2018 escreveu que de modo geral, para os dois principais cultivares plantados em Santa Catarina, Gala e Fuji, a faixa ideal de temperatura durante o ciclo vegetativo fica entre 18 e 23°C. Temperaturas acima de 30°C já são consideradas prejudiciais, afetando o desenvolvimento radicular e da parte aérea, reduzindo o ciclo de desenvolvimento e o tamanho dos frutos (JACKSON, 2003).

Figura 7: Dados da produção de maçã em Santa Catarina (IBGE)

Valor da produção	1.118.536 Mil Reais (2021)	Estabelecimentos	2.104 Unidades (2017)
Quantidade produzida	628.592 Toneladas (2021)	Número de Pés	21.277 Mil unidades (2017)
Área colhida	15.730 Hectares (2021)	Maior produtor	São Joaquim - SC (2021)
Rendimento médio	39.961 Kg por Hectare (2021)		

Fonte: IBGE.(2022)

Santa Catarina é o quarto maior produtor de banana do país, responsável por 10% da produção nacional e o segundo em produtividade média. A produção está concentrada no Norte Catarinense (50%), seguida do Vale do Itajaí (35%) e do Sul do Estado (15%) (EPAGRI, 2022). O estado conta com mais de 4 mil estabelecimentos e cerca de 29 mil hectares plantados. A produção se mantém constante no estado e as safras são estimadas em mais de 700 mil toneladas, com um rendimento de 25 toneladas por hectare. A produção está concentrada no Norte do estado, principalmente nos municípios de Corupá, Jaraguá do Sul, Massaranduba e Luiz Alves. Nos quatro primeiros meses de 2022, Santa Catarina participou com 50,6% do valor das exportações brasileiras, ou seja, com US\$7,56 milhões, e com um volume de 18,8 mil toneladas comercializadas da fruta (52%).

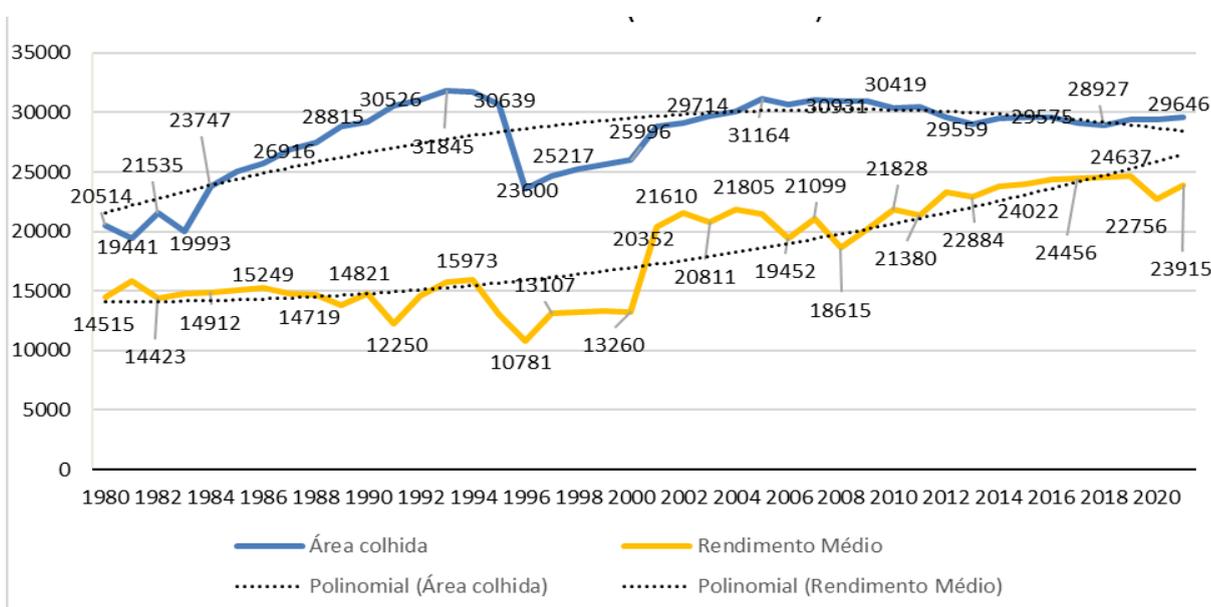
O ciclone extratropical que atingiu Santa Catarina em 2020 teve um impacto significativo na produção de bananas no estado. O fenômeno climático, que ocorreu em junho daquele ano, trouxe consigo ventos intensos, chuvas torrenciais e causou danos substanciais às plantações de bananas em várias regiões catarinenses.

Uma das principais consequências foi a destruição de plantações de bananas devido aos ventos fortes. As rajadas intensas derrubaram árvores e danificaram significativamente as plantas, resultando em perdas substanciais para os agricultores. Além disso, as chuvas intensas associadas ao ciclone contribuíram para o encharcamento do solo, o que pode ter

impactado negativamente o sistema radicular das bananeiras. O impacto do ciclone não se limitou apenas aos danos físicos nas plantações, mas também afetou a infraestrutura associada à produção de bananas. Sistemas de irrigação, armazenamento e transporte foram comprometidos, dificultando a continuidade das operações agrícolas e a distribuição da produção.

As perdas chegaram a 90% para muitos dos agricultores, conforme estimativa da Associação dos Bananicultores do município (Asbanco), e cerca de 2,5 milhões de pés foram destruídos. A cidade é a maior produtora e exportadora de bananas do estado. O fenômeno foi classificado como o maior prejuízo da história.

Gráfico 8: Área colhida e rendimento médio da produção de Banana em SC 1980 - 2020



Fonte: Elaborada pelo autor com base nos dados IBGE - SIDRA (2022).

Figura 8: Dados da produção de banana em Santa Catarina (IBGE)

Valor da produção	1.030.235 Mil Reais (2021)	Estabelecimentos	4.167 Unidades (2017)
Quantidade produzida	708.983 Toneladas (2021)	Número de Pés	38.305 Mil unidades (2017)
Área colhida	29.646 Hectares (2021)	Maior produtor	Corupá - SC (2021)
Rendimento médio	23.915 Kg por Hectare (2021)		

Fonte: IBGE.(2022)

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa procurou analisar a relação entre as condições climáticas e a produção de maçã e banana em Santa Catarina, com foco nos municípios de São Joaquim, Bom Jardim da Serra e Fraiburgo, bem como Corupá, Massaranduba e Jaraguá do Sul. Essas localidades, reconhecidas como os maiores produtores de maçã e banana do estado, foram objeto de estudo para compreender como as variações na temperatura média podem impactar diretamente a produtividade dessas frutas.

Os dados coletados sobre a temperatura média nesses municípios revelam padrões climáticos distintos, fornecendo informações valiosas para a produção de maçã e banana em Santa Catarina. São Joaquim, Bom Jardim da Serra e Fraiburgo, apesar de suas diferenças específicas, compartilham uma característica comum de invernos rigorosos e verões moderados. Enquanto isso, Corupá, Massaranduba e Jaraguá do Sul apresentam variações térmicas diferentes, mas igualmente relevantes para a produção de Banana.

A análise de dados meteorológicos, expressa por meio de um gráfico específico para São Joaquim, revelou um padrão notável de alto volume de chuva nos meses de julho. Considerando esse período como o início do plantio, surge a preocupação com os possíveis impactos adversos do excesso de chuva na fase inicial das plantas. O manejo eficaz torna-se essencial, exigindo práticas agrícolas adaptativas para garantir o desenvolvimento saudável das maçãs.

A observação dos dados de área colhida revelou uma tendência de crescimento consistente, alinhada à demanda por frutas. Isso indica uma resposta ágil dos produtores às necessidades do mercado, ajustando suas práticas agrícolas para atender à crescente procura por essas frutas. Esse crescimento, no entanto, exige uma reflexão contínua sobre práticas sustentáveis, garantindo que o aumento na produção não comprometa a qualidade ou a viabilidade a longo prazo.

Contrariando expectativas iniciais, a análise dos dados sugere que, até o momento, a variação da temperatura média não afeta diretamente a produtividade dessas frutas em Santa Catarina. A resiliência das plantações de maçã diante das flutuações térmicas destaca a capacidade adaptativa da cultura a diferentes condições climáticas, um elemento crucial para os produtores que dependem dessas safras para sustentar suas atividades agrícolas.

As oscilações climáticas, embora ainda não afetem diretamente a produtividade, têm implicações na qualidade dos frutos. A resposta do agricultor a essas mudanças pode ser desafiadora, exigindo estratégias adaptativas para garantir a continuidade de uma produção

saudável e sustentável. A qualidade do fruto é uma variável crucial para a competitividade no mercado, tornando essencial que os produtores estejam preparados para ajustar suas práticas em resposta às variações climáticas imprevisíveis.

É essencial ressaltar que, embora os dados atuais indicam uma relação aparentemente robusta entre as condições climáticas e a produção de maçã em Santa Catarina, é fundamental continuar monitorando e adaptando estratégias à medida que as dinâmicas climáticas evoluem. Mudanças imprevistas podem afetar significativamente a agricultura, tornando crucial a implementação de práticas agrícolas flexíveis e a adoção de tecnologias modernas para garantir a sustentabilidade do setor.

A análise do gráfico de rendimento da banana em relação à área colhida revelou tendências notáveis que suscitam reflexões sobre a dinâmica da produção. Enquanto a área total colhida apresenta uma tendência de queda, o rendimento médio demonstra um aumento consistente. Essa disparidade sugere uma possível melhoria nas tecnologias de cultivo ao longo do tempo, indicando um potencial aumento na produtividade.

O estudo dos dados da temperatura na região de cultivo de banana, não revelou mudanças expressivas no período de 1980 a 2022. As pequenas variações identificadas não são suficientes para impactar diretamente a produtividade da banana. No entanto, a incerteza persiste, uma vez que a linha de tendência aplicada no gráfico não fornece uma indicação clara sobre as futuras alterações na temperatura. Embora as mudanças na temperatura não tenham se mostrado determinantes até o momento, é crucial continuar monitorando essa variável climática, dada a sua importância potencial na produção de frutas.

Contudo, a análise do volume de precipitação em Rio Negrinho, região estratégica para o plantio de banana em Santa Catarina, revelou uma preocupante tendência de queda no volume de chuva. Esse padrão climático pode impactar significativamente a produtividade da banana, uma vez que resulta em períodos mais longos de estiagem. Notícias corroboram essa observação, apontando para impactos adversos na quantidade e qualidade dos frutos. Os agricultores enfrentam o desafio de lidar com essas condições climáticas desfavoráveis, buscando soluções tecnológicas e modernas técnicas de plantio para mitigar os efeitos negativos.

Diante dos resultados obtidos, esta pesquisa, que se propôs a avaliar os impactos das mudanças climáticas na produção de frutas em Santa Catarina, especificamente maçã e banana, revela a complexidade dessas relações. Não foram identificadas informações conclusivas sobre o impacto direto da temperatura na produção dessas frutas, mas os dados indicam que as mudanças climáticas podem resultar em períodos prolongados de seca, ou

períodos muito longos de chuvas e chuvas fora de época afetando a qualidade dos frutos e a produtividade. Os agricultores têm respondido com inovação e adoção de práticas agrícolas mais tecnológicas, destacando a importância contínua da adaptação às condições climáticas.

6. REFERÊNCIAS

- 1- ALVES, M. P. A. ; MINUZZI, R. B. Climatologia das ondas de frio invernal em Santa Catarina-Brasil. *Revista de Geografia (Recife)*, v. 35, n. 3, 2018.
- 2 - Ano Internacional das Frutas e Vegetais: diversidade dos alimentos é essencial para a alimentação . Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/105688-%E2%80%8Bano-internacional-das-frutas-e-vegetais-diversidade-dos-alimentos-%C3%A9-essencial-para>>. Acesso em: 6 de Junho de 2023
- 3 - ASSAD, E. D. et al.. Impacto das mudanças climáticas no zoneamento agroclimático do café no Brasil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 39, n. 11, p. 1057–1064, nov. 2004.
- 4 - CEPA - Centro de Estudos de Safras e Mercados. Síntese anual da agricultura de Santa Catarina - 2017 - 2018. Florianópolis: Epagri/Cepa, 2018. 204p.
- 5 - C. L. Moretti. et al. Climate changes and potential impacts on postharvest quality 2 of fruit and vegetable crops: a review, p. 3. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/210182/1/celso-moretti.pdf>. Acesso em: 12 junho 2023.
- 6 - Environmental Degradation and Human Well-Being: Report of the Millennium Ecosystem Assessment. *Population and Development Review*, v. 31, n. 2, p. 389–398, junho de 2005.
- 7 - FARIAS, P. R. S. et al. Agricultura de precisão: mapeamento da produtividade em pomares cítricos usando geoestatística. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v.25, n.2, p.235-241, 2003.
- 8 - FAO combate desperdício de frutas e hortaliças. Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/201527-fao-combate-desperd%C3%ADcio-de-frutas-e-hortali%C3%A7as>>. Acesso em: 10 de Abril de 2023.
- 9 - FERNANDO, P.; ANDRADE, S. Departamento de Economia Rural. PROGNÓSTICO 2020 FRUTICULTURA Análise da Conjuntura 1 -PANORAMA MUNDIAL. Disponível em: <https://www.agricultura.pr.gov.br/sites/default/arquivos_restritos/files/documento/2020-01/fruticultura_2020.pdf>. Acesso em 12 de julho de 2023.
- 10 - GASPERIN, N. Estudo da cadeia produtiva da maçã em Santa Catarina. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2004.
- 11 - GUIMARÃES, G.G.F.; DEUS, J.A.L.; ROZANE, D.E. *Calagem, adubações e valores de referência de nutrientes na cultura de banana*. In.: BRUNETTO, G.et al. Atualização sobre calagem e adubação em frutíferas. Porto Alegre: Núcleo Regional Sul da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2020. p. 65-77.
- 12 - HERTEL, W. T. *The Global Supply and Demand for Agricultural Land in 2050: A Perfect Storm in the Making?* - AAEA Presidential Address - GTAP Working Paper No. 63, p. 1-5, 2010
- 13 - JUNIOR, ROGÉRIO GOULART. *BANANICULTURA: PRODUÇÃO E EXPORTAÇÕES BRASILEIRAS (2014-2018)*. IX Congresso da APDEA, [S. l.], p. 1 - 13, 15 out. 2018.

- 14 - LABORDE, D.; MAJEED, F.; TOKGOZ, S.; TORERO, M. *Long-Term Drivers of Food and Nutrition Security* - IFPRI Discussion Paper 01531, p. 1 -4, 2016.
- 15 - LIMA NETO, A.J.; DEUS, J.A.L.; RODRIGUES FILHO, V.A.; NATALE, W.; PARENTE, L.E. *Nutrient diagnosis of fertigated "Prata" and "Cavendish" banana* (Musa spp.) at plot-scale. *Plants*, Basel. v.9, n.1, p. 1467.2020.
- 16 - M. ADAMS, R.; H. HURD, B.; LENHART, S.; LEARY, N. *Effects of global climate change on agriculture: an interpretative review*, Vol. 11, p. 19 - 30, 1998.
- 17 - MASSIGNAM, Angelo Mendes; PANDOLFO, Cristina. *Já podemos observar os impactos das mudanças climáticas na cultura da maçã em Santa Catarina?*. *Agropecuária Catarinense*, v. 29, n. 3, p. 13-14, 2016.
- 18 - MAÇÃ. Disponível em:
<<https://www.ufrgs.br/alimentus1/feira/mpfruta/maca/colheita.htm>>. Acesso em: 1 jul. 2023.
- 19 - MENDELSON, Robert. *The impact of climate change on agriculture in developing countries*. *Journal of Natural Resources Policy Research*, v. 1, n. 1, p. 5-19, 2009
- 20 - MORAES, Í.; GUEDES, R. Mudanças Climáticas Globais e a Produção de Hortaliças. 1 jan. 2009. Disponível em:
https://www.researchgate.net/profile/Italo-Guedes-2/publication/235219654_Mudancas_Climaticas_Globais_e_a_Producao_de_Hortalicas/links/5c0146d692851c63cab10cc5/Mudancas-Climaticas-Globais-e-a-Producao-de-Hortalicas.pdf#page=13. Acesso em: 12 junho 2023.
- 21 - MULTICIÊNCIA, R.; CAMPINAS. Mudanças Climáticas Globais e a Agricultura no Brasil. n. 8, 2007.
- 22 - PELLEGRINO, Giampaolo Queiroz; ASSAD, Eduardo Delgado; MARIN, Fábio Ricardo. Mudanças Climáticas Globais e a Agricultura no Brasil. REVISTA MULTICIÊNCIA, CAMPINAS, ano 2007, n. 8, p. 139-162, 1 maio 2007. Disponível em:
https://cetesb.sp.gov.br/proclima/wp-content/uploads/sites/36/2014/05/mc_agricultura_brasil.pdf. Acesso em: 13 maio 2023.
- 23 - PIO, R.; NETO, J.E.B.; ALVARENGA, A.A. Cultivo da Macieira. In: PIO, R. (org). *Cultivo de fruteira de clima temperado em regiões subtropicais e tropicais* - 2ed. Revisada e ampliada, Lavras, Minas Gerais, Ed UFLA, p.74-116., 2018.
- 24 - PORTAL DO ESTADO DE SANTA CATARINA. Geografia. Disponível em:
<<https://estado.sc.gov.br/conheca-sc/geografia/>>. Acesso em 13 de dezembro de 2023.
- 25 - PRITZKE, R. Fruticultura catarinense movimentada mais de 13 mil produtores em SC. Disponível em:
<<https://abrafrutas.org/2022/07/fruticultura-catarinense-movimentada-mais-de-13-mil-produtores-em-sc/>>. Acesso em: 3 de outubro de 2023.
2. - RETAMALES, J. B. World temperate fruit production: characteristics and challenges. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 33, n. spe1, p. 121–130, out. 2011.
- 27 - UNITED NATIONS. Population growth, environmental degradation and climate change. Disponível em:

<<https://www.un.org/en/desa/population-growth-environmental-degradation-and-climate-change>>. Acesso em: 22 de julho de 2023.

28 - VIDAL, M. D. F. (2021). Produção comercial de frutas na área de atuação do BNB. Disponível em: <<https://www.bnb.gov.br/s482-dspace/handle/123456789/822>>. Acesso em: 13 de outubro de 2023.