

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
RIO GRANDE DO NORTE – CAMPUS IPANGUAÇU
COORDENAÇÃO DO CURSO DE TECNOLOGIA EM AGROECOLOGIA

JAIRA MARIA DE OLIVEIRA

**PRODUÇÕES E TÉCNICAS DE BASE AGROECOLÓGICA COMO FATOR
POTENCIAL PARA MITIGAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS NEGATIVOS
RELACIONADOS AO CLIMA: REVISÃO NARRATIVA**

IPANGUAÇU - RN
2023

JAIRA MARIA DE OLIVEIRA

**PRODUÇÕES E TÉCNICAS DE BASE AGROECOLÓGICA COMO FATOR
POTENCIAL PARA MITIGAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS NEGATIVOS
RELACIONADOS AO CLIMA: REVISÃO NARRATIVA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Instituto Federal do Rio Grande do Norte – Campus Ipanguaçu (IFRN-IP), como parte das exigências para obtenção do título de Tecnólogo em Agroecologia.

Orientadora: Dra. Sandra Maria Campos Alves

IPANGUAÇU - RN
2023

O48p Oliveira, Jaira Maria de.

Produções e técnicas de base agroecológica como fator potencial para mitigação dos impactos ambientais negativos relacionados ao clima: revisão narrativa / Jaira Maria de Oliveira. – 2023.

54 f : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Agroecologia) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Ipanguaçu, 2023.

Orientadora: Dra. Sandra Maria Campos Alves.

1. Mudanças climáticas. 2. Emissão de carbono. 3. Agroecologia - Meio ambiente. I. Alves, Sandra Maria Campos. II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte. III. Título.

CDU 504:551.58

Catálogo na Publicação elaborada pela Bibliotecária Dayse Alves dos Santos – CRB-15/528

Biblioteca Myriam Coeli – IFRN Ipanguaçu.

JAIRA MARIA DE OLIVEIRA

**PRODUÇÕES E TÉCNICAS DE BASE AGROECOLÓGICA COMO FATOR
POTENCIAL PARA MITIGAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS NEGATIVOS
RELACIONADOS AO CLIMA: REVISÃO NARRATIVA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Instituto Federal do Rio Grande do Norte – Campus Ipanguaçu (IFRN-IP), como parte das exigências para obtenção do título de Tecnólogo em Agroecologia.

Aprovado em xx de xxxx de 2022.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dra. Sandra Maria Campos Alves – IFRN
(Orientadora – Presidente)

Prof. Dra. Andrezza Kyarelle Bezerra de Moura – IFRN
(Segundo Membro)

Prof. Dr. Joseph Jonathan Dantas de Oliveira – IFRN
(Terceiro Membro)

Dedico a Deus que iluminou o meu caminho na
concretização deste trabalho e a Ciência.

AGRADECIMENTOS

Neste espaço deixo expresso a minha imensa gratidão a todos aqueles que colaboraram de uma forma ou de outra para a concretização deste trabalho:

Agradeço primeiramente a Deus, por ter iluminado sempre o meu caminho e guiado os meus passos para que eu pudesse realizar esta pesquisa.

Agradeço ao Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte por dispor dessa tão importante Graduação em Tecnólogo em Agroecologia, visto que esta contribui de forma significativa e direta para o cultivo sustentável e proteção da biodiversidade.

Agradeço imensamente a minha Orientadora Dra. Sandra Alves por ter acolhido a ideia da pesquisa, me orientado, ter me auxiliado na construção e no aperfeiçoamento desta obra e ter disposto do seu precioso tempo para as correções, instruções e ajustes necessários. Foi de grande relevância para a construção desse trabalho e divulgação da Ciência.

Agradeço imensamente a todos os Docentes que ministraram as disciplinas e que de modo impreterível solidificaram a nossa formação científica e profissional com muito cuidado.

Agradeço imensamente a minha Família que sempre me apoiou no ofício do estudar, pesquisar e alcançar os meus sonhos. Minha imensa gratidão!

Agradeço a todos os meus amigos e amigas da vida que sempre apoiam e me inspiram, e também aos companheiros de curso pela simbiose de conhecimento, foi uma brilhante jornada.

Agradeço também a todos que se dispuseram de um tempo no presente ou no futuro, para ler esta pesquisa, que ela sirva de estudo e de guia para os projetos de pesquisas acadêmicas de cada um de vocês.

“O homem não é nada além daquilo que a educação faz dele”. (Immanuel Kant)

“Eu sei, se aqui cheguei, se conquistei o que eu queria,
Cheguei, porque teimei, porque apostei na travessia,
Não fiz tudo que eu quis, mas sou feliz, não fui perfeito,
Errei, mas procurei fazer direito.
Andei, corri, voei, me atralhei, perdi o prumo,
Voltei, recomecei, replanejei, achei meu rumo,
Não fiz tudo que eu quis, mas sou feliz,
Não, não fui perfeito,
Errei, mas eu tentei fazer direito”.

De alma pura – Silvio Brito

PRODUÇÕES E TÉCNICAS DE BASE AGROECOLÓGICA COMO FATOR POTENCIAL PARA MITIGAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS NEGATIVOS RELACIONADOS AO CLIMA: REVISÃO NARRATIVA

OLIVEIRA, Jaira Maria de. Produções e técnicas de base agroecológica como fator potencial para mitigação dos impactos ambientais negativos relacionados ao clima: revisão narrativa. 2023, xx f. Monografia (Graduação em Tecnologia em Agroecologia), Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia – Campus Ipanguaçu (IFRN/IP), Ipanguaçu – RN. Brasil, 2023.

RESUMO: Este trabalho se propôs avaliar as técnicas agroecológicas como fator mitigador dos impactos das mudanças do clima na produtividade agrícola. Para isso utilizamos como metodologia de pesquisa bibliográfica na qual desenvolveu – se um levantamento de dados: mapas, infográficos e tabelas, por meio de consultas a diferentes bases de dados oficiais: Plataforma de dados mundiais sobre o clima; Relatório originado da Quarta Comunicação Nacional do Brasil à Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças do Clima e IPCC. Foram avaliados os seguintes fatores: Ações antrópicas; Alterações nas condições ambientais; Possíveis impactos no cenário agrícola; e as técnicas de base agroecológica como fator mitigador dos impactos ambientais. A partir das discussões dos dados e resultados, bem como sobre os efeitos das mudanças climáticas, em especial as alterações dos níveis de carbono impulsionadas pela agricultura moderna que tem ocasionado diversos problemas socioambientais, a agroecologia passa a ser vista através das suas práticas como forma eficiente na mitigação dos impactos dessas mudanças no clima. Além disso, a agroecologia torna possível uma adaptação dos cultivos agrícolas as condições ambientais extremas, pois prioriza a sustentabilidade, o equilíbrio com o meio ambiente e o uso racional dos recursos naturais.

Palavras-Chave: mudanças climáticas, emissões de carbono, agricultura, agroecologia, meio ambiente.

AGROECOLOGICAL-BASED PRODUCTIONS AND TECHNIQUES AS A POTENTIAL
FACTOR FOR MITIGATION OF NEGATIVE ENVIRONMENTAL IMPACTS RELATED
TO CLIMATE: NARRATIVE REVIEW

OLIVEIRA, Jaira Maria de. Agroecological-based productions and techniques as a potential factor for mitigating negative environmental impacts related to climate: narrative review. 2023, xx f. Monograph (Graduation in Technology in Agroecology), Federal Institute of Science and Technology Education – Campus Ipanguaçu (IFRN/IP), Ipanguaçu – RN. Brazil, 2023.

ABSTRACT: This work aimed to evaluate agroecological techniques as a factor mitigating the impacts of climate change on agricultural productivity. To do this, we used a bibliographical research methodology in which a data collection was developed: maps, infographics and tables, through consultations with different official databases: Global climate data platform; Report originating from Brazil's Fourth National Communication to the United Nations Framework Convention on Climate Change and IPCC. The following factors were evaluated: Anthropogenic actions; Changes in environmental conditions; Possible impacts on the agricultural scenario; and agroecological-based techniques as a factor mitigating environmental impacts. Based on discussions of data and results, as well as the effects of climate change, in particular the changes in carbon levels driven by modern agriculture, which have caused several socio-environmental problems, agroecology is now seen through its practices as an efficient way to mitigate the impacts of these changes in the climate. Furthermore, agroecology makes it possible to adapt agricultural crops to extreme environmental conditions, as it prioritizes sustainability, balance with the environment and the rational use of natural resources.

Keywords: climate change, carbon emissions, agriculture, agroecology, environment.

LISTA DE FLUXOGRAMA

Fluxograma – Fluxograma de causas e consequências de modo associar todos os fatores e construindo um futuro cenário agrícola dentro das projeções das mudanças climáticas, tendo como alvo final a agroecologia como fator de mitigação.....21

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Volume de emissões de gases de efeito estufa no Brasil de 1990 a 2021 e as fontes de emissões.....	23
Gráfico 2 - Atividade econômica brasileira e seu perfil de emissões de gás carbônico na atmosfera.....	24
Gráfico 3 – Balanço do volume de emissões de carbono pelo solo dentro do setor Agropecuário em 2021.....	26

APÊNDICE

Tabela 01: Quadro de referências/endereço eletrônico de cada fator presente no fluxograma.....	54
--	----

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	OBJETIVOS	
	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.4	
2.1	OBJETIVO	GERAL
	Erro! Indicador não definido.4	
2.2	OBJETIVOS	ESPECÍFICOS
	Erro! Indicador não definido.4	
3	REFERENCIAL	TEÓRICO
	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.5	
3.1	Brasil e as mudanças	climáticas
	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.5	
3.2	Agroecologia como possibilidade de mitigação de mudanças	climáticas
	Erro! Indicador não definido.8	
4	METODOLOGIA	19
4.1	Àrea de estudo	19
4.2	Variáveis analisadas e Base de dados	19
5	RESULTADOS	E
	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.1	DISCUSSÃO
5.1	Fluxograma de causas e consequências de modo associar todos os fatores e construindo um futuro cenário agrícola dentro das projeções das mudanças climáticas, tendo como alvo final a agroecologia como fator de mitigação	21
5.2	Avaliação das emissões de carbono geradas pelo agronegócio	22
5.3	Análise comparativa entre a agronegócio/agricultura convencional e a Agroecologia	27
5.4	Revisão sobre a Agroecologia como ciência capaz auxiliar na redução dos impactos ou na adaptação do sistema de cultivo agrícola diante de condições extremas do clima causadas pelo aumento das emissões de carbono	
	Erro! Indicador não definido.1	
5.5	Práticas culturais de manejo de solos	38
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	44
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45

1 INTRODUÇÃO

De acordo com VAREJÃO-SILVA (2006), o clima e tempo podem ser definidos da seguinte forma: o clima compreende o conjunto de fenômenos meteorológicos, como por exemplos: a chuva, a temperatura, a pressão atmosférica, a umidade relativa do ar e até mesmo a circulação dos ventos que caracterizam determinada região. Por outro lado, clima característico de determinado local só pode ser classificado após décadas de observação, o tempo também é explicado como sendo a união passageira de elementos climáticos, ou seja, trata – se do conjunto de condições atmosféricas que age em um dado instante sobre uma determinada região. Além disso, o tempo pode variar de acordo com o dia, sendo influenciado pelas condições atmosféricas (VAREJÃO-SILVA, 2006).

Na sociedade contemporânea, uma das principais problemáticas se refere ao futuro do clima, o enigma da frequência e da intensidade das mudanças climáticas extremas. Alguns eventos naturais como grandes ondas de calor, chuvas volumosas, enchentes inesperadas, secas duradoras, têm se tornado bastante comum, o que tem levantando o interesse dos cientistas pela pesquisa desses fenômenos devido o grande impacto na vida das pessoas, pois os adventos do clima ocasionam perdas irreparáveis para qualquer espécie pertencente ao ecossistema. (MARENGO et al., 2009).

A grande extensão territorial do Brasil tornou – o natural a presença de diversos tipos de clima, que vai desde o semiárido tropical, com acumulado de chuvas inferior a 600 mm, até os climas classificados como equatoriais, tropicais e subtropicais, com o quantitativo pluviométrico alcançando os registros de 3300 mm (Ramos, 2009). Também há o clima considerado quente superúmido no noroeste do País até o temperado úmido na região sul e, segundo a classificação climática de Köppen-Geiger, também se tem presente o clima tropical (Af, Am, Aw, As), o clima semiárido (Bsh) que ocupa grande parte do Nordeste e até mesmo o subtropical úmido (Cfa, Cfb, Cwa, Cwb, Cwc, Csa, Csb) (IBGE, 2004).

Em relação a classificação climática de Köppen-Geiger, esta afirma que a vegetação natural presente em cada região da Terra se deve ao clima predominante na região. Além disso, dentro da classificação climática, também são considerados relevantes as informações sobre a sazonalidade e os valores médios anuais e mensais da tanto da temperatura do ar, quanto da pluviosidade (ROLIM et al., 2007).

A precipitação intensa é um dos eventos que tem mais ocasionado danos, causando enchentes, grandes deslizamentos de terra e mortes (NOBRE et al, 2011). Entre os anos de 1950 e 2003, foi observado um elevado aumento na frequência e na intensidade das chuvas, especificamente nas regiões Sudeste e Sul do Brasil, e de acordo com a projeção feita pela CCST/INPE naquela época para o futuro, atual momento, a margem para a precipitação anual era de alcançar até 2100 mm (NOBRE et al, 2011).

Em relação a temperatura média anual no Brasil, esta foi construída de acordo com o cenário de crescentes emissões globais de GEE (Gases de efeito estufa) para o fim deste século, no relatório global é indicado um possível aumento de 2°C a 4°C em todo o planeta. Associando essa projeção às mudanças de temperatura, os modelos matemáticos afirmam diversas consequências como: avanço no número de dias quentes, redução no número de dias frios, crescimento no número de noites quentes e diminuição no quantitativo de noites frias (MARENGO et al., 2009).

Por outro lado, os valores extremos relacionados de modo direto com a variável temperatura são considerados de alta confiabilidade, sendo produzidos a partir de modelos que simulam os índices extremos pautados no volume de precipitação (NOBRE et al, 2011).

Esse panorama de aumento da temperatura ocasionaria uma crescente intensidade de eventos climáticos extremos, assim como a desregulação no regime das chuvas, além de gerar de forma mais comum, a ocorrência de secas e enchentes em diferentes partes do território brasileiro. Diversas pesquisas corroboram que, além de apresentarem alto risco a vida de grandes contingentes populacionais urbanos, estas mudanças no clima do planeta tendem a sequenciar a maior propagação de epidemias e pragas, ameaçando também a o fornecimento de água e luz, comprometendo os principais sistemas e serviços da sociedade (MOTA et al, 2011)

O ramo da produção agrícola seria uma das áreas mais afetadas, especialmente em regiões onde já se averigua a insuficiência de recursos hídricos, como o Nordeste brasileiro. Inúmeros desses impactos poderão acontecer ou aumentar ainda mais antes de 2050, com grandes impactos econômicos. Dessa forma, torna-se importante a construção de pesquisas que auxiliem na compreensão dos fenômenos da natureza e na grande extensão das consequências destes para a continuidade da vida no planeta terra, vindo a ser decisivo para a implantação de políticas e projetos de controle das condições climáticas advindas do aquecimento global. Contudo, é imprescindível avaliar os efeitos

dessas políticas nos países desenvolvidos e naqueles que estão em desenvolvimento (MOTA et al, 2011).

2. OBJETIVOS

2.1 Geral

Avaliar as técnicas agroecológicas como fator mitigador dos impactos das mudanças do clima na produtividade agrícola.

2.2 Específicos

- Avaliar as ações antrópicas como fator precedente para o desencadeamento, agravamento das mudanças climáticas;
- Avaliar a projeção da produtividade para determinadas cultivares agrícolas previstos no cenário das mudanças climáticas para 2030;
- Produzir um fluxograma de causas e consequências de modo a associar todos esses fatores construindo um futuro cenário agrícola;
- Analisar como a Agroecologia pode auxiliar na redução dos impactos ou na adaptação do sistema de cultivo agrícola diante de condições extremas do clima.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Brasil e as mudanças climáticas

As consequências das mudanças climáticas globais proporcionaram ainda no século passado a criação do IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) em 1988. De acordo com os dados do IPCC, somente no século XX, a humanidade presenciou um aumento de 0,65°C na temperatura média da terra, sendo essa elevação da temperatura mais fortemente identificado no começo dos anos 1990. Em relação a ao volume de água precipitada, o percentual de aumento apresentou uma variação de 0,2% a 0,3% na região tropical, mais especificamente em um local com coordenadas entre 10° de latitude Norte e 10° de latitude Sul. Tratando – se das causas de todas essas variações, os cientistas defendem que podem ser de origem natural quanto de origem antropogênica, ou até mesmo o equivalente a uma soma das duas (IPCC, 2004).

No mar, os modelos matemáticos fundamentados em dados verificados e coletados dos oceanos, biosfera e atmosfera, está prognosticado um aumento entre 1,4°C e 5,8°C na temperatura média global da água oceânica até o fim do século XXI (IPCC, 2004). Quanto as magnitudes das consequências ou eventos advindos de tais mudanças, isto para as previsões é considerado ainda incerto, pois ainda existe pouca pesquisa e análises dos processos físicos e químicos baseados nas trocas de calor, de carbono e de radiação nos mais diversos ecossistemas da Terra. Por outro lado, Kalnay & Cai (2003), afirmam que a temperatura ainda poderá subir em até 0,088°C por década, alcançando um estado térmico próximo da realidade mais otimista prevista no relatório do IPCC.

Salati et al (2002), previa em seus estudos, um cenário climático extremo: com secas prolongadas, inundações e ondas de calor mais frequentes (Salati et al., 2002), o que já pode ser comumente percebido nos últimos anos. Por outro ângulo, a curva crescente na temperatura a capacidade do ar em ater vapor d'água e, conseqüentemente, fornece uma maior descarga hídrica. Respondendo a essas alterações, os ecossistemas de plantas tendem a expandir a sua biodiversidade ou apresentar mudanças negativas.

De acordo com Thomas et al. (2004), em decorrência da elevação das temperaturas, em torno de 18 espécies estarão ameaçadas de extinção até a chegada do ano de 2050, meditando o cenário mais otimista. Além disso, também é averiguado os os futuros impactos que serão trazidos pela alta no nível dos oceanos e derretimento das

geleiras que proporcionarão tempestades e furacões mais intensos e mais comuns (SALATI et al., 2002).

O Brasil apresenta considerável extensão territorial, devido a esse importante fator da sua geografia natural, apresenta uma grande diversidade de clima, um rico quantitativo tipos de solo, além de uma topografia bastante dinâmica. Trazendo esse contexto do território brasileiro para a situação ambiental do planeta, é importante levar em consideração a previsão das condições do clima para o futuro, e isso inclui diversos eventos naturais, como: a elevação das temperaturas dos mares e da terra, o que poderá limitar o cultivo de plantas agrícolas. Dessa forma, culturas que são resistentes a temperaturas elevadas possivelmente alcançarão mais rapidamente a faixa limite de tolerância ao estresse térmico e hídrico. Por outro lado, a redução extrema das temperaturas impossibilitará o desenvolvimento eficiente de culturas suscetíveis a geadas.

Tratando – se do ambiente natural, a oscilação de temperatura e do volume pluviométrico, interfere densamente na estrutura de organização das cadeias biológicas, assim como nas comunidades e ecossistemas, agindo de modo direto na sobrevivência de espécies presentes na fauna e na flora de cada habitat (PRIMACK et al, 2001).

Segundo dados do IBGE (2004), no Brasil é identificado seis biomas: Amazônia, Cerrado, Caatinga, Mata Atlântica, Pantanal e Pampa, dentro de cada um desses biomas tem - se uma enorme variedade de vegetação. Contudo, essa diversidade vegetativa associada as condições climáticas extremas e ao aquecimento global, poderá impactar em distintos setores da sociedade, tais como: planejamento e distribuição hídrica, saneamento básico urbano e rural, sanidade ou higienização em ambiente hospitalar, projeto paisagístico e arquitetônico e vigilância contra enchentes, uso reduzido de energia, e até mesmo poderá acarretar decorrências no turismo de cidades litorâneas.

O aumento da temperatura pode afetar a atividade fotossintética das plantas, com isso, as reações enzimáticas catalisadas passam a ocorrer de modo acelerado, derivando numa grande perda da atividade das enzimas, uma vez integrada à tolerância das plantas ao calor ambiente (ASCON – BIETO et al, 1996). Por outro lado, tratando-se da florescência, a se tornar comum o registro de temperaturas superiores a 34°C poderá ocasionar para culturas não resistentes o abortamento de flores e, por conseguinte, perda de produtividade (Camargo, 1985; Pinto et al., 2001; Sedyama et al., 2001). Além disso, temperaturas entre 28°C e 33°C, para culturas não tolerantes, tendem a

proporcionar uma redução consistente na produção de folhas e também na atividade fotossintética de espécies como o cafeeiro (DRINNAN & MENZEL, 1995).

Segundo Marengo (2001) o número de frentes frias relacionadas às geadas intensas no Sul do Brasil diminuiu com o decorrer do tempo, havendo uma tendência de invernos mais quentes. Apesar disso, entre os anos de 1882 e 2000, foram identificadas 42 geadas prejudiciais ao cafeeiro, na região Sul e Sudeste, com 35% dos eventos provocando perdas na produção.

Conforme Caramori et al. (2001), Pinto et al. (2001) e Sedyama et al. (2001), para efeito do zoneamento do café, a temperatura mínima tolerável sem causar danos às folhas é de 0°C a 1°C. No caso do zoneamento de riscos climáticos para o café no Brasil, apenas são consideradas em condição de financiamento da lavoura as regiões que apresentam risco de geada igual ou inferior a 25%, ou seja, 75% de chances de que a temperatura mínima seja igual ou superior a 1°C. Para efeito de abortamento de flores, o mesmo zoneamento considera como tolerável a temperatura média mensal até 24°C.

Os elementos que compõe o clima são os que mais geram impactos nas atividades socioeconômicas, a precipitação ou chuva proporciona papel relevante para diversas áreas da sociedade (FIRPO, 2012). Sendo assim, excesso ou escassez de precipitação, influenciam o ciclo hidrológico e provocam oscilações nos demais componentes do sistema climático, ocasionando inundações e secas inesperadas (TWARDOSZ et al., 2015).

Portanto, a obtenção e avaliação dos dados climáticos são fundamentais para a gestão pública territorial, especialmente no que se diz respeito ao gerenciamento dos recursos hídricos local, vindo, desse modo, ser de grande importância a realização de pesquisas e estudos que visem ponderar o impacto de fatores como precipitação no ecossistema, e em áreas sociais como a agricultura (WANDERLEY et al, 2013).

Em relação aos dados, para que seja refletida a confiabilidade dos resultados, é importante que as análises dos estudos utilizem dados de boa qualidade e distribuição espacial (COSTA et al., 2012). Em lugares do mundo como a América do Sul há ainda uma grande insuficiência de informações de estações meteorológicas, ou dificuldades de acesso aos dados.

.2 Agroecologia como possibilidade de mitigação de mudanças climáticas

O avanço das mudanças climáticas tem se tornado uma grande ameaça para a agricultura, visto que as alterações nos elementos climáticos considerados imprescindíveis para o cultivo agrícola serão severamente acentuadas, o que proporcionará o comprometimento da produção alimentícia. Uma das previsões é a de secas mais frequentes e mais prolongadas, podendo limitar de modo significativo o rendimento dos cultivos, o que representa um problema ainda mais sério, especialmente para agricultura de subsistência podendo gerar transtornos para os camponeses rurais (ALTIERI et al 2009)..

Contudo, existe a possibilidade de se adaptar as condições extremas do clima, algumas técnicas são bastante eficientes como, por exemplo, o cultivo de variedades locais tolerantes à seca, como afirma Brzozowski e Mazourek, (2023, sobre o uso de variedades resistentes por meio da seleção de características desejáveis, como elevado rendimento de cultivo e maior resistência a estresse hídrico, tem a premissa de alcançar significativamente a produção agrícola aliada ao desenvolvimento sustentável, visto que é uma prática importante para lidar com a escassez de água e as condições climáticas adversas típicas das áreas de seca.

Outra prática é a agrofloresta considerada um sistema que promove a diversificação dos cultivos, melhora a absorção de nutrientes do solo e reduz a necessidade de fertilizantes químicos. Essas e outras técnicas tendem a auxiliar no manejo dos agroecossistemas, conferindo uma maior resiliência ambiental e econômica, assim como contribui de forma substancial para a segurança alimentar (ALTIERI et al 2009).

Dentro da agroecologia pode se encontrar diversos modelos de cultivo sustentável que podem mitigar os impactos das mudanças climáticas, como a agrofloresta. A agroecologia por ser uma abordagem que busca conciliar a produção agrícola com a preservação ambiental e a sustentabilidade propõe diferentes modelos de cultivo sustentável que têm demonstrado eficácia na mitigação dos impactos das mudanças climáticas. Como já fora citado, um dos modelos é a agrofloresta, outro modelo de cultivo sustentável dentro da agroecologia é a integração lavoura – pecuária - floresta, que combinam as atividades agrícolas com a criação de animais, ambos sustentáveis (ALTIERI et al 2009).

A produção de base agroecológica representa na contemporaneidade uma excelente estratégia contra o contínuo avanço da agricultura moderna que utiliza os recursos naturais de modo geral não sustentáveis. Dessa forma, a Agroecologia surge como uma ferramenta potente no combate e na adaptação as mudanças climáticas através da aplicação das tecnologias sociais, dos saberes tradicionais e do manejo da biodiversidade dentro do ecossistema (ISPN, 2022).

4. METODOLOGIA

4.1 Área de estudo

O Brasil possui uma área de aproximadamente 8.515.767,0 km², estando localizado entre as longitudes -75° e -35° e as latitudes +5° e -30°. Possui 5.569 municípios, além do Distrito Federal, que estão espalhados em 5 regiões políticas: Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul (IBGE, 2015). Para o presente estudo foram utilizados dados históricos de T-Mín. (Temperatura mínima), T-Méd. (Temperatura média), T-Máx. (Temperatura máxima) e Prec. (Precipitação) de estações meteorológicas convencionais no Brasil, pertencentes ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Os dados coletados em diversas bases pela Plataforma de Dados mundiais foram organizados em uma série temporal de (2001 – 2021), ou seja, dos últimos vinte anos.

A metodologia de pesquisa exploratória e bibliográfica, de modo qualitativo, para a realização de um levantamento de dados: mapas, infográficos e tabelas, por meio de consultas a diferentes bases de dados oficiais: Plataforma de dados mundiais sobre o clima; Relatório originado da Quarta Comunicação Nacional do Brasil à Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças do Clima; IPCC e ONU.

4.2 Variáveis analisadas e Base de dados:

4.2.1 Ações antrópicas como fator desencadeador das alterações nas condições ambientais:

- Base de dados: IPCC;
- ONU.

4.2.2 Clima, Temperatura, Umidade, Precipitação, Luminosidade

- Base de dados: Plataforma de Dados Mundiais – Clima;
- Base de dados do IPCC.

4.2.3 Projeção de produtividade para determinadas culturas

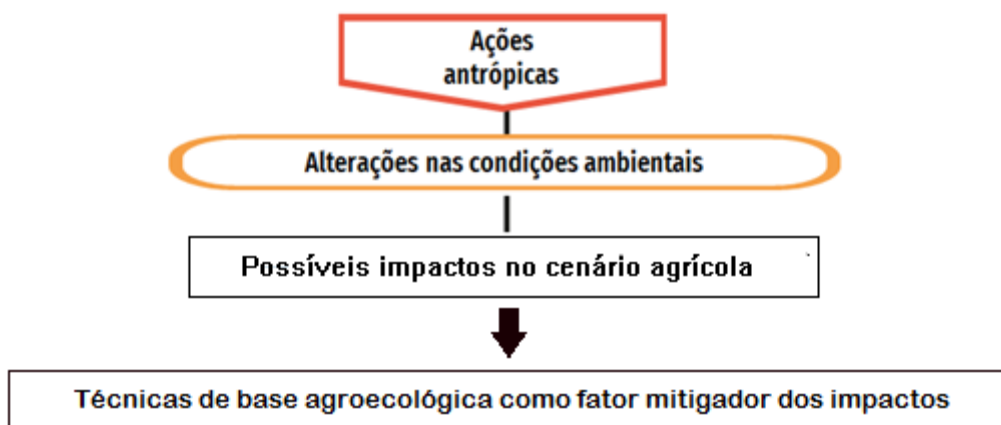
Documento: Quarta Comunicação Nacional do Brasil à Convenção – Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças do Clima (2021).

A Quarta Comunicação Nacional publicada em 2021 aborda importantes tópicos que trazem dados atuais do Inventário Nacional de Emissões de GEE, com base numa coleta organizada em série histórica de 1990 a 2016, assim como divulga relevantes análises sobre impactos e vulnerabilidades com concernentes propostas de adaptação à mudança do clima, sendo considerado um exímio relato sobre as possíveis iniciativas de mitigação e de adaptação no Brasil que devem ser adotadas, além de informações no que se diz respeito a restrições, necessidades de recursos financeiros, tecnológicas e de formação nas áreas temáticas discutidas no referido documento.

Tratando – se da Quarta Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC, sigla em inglês), este é um documento oficial que tem a sua elaboração coordenada pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI) através da Coordenação-Geral de Ciência do Clima e Sustentabilidade, além de envolver um grande número de órgãos e instituições em sua produção.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Fluxograma de causas e consequências de modo associar todos os fatores e construindo um futuro cenário agrícola dentro das projeções das mudanças climáticas, tendo como alvo final a agroecologia como fator de mitigação:



Fonte: Arquivo da autora.

O fluxograma acima mostra um cenário projetado para o futuro do Brasil, levando em consideração as evidências científicas e os dados de pesquisas/estudos que foram disponibilizados em bases e Instituições de grande relevância para a ciência.

Avaliando o fluxograma, se torna mais compreensível sobre como os elementos se interligam na construção de um cenário agrícola que pode ser impactado pelas mudanças climáticas. O primeiro elemento é as ações antrópicas que tem o fator humano como principal agente desencadeador que desde a revolução industrial vem alterando as condições ambientais, provocando desequilíbrios no ecossistema e o agravamento do efeito estufa. Em decorrência das alterações nas condições ambientais, é gerado outros problemas como a oscilação na produtividade agrícola.

Por outro lado, a agroecologia como ciência apresenta diversas técnicas que pode auxiliar na mitigação dos impactos das mudanças climáticas no panorama agrícola, através do cultivo sustentável no qual a sua produção é realizada em equilíbrio com o ecossistema, de modo a usufruir dos recursos de forma ecologicamente correta.

Algumas dessas técnicas que podemos citar são: algumas delas são: compostagem (processo de decomposição de resíduos orgânicos, como restos de alimentos e esterco, que resulta em um adubo natural rico em nutrientes para as plantas), plantio direto (técnica que consiste em semear ou plantar as sementes diretamente no

solo sem a necessidade de revolvimento da terra, auxiliando na conservação do solo e reduzindo a erosão), rotação de culturas (prática de alternar diferentes culturas em uma mesma área ao longo do tempo, evitando o esgotamento do solo e promovendo a diversificação produtiva), entre outras.

5.2 Avaliação das emissões de carbono geradas pelo agronegócio.

As pesquisas sobre o carbono tem sido um grande foco nos últimos tempos devido as mudanças climáticas influenciada pelo aumento das emissões dos gases de efeito estufa (GEEs). As atividades agrícolas que exploram de modo intensivo o solo aliado ao desmatamento tem sido considerado as principais fontes de emissão desses gases (MCT, 2010).

Em todas as regiões brasileiras tem sido perceptível o enorme quantitativo de áreas de florestas naturais desmatadas, o desmate é uma prática ainda bastante empregada com o objetivo de expandir a produção agrícola, permitindo a sobrevivência de poucos remanescentes de matas onde o Carbono consegue realizar o seu ciclo e fixar – se no solo. Em suma parte, as plantas fixam Carbono através da realização da fotossíntese, os ecossistemas terrestres por sua vez acumulam C no transcorrer da sucessão, entretanto, tal acúmulo declina enquanto as florestas alcançam a maturidade (SCHOLES e NOBLE, 2001).

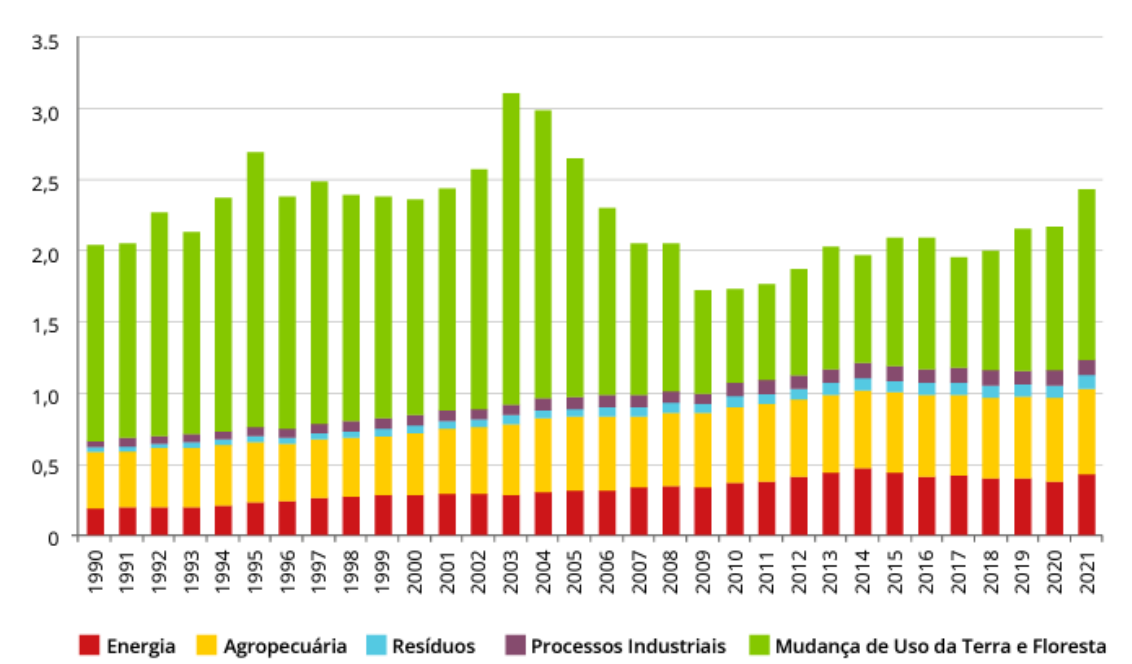
Sendo assim, o conceito de fixação de carbono comumente é associado com a ideia de armazená - lo em solos, florestas, assim como outros tipos de vegetação (BALBINOT et al., 2003), porém, a remoção e/ou a troca da vegetação decompõe estes reservatórios e sumidouros. Por outro lado, as alterações da vegetação em cobertura e do solo tendem a transformar um ecossistema em dreno do referido elemento químico servindo como fonte direta deste gás para a atmosfera (BAYER et al., 2004; DIEKOW et al., 2005).

De acordo com o MapBiomass (2022), o solo é avaliado como um dos quatro extensos reservatórios de carbono do planeta, seguido da atmosfera, dos oceanos e das plantas, que também assimilam carbono durante as fases de crescimento e estocam o carbono no solo de forma orgânica, este solo quando sofre processos de degradação passam a devolver o carbono para a atmosfera em forma de gás carbônico e metano, intensificando as mudanças climáticas.

De acordo com os dados observatório do clima apresentados em série histórica (1990 à 2021), e divulgados em 2023, afirmam que em 2021 as emissões de gás carbônico no setor agropecuário foram as mais elevadas da série histórica, exibindo um volume de 601 milhões de toneladas de CO2 equivalente (GWP AR5), refletindo um aumento de 3,8% em comparação com o ano de 2020 (579 milhões de toneladas).

Logo abaixo, pode ser observado o gráfico retratando o volume de toneladas de gases estufas de 1990 até 2021, além disso é identificado as fontes observadas.

Gráfico 1 – Volume de emissões de gases de efeito estufa no Brasil de 1990 a 2021 e as fontes de emissões



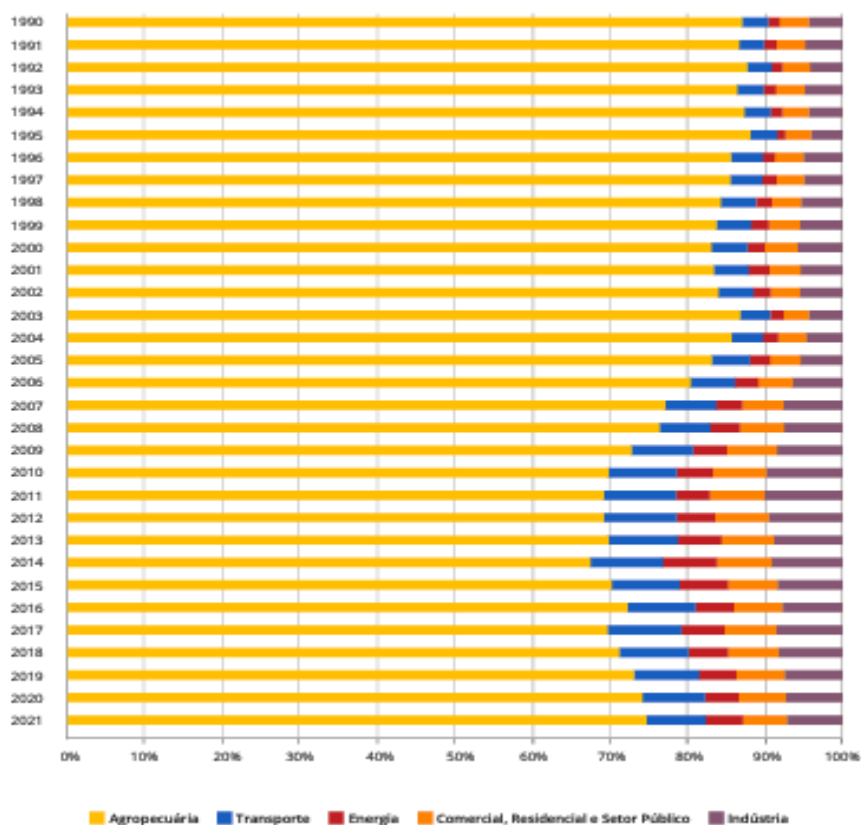
Fonte: Observatório do Clima, 2023.

Observando o gráfico acima, é possível constatar que as mudanças do uso da terra e a exploração de áreas florestais são as maiores responsáveis pela grande parte das emissões brasileiras, aliando o volume de emissões por desmatamento e as ocasionadas mudanças ou pelo uso intensivo da terra dentro da agropecuária, pode – se afirmar que a atividade agropecuária convencional representa a geração de 74% de toda a poluição climática brasileira (OBSERVATÓRIO DO CLIMA, 2023).

Outro importante dado revelado no estudo realizado pelo Observatório do Clima (2023), diz respeito ao perfil de emissões por atividade econômica, tais informações reafirmam as discutidas anteriormente.

Devido às ações humanas, os fluxos de carbono no presente estão sendo alterados. Isso acontece devido à queima intensa de combustíveis, assim como é advindo das práticas ilegais de desmatamentos e queimadas de florestas, e no âmbito da agropecuária, é gerado através da aplicação de adubação mineral nitrogenada ao invés do uso de cobertura verde que captura e fixa o carbono, além da emissão de metano nos cultivos irrigados por inundação (como é o caso do arroz irrigado) e à criação intensiva e extensiva de animais, principalmente bovinos (Smith et al., 2008).. É importante ressaltar que cerca de metade das emissões antropogênicas de CO₂ ocorreram apenas nos últimos 40 anos, entre 1750 e 2011 (IPCC, 2014).

Gráfico 2 - Atividade econômica brasileira e seu perfil de emissões de gás carbônico na atmosfera.



Fonte: Observatório do Clima, 2023.

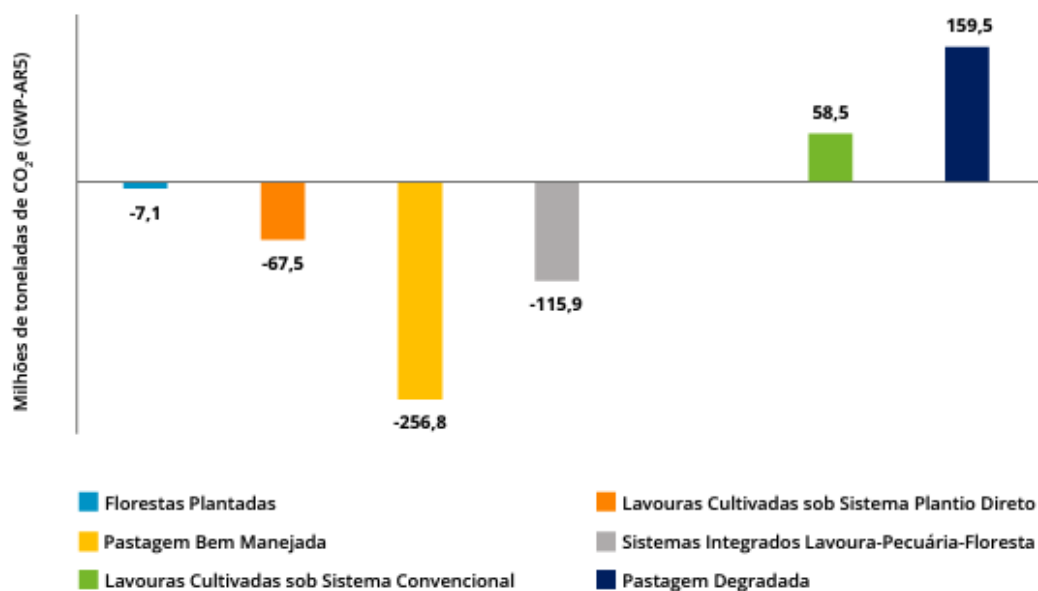
É importante salientar antes de referir – se ao gráfico acima, o fato de que as emissões líquidas são provindas das emissões brutas sem considerar as remoções de carbono por áreas ambientais protegidas, sendo estas ocasionadas pelo uso intensivo da terra. Em 2021 as remoções realizadas por florestas presentes em áreas protegidas e pela vegetação secundária apresentaram redução no ano de 2021, o que sugere o contínuo avanço do desmatamento em terras legalmente indígenas, unidade de conservação protegida e em florestas em processo de recuperação pós desmate (OBSERVATÓRIO DO CLIMA, 2023).

No gráfico acima, é possível constatar que a maior parte das emissões advém da agropecuária (agricultura e criação animal) que tem se expandido cada vez mais, sendo esta expansão acelerada pelo desmatamento, pela retirada de plantas nativas, implantação do monocultivo e uso intensivo de solo associado a perda de cobertura vegetal nativa (OBSERVATÓRIO DO CLIMA, 2023).

A Revolução Industrial resultou no volume elevado das emissões de gases na atmosfera terrestre ocasionadas por atividades humanas. Especificamente, gases como o metano e o óxido nitroso provenientes da agricultura são os principais contribuintes da poluição atmosférica. Como cada gás possui distintas capacidades de gerar o efeito estufa, passou – se a usar o conceito de equivalência de CO₂ para somar e expressar a equivalência de todas as emissões em um determinado valor correspondente ao Potencial de Aquecimento Global (PAG) do CO₂. (LUIZ et al, 2022).

O cenário de emissões dentro do setor agropecuário pode ser visualizado a seguir de forma mais estratégica.

Gráfico 3 – Balanço do volume de emissões de carbono pelo solo dentro do setor Agropecuário em 2021.



Fonte: Observatório do Clima, 2023.

Como pode ser visualizado no gráfico acima, a principal fonte de emissão de carbono pelo solo é considerada as áreas de pastagem degradada, que emitem cerca de 160 MtCO₂e (milhões de toneladas de gás carbônico), advindas de uma área superior a 79 milhões de hectares de pastagem com algum grau de degradação. Essas áreas de pastagem geralmente apresentam baixa capacidade produtiva, com ínfima taxa de lotação animal e com déficit no manejo (OBSERVATÓRIO DO CLIMA, 2023).

Dessa forma, é essencial a consolidação e implantação das boas práticas agropecuárias, com o intuito de mitigar e proporcionar adaptação da agricultura as mudanças do clima, especialmente em áreas degradadas (Observatório do clima, 2023).

Diferentemente de outras indústrias, que dependem de energia fóssil e insumos e materiais externos, as emissões de gases de efeito estufa (GEE) advindas da agricultura surgem a partir da construção e efetivação de um processo biológico que abarca a gestão dos ciclos de carbono (C) e nitrogênio (N), nos quais esses elementos gasosos são capturados e liberados. Ultimamente, a agricultura e o sistema pecuário são as principais fontes de GEE de intenso impacto, como metano e óxido nitroso (SMITH & LAMPKIN, 2019).

A maior parte das emissões na agricultura provém do setor de produção animal, correspondendo a 83% do total. Os 17% restantes são provenientes do uso de fertilizantes, corretivos calcários e resíduos de culturas que não são extraídos dos solos agrícolas. (ANÓNIMO, 2019).

Estas emissões estão relacionadas principalmente com o metano, correspondendo a 40% do total das emissões de metano no país, e com o óxido nitroso, correspondendo a 73% do total das emissões de óxido nitroso no país. As principais fontes de emissão estão no setor da produção animal, que representa 83% das emissões totais da agricultura. Os restantes 17% estão relacionados com a utilização de fertilizantes, corretivos calcários e resíduos de culturas que não foram removidos dos solos agrícolas. (ANÓNIMO, 2019).

A criação de gado é responsável por aproximadamente 50% a 60% das emissões de metano e óxido nitroso, gases advindos de atividades humanas. Isso ocorre através da fermentação entérica, que gera metano durante a digestão das fibras pelos ruminantes, e das perdas de nitrogênio relacionadas ao uso de esterco e fertilizantes minerais. Portanto, há um crescente reconhecimento do papel importante que esses setores desempenham na mitigação global das emissões desses gases. (SMITH & LAMPKIN, 2019).

5.3 Análise comparativa entre a agronegócio/agricultura convencional e a Agroecologia.

O modelo de produção de agricultura convencional é um sistema bastante dependente de insumos externos, de tecnologias de cultivos específicas (sementes geneticamente modificadas ou transgênicas; uso de agroquímicos frequentemente; inúmeras máquinas de baixo a alto porte, sistema de irrigação complexo, alto nível de qualificação profissional, entre outros pontos) requer extensas áreas de monoculturas para garantir o retorno esperado, e ainda tem como alvo principal a produção de commodities em larga escala para suprir o comércio externo e interno. Além disso, também apresenta um elevado custo e risco ambiental, podendo ocasionar problemas como depreciação do solo, uso extremo de agroquímicos, grandes perdas da diversidade, dos recursos faunísticos e florísticos, uso excessivo de água e degradação dos recursos ambientais como todo o ecossistema (BOMBARDI, 2017; SOBRINHO et al., 2017).

Esse grande contingente de fatores impactos evidencia a insustentabilidade da adoção desse modelo convencional, que foi altamente difundido no mundo inteiro, e bastante implantado no Brasil. Dessa forma, o cenário necessita, mais do que correção do modelo originado pela Revolução Verde, precisa uma transformação de paradigma na relação do produtor com a sociedade, e estes com os ecossistemas naturais associado com os agroecossistemas (CRAVERO, 2017; ESCHENHAGEN; MALDONADO, 2017; POLANYI, 1989).

A partir desse inerente contexto de problemas ambientais, o movimento de cultivos de base ecológica passa a ganhar mais força, apoio e credibilidade, especialmente a partir dos anos 60, quando começa a surgir diálogos entre os saberes tradicionais e o conhecimento científico, constituindo o que na contemporaneidade é conhecido como Agroecologia, que passa a ser compreendida como sendo a Ciência, o Movimento e a Prática, apresentando uma complexidade de mudanças, sendo desse modo entendida como um marco teórico que estabelece e sugere um novo paradigma. Além disso, orienta e norteia uma série de princípios necessários para atingir ou tornar possível a sustentabilidade dos agroecossistemas, respeitando a diversidade, a cultura, os recursos, tornando o ambiente saudável para quem vivencia ou usufrui do produto ou da realidade a ser construída solidificada nesses princípios, que são os camponeses, as tribos indígenas, as comunidades tradicionais, assim como a sociedade como um todo e assim como uma série de processos em construção (CAPORAL; COSTABEBER, 2002; CASADO; MOLINA; GUZMÁN, 2000; NORDER et al., 2019).

O modelo baseado na agroecologia, agricultura orgânica ou familiar com bases ecológicas e sustentáveis visa substituir o modelo convencional, mas para isso é necessário ultrapassar algumas barreiras como a adoção de tecnologias para solucionar gargalos muito percebidos pelos agricultores, obstáculos estes que em suma parte compromete a produção e a produtividade, a qualidade e a resistência dos produtos nas prateleiras (ANDRADE, 2019; SUZUKI; ARAÚJO; LARA, 2017). Diante disso, a função da inovação tecnológica que deverá dar suporte para os produtores praticarem o cultivo sustentável de plantas implica que haja uma modificação de ponto de vista quanto a motivação para a produção, de forma que o alvo seja segurança alimentar, o acesso ao alimento saudável e de qualidade e o uso racional dos recursos naturais.

Dentro de um cenário de disputas no campo da agricultura, a Agroecologia, vai de encontro ao modelo convencional degradante, sendo a grande precursora por orientar as ações de transformação radical dos modelos antigos, abdicando das práticas de

monocultivos, poluições, contaminação dos agroecossistemas e perdas naturais, e com isso, poderá ser possível a introdução do modelo que defende a diversidade sociocultural, conservação ambiental, justiça social igualitária e equidade nas relações de gênero (MENDONÇA; MARQUES, 2018; OLIVEIRA, 2020).

Em suma, alguns dos principais objetivos da modernização da agricultura são: a ampla integração dos agroecossistemas a uma agricultura fundamentada em tecnologia e insumos convencionais; que geram impactos na agricultura familiar, pois minimiza a autonomia do produtor local; provocando o êxodo de comunidades agrícolas tradicionais. A tudo isso se contrapõe a Agroecologia. (REJANE; REINIGER; KAUFMANN, 2017; ROSA; SVARTMAN, 2018)

O termo Revolução Verde pode ser definido como sendo um processo de modernização da agricultura instaurado na década de 1950, que visava e afirma o desenvolvimento de tecnologias que aceitariam a produção agrícola. A princípio foi o que realmente aconteceu, houve um importante aumento no desempenho na produção agrícola fundamentada no tripé: Mecanização, Engenharia Genética e Indústria Química, obtendo amplos progressos em produtividade e máxima receita econômica.

Em relação a política de fomento e crédito concedida para à implantação do agronegócio brasileiro, Meyer; Braga (2000, p.55) afirma que trata – se de uma política de modernização da agricultura brasileira que distancia – se cada dia mais dos anseios de um programa que tenha objetivos que se preocupam com as questões sociais do desenvolvimento rural, abandonando conseqüentemente a busca por um modelo de cultivo agrícola em consonância com a sustentabilidade socioeconômica e com o meio ambiente; assim como não incorpora componentes que se integram com a políticas de assistência social, como programas de saúde, educação e saneamento, agindo de modo primordial e somente, para o progresso dos insumos modernos.

Ainda de acordo com Meyer; Braga (2000, p.55), a revolução verde para o campo foi uma realidade mais difícil, visto que não apoiou – se no desenvolvimento sustentável, pois não contemplou com o pacote tecnológico, as principais questões socioambientais, assim como decompôs uma forma de vida equilibrada das populações e comunidades campesinas, provocando em intenso êxodo rural.

A chegada da modernização do campo gerou despesas ao governo, com isso, para que fosse possível implantar o sistema de agricultura moderno, o governo passou o preço do pacote tecnológico para os camponeses. Então, para conseguir ter acesso ao crédito público, que em terras brasileiras era considerado abundante e com baixo custo,

o agricultor tinha que aceitar algumas condições, como exemplo, comprar os insumos das industriais que produziam agrotóxicos, fertilizantes químicos e sementes, implementos e máquinas agrícolas, assim como outros insumos, aqueles que não conseguiam adaptar – se ao sistema sofriam com a falta de terra produtiva e com o êxodo rural (BALESTRO; SAUER, 2013, p. 08).

Diante desse cenário, o que se observa no Brasil, assim como no mundo inteiro é a transformação da paisagem rural, mudanças estas geradas pela contínua artificialização da agricultura, com a ascendência das monoculturas, que requer a ocupação de imensas áreas de terras férteis, grandes volumes de água potável, grande quantidade de produtos químicos e pouca mão de obra humana, justificada pela mecanização. Outro problema ambiental diz respeito à erosão genética de sementes, plantas e animais que vem sucedendo desde o início do processo da modernização da agricultura (ALTIERI, 2012, p. 27).

À medida que domínio das monoculturas proporciona uma padronização do cultivo, do produto que se vende como alimento, também ocorre a redução da diversidade, tão fundamental e presente nas policulturas conduzidas pela agricultura familiar tradicional, precedente ao processo de “Revolução Verde” e que ainda persiste na contemporaneidade. Durante as últimas décadas, as políticas públicas governamentais voltadas para o mercado de commodities também têm incitado a aceitação e o uso dessas tecnologias. Como consequência, o quantitativo de propriedades rurais tem diminuído bastante, apesar de que seu tamanho tenha sido bastante ampliado (ALTIERI, 2012, p. 27).

Por outro lado, a implementação das práticas agroecológicas contribui para manter as famílias no campo agrícola, valorizar os conhecimentos locais, promover a gestão sustentável dos solos e a preservação dos recursos naturais (Guedes & Martins, 2011). Com base nos princípios da agroecologia, é possível impulsionar uma mudança tanto nas áreas rurais como na agricultura, visando maior sustentabilidade socioambiental e econômica para os diferentes agroecossistemas. Nesse contexto, a agroecologia surge como uma alternativa viável para garantir a continuidade da atividade agrícola e a coesão social por meio de um projeto de desenvolvimento sustentável (CAPORAL et al., 2009; LOPES, 2014).

5.4 Revisão sobre a Agroecologia como ciência capaz de auxiliar na redução dos impactos ou na adaptação do sistema de cultivo agrícola diante de condições extremas do clima causadas pelo aumento das emissões de carbono.

O sucesso da entrada de C orgânico no solo é dependente do tipo de material orgânico que está passando pela senescência, que ocorre em determinados componentes como, por exemplo, a queda das folhas com suas taxas de decomposição após a deposição no solo, sendo isto a principal passagem para a transferência de C e substâncias nutritivas da planta para o solo (SCHUMACHER et al., 2004). Desta forma, é importante ressaltar o papel das florestas nativas e do cultivo de espécies florestais como forma de efetuar práticas importantes de sequestro e fixação de C, conseguindo com isso fortalecer e dinamizar a sua distribuição nos distintos componentes que compõe a matéria orgânica presente no ecossistema, como o solo e a biomassa (COSTA et al., 2005).

Segundo Altieri (2012), a agroecologia como ciência pode ser compreendida como sendo um conjunto de princípios fundamentais, que envolvem tanto a reciclagem de nutrientes e energia, como também à substituição e supressão de insumos externos, tornando eficiente a atividade orgânica do solo, através do plantio diversificado de plantas e de práticas integrativas que associem a agricultura com a pecuária ou a agricultura com a floresta, entre outras formas.

A sustentabilidade aliada a resiliência proporciona a construção de um sistema agrícola em equilíbrio com a natureza, utilizando práticas sustentáveis como: rotação de culturas, implantação de agrofloresta, emprego de sementes nativas, manejo integrado de pragas, uso de compostagem e adubação verde. Tais princípios contrapõem aos defendidos e utilizados pela agricultura convencional, que prioriza práticas insustentáveis tornando o sistema dependente de insumos externos, implantação de monocultura e o uso intenso de tecnologias exógenas. A agroecologia por outro lado, fundamenta-se no manejo de agroecossistemas sustentáveis, sendo conduzidos com base na diversificação agrícola com o intuito de proporcionar as interações biológicas e sinergias favoráveis entre os componentes do agroecossistema, permitindo consequentemente a regeneração da fertilidade do solo e o mantimento da produtividade e da proteção das culturas. (ALTIERI, 2012, p. 15).

Machado & Machado Filho (2014, p. 21), argumentam em seu livro “A dialética da agroecologia”, que o significado de agroecologia pode ser compreendido como uma

ciência dialética, não constituída de dogmas, mas por princípios, que servem de caminho para uma agricultura mais racional no cultivo e na produção de alimentos limpos.

Enquanto isso, Miguel Altieri (2012) defende em sua obra intitulada: Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável, o termo agroecologia trata – se de uma ciência que une teoria, prática e movimento, firmando – se na sociedade a partir de três sentidos: como uma teoria crítica que constrói um questionamento considerado radical e oposto a agricultura industrial ou convencional, proporcionando de modo simultâneo as bases metodológicas para o amplo desenvolvimento de agroecossistemas em equilíbrio com a natureza; como uma prática de cunho social que atua de acordo com a teoria agroecológica; como também um movimento social que integra diversos elementos na prática e na teoria imersos no desenvolvimento da Agroecologia, e instiga – os nas lutas sociais, na conservação do meio ambiente, na soberania e segurança alimentar, na relações comerciais dentro da economia solidária e nas interações ecológicas, o respeito a diversidade e equidade entre gêneros, proporcionando maior equilíbrio entre o mundo rural e o urbano (CAPORAL & PETERSEN, 2012).

De acordo com Penteado (2009), o sistema de produção agrícola baseado nos princípios da agroecologia, busca produzir alimentos num ambiente em que elementos considerados antagônicos não conseguem comprometer a qualidade do alimento, visto que não é utilizado produtos químicos, e por isso não ocorre contaminação da água, por exemplo, o que poderia impedir a sua utilização para irrigação ou o consumo humano ou animal.

Além disso, a agroecologia busca conservar a cobertura vegetal ciliar ou natural, através de práticas como o reflorestamento, além de que não pratica as queimadas. Dessa forma, esta ciência é essencial no que se diz respeito aos nichos e aos ecossistemas, pois ao nortear uma produção sustentável, tendem a preservar os ciclos de vida e as fases de produção orgânica, sem prejudicar a natureza e os seres vivos que também dependem dos mesmos recursos naturais (PENTEADO, 2007).

O “Codex Alimentarius” defende em suas diretrizes que esta ciência apresenta os seguintes objetivos: Ampliar a diversidade biológica do sistema em seu universo; Construir a coletividade no trabalho dentro da unidade familiar; Assegurar as relações de gênero e entre gerações; Desenvolver, enriquecer e preservar a atividade biológica e a fertilidade do solo; Praticar o reúso ou a reciclagem de restos de origem vegetal e

animal, com a finalidade de repor os nutrientes ao solo; solidificar suas bases em recursos renováveis e também em sistemas agrícolas formados localmente; Orientar e praticar o uso sustentável dos recursos naturais, fazendo isto a partir do manejo racional do solo, dos recursos hídricos e da atmosfera; Promover a produção e manipulação de alimentos e outros produtos agrícolas, utilizando métodos sustentáveis; Uso de variedades tradicionais e espécies consideradas nativas ou locais a fim de preservar o bioma (FREITAS et al,1997; PORTO, 1997).

5.4.1 Agroecologia e manejo de carbono

Primeiramente antes de partir para discutir sobre formas de base agroecológica utilizadas para o manejo do carbono, é relevante compreender sobre o recurso solo, este é compreendido como sendo o principal reservatório temporário de carbono dentro de um ecossistema. Contudo, o carbono é um elemento bastante dinâmico e sensível as formas de manejo aplicadas no solo, assim como o seu conteúdo apresenta-se estável em determinadas condições de vegetação natural, entretanto havendo com a perda do equilíbrio em consequência do cultivo do solo em sistema convencional, tende a proporcionar a ocorrência da diminuição no nível desse componente químico, sendo isto resultado proveniente do acúmulo e da perda (DELLAMEA et al., 2002).

De acordo com Cerri & Cerri (2007) o solo se organiza num comportamento que se assemelha a função de chave dentro do processo de emissão e do sequestro de carbono, especialmente quando comparado com outros recursos e a termos globais, apresentando a contenção de cerca de duas a três vezes mais carbono do que os estocados na vegetação, além dessa quantidade ser também superior cerca de duas vezes mais em comparação à atmosfera. Dessa forma, a aplicação de manejo inapropriado do solo pode assumir um papel danoso ao ecossistema, pois tende a ser capaz de mineralizar a matéria orgânica e gerar imensas quantidades de GEE (Gases de efeito estufa) para a atmosfera. Tal cenário confirma o grau de valor que manejos sustentáveis dos solos importam para o planeta na contemporaneidade.

De modo geral, as florestas e os agroecossistemas exercem um extraordinário papel no ciclo global do carbono, no entanto, determinadas práticas tendem a causar grandes desequilíbrios ambientais, especialmente a atmosfera, que são as queimadas; a fertilização mineral comumente propagada pela agricultura moderna; as interferências frequentes e o uso intensivo do solo. Contudo, há distintas formas de cultivar a terra que

podem causar efeito benéfico, aumentando o conteúdo de carbono no solo e na floresta ou cultivos ao ampliar o volume de capturas de dióxido, sem gerar um efeito somativo às emissões advindas de combustíveis fósseis (DIXON., 1995).

No campo das mudanças climáticas em escala mundial, o solo e suas inúmeras formas de uso estão em sempre no ponto central das discussões e debates científicos, principalmente no que se diz respeito à agricultura. Os solos destinados aos cultivos agrícolas podem agir como verdadeiro dreno de gases de efeito estufa (GEE), sendo o acúmulo dessas substâncias no solo dependente das interferências proporcionadas pelo sistema de manejo a qual forem submetidas (IPCC, 2001). Estes sistemas de manejo que corroboram com o acréscimo de materiais vegetais e a retenção de C no solo se instituem em alternativas essenciais para elevar a capacidade de dreno de C-CO₂ atmosférico e também de promover a mitigação dos impactos do aquecimento global (AMADO et al., 2001; BAYER et al., 2006).

Existem inúmeras metodologias que podem ser utilizadas para avaliar as consequências dos sistemas de manejo sobre os fluxos de C no sistema solo-planta-atmosfera relatadas na academia científica (PAUSTIAN et al., 1997; JANZEN et al., 1998). Entre as afirmações sobre balanço de C no solo, diz respeito ao fato de que este balanço é condicionado pela relação entre as adições de C fotossintetizado pelas plantas e as perdas de C para a atmosfera provenientes da oxidação de causa microbiana do C orgânico a CO₂. Com isto a dimensão desses processos pode ser medida em experimentos de longa duração, assim como pela quantificação do volume dos estoques de C orgânico no solo, em comparação ao estoque inicial de C-solo (COSTA et al., 2006).

Ainda que o método de análise do balanço de Carbono no solo consiga quantificar os fluxos anuais médios de C emitidos em sistemas de manejo, tal aferimento não é considerado apropriado na ponderação da dinâmica temporal da emissão de C-CO₂ em decorrência das estações do ano e de agitações nos fluxos de C-CO₂ justificado pelos fatores de práticas ambientais e de atividades de manejo de solo (Franzluebbers et al., 1995). Dessa forma, o preparo de solo e o manejo de culturas tem grande capacidade de afetar as taxas metabólicas dos microrganismos dentro dos processos de decomposição dos resíduos vegetais e também da matéria orgânica presente no solo (MOS), as quais também são impactadas pela temperatura e umidade do solo (LA SCALA Jr. et al., 2006).

Em suma parte, a atividade considerada decompositora dos microrganismos alcança valores altos no período pós revolvimento do solo, que por sua vez também é associado às estações do clima nas quais a temperatura é comumente mais alta no Sul do Brasil, decaindo posteriormente à atividade basal, sendo isso ocasionado pela redução até o mínimo das frações orgânicas de fácil decomposição (PAUL & CLARK, 1996; LA SCALA Jr. et al., 2006).

A emissão de C-CO₂ resultante da ação decompositora dos microrganismos heterotróficos no solo é considerada bastante dependentes das condições nas quais se encontra o solo, especialmente no que se refere ao conteúdo de MOS (Matéria Orgânica do Solo) e do volume de resíduos vegetais, os quais compõem as principais fontes de Carbono à microbiota e têm alcance direto nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo (COSTA et al., 2003).

A partir desse contexto, a emissão primordial de C-CO₂ será distinta em sistemas de manejo que exponham diversos acúmulos de resíduos vegetais e estoques de C-solo, demonstrando que o uso isolado das emissões de C-CO₂ não seja possivelmente o indicador assertivo do potencial de sistemas de manejo na conservação deste elemento no solo, sendo importante levar em consideração as emissões deste componente gasoso por unidade de C orgânico na MOS e também em resíduos vegetais. Sendo assim, os sistemas de manejo com baixo valor de emissão de C-CO₂ por unidade de C na MOS e em resíduos vegetais proporcionam maior potencial de permanência de C no solo, quando comparado com sistemas de maior emissão de C-CO₂ por unidade de C potencialmente disponibilizado para oxidação microbiana (CIOTTA et al., 2004).

5.4.2 Sistemas agroflorestais

Uma importante prática que auxilia no acúmulo de C no solo são os Sistemas agroflorestais que podem ser associados com quantidade de nutrientes liberados no processo de decomposição de matéria de origem orgânica sobreposto ou adicionado ao solo (SILVA, 2011) e com tenham a capacidade de retenção do carbono no solo, reduzindo a perda para a atmosfera (SILVA et al, 2014). Tais sistemas proporcionam diversas vantagens que cooperam para a consolidação de modelos de produção agrícola avaliados como sendo mais sustentável, pois estes buscam a redução de problemas associados ao manejo e à conservação do solo, especialmente em regiões de transição para o semiárido, que exibem um período de estiagem geralmente bastante longo.

Comparando os sistemas modernos de cultivo aos SAFs, estes últimos geram uma cobertura bastante relevante do solo, preservam a fauna e a flora, proporcionam a ciclagem de nutrientes através da ação de sistemas radiculares e também oferecem um contínuo aporte de matéria orgânica (MAIA *et al.*, 2006), assim como uma máxima variedade de produtos a serem usufruídos comercialmente.

Em áreas tropicais, os SAFs são avaliados como sendo bastante eficientes no que se refere ao sequestro de carbono (C) devido a alta produção de biomassa e crescimento dos estoques de carbono no solo (FROUFE *et al.*, 2011). Em relação ao C orgânico do solo é visto como indicador essencial de qualidade e de sustentabilidade dos sistemas classificados como nativos (IWATA, 2010), e a sua determinação realizada de forma aliada com os teores de nitrogênio (N) e de nutrientes do solo pode colaborar com o estabelecimento prático de estratégias de manejo benéfico para os agroecossistemas.

Havendo mudanças no conteúdo de C do solo, estas conseqüentemente ocasionam consideráveis alterações nos teores de N. Esses dois componentes são fonte de energia importante para a biomassa microbiana, que participa ativamente do armazenamento e ciclagem de nutrientes e também do progresso da melhoria das propriedades físicas e químicas dos solos (IWATA, 2010). Por outro lado, a redução na disponibilidade de N no solo, integrada à grande demanda pelas plantas, pode diminuir o potencial de crescimento e desenvolvimento das espécies nativas e cultivadas (SANTIAGO *et al.*, 2013). Com isto, a adição de C e N pelo acúmulo de matéria orgânica é fundamental para a conservação da biomassa microbiana do solo, pois os micro-organismos são os principais responsáveis pela ciclagem desses elementos no sistema solo (PITOMBO, 2011).

Segundo Bochner *et al.* (2008) e Silva *et al.* (2012), os altos teores de Carbono em áreas florestais são proporcionados pelo maior tempo de cobertura florestal e pelo maior aporte de serapilheira.

5.4.3 Cultivo mínimo do solo

De acordo com Dixon (1995) as práticas de cultivo mínimo do solo, a incorporação de resto de culturas e acúmulo de resíduos orgânicos, assim como a adubação verde e as rotações agrícolas que utilizam a implantação de cobertura vegetal com gramíneas ou leguminosas, conseguem reter o carbono nos solos durante períodos bastante longos. Construir um sistema fundamentado nessas práticas da agricultura

orgânica proporcionam o emprego de estratégias sustentáveis que são excelentes alternativas para auxiliar na fixação do carbono e na redução do gás de efeito estufa, o CO₂.

Segundo Marx et al (2017), o cultivo mínimo não se refere à redução da profundidade de trabalho no solo, mas sim à diminuição do número de operações necessárias para preparar o solo para o plantio das culturas. O princípio fundamental desse cultivo é manter apenas a cobertura necessária, garantindo a proteção do teor de água do solo. Além disso, é importante observar a profundidade de preparo, que deve ser ajustada a cada período de cultivo.

Ao manter pelo menos 30% de cobertura sobre a superfície do solo, é caracterizado o cultivo mínimo. Esse método reduz a evaporação e aumenta a taxa de infiltração de água, o que resulta em maior disponibilidade de água para as culturas, podendo levar a maiores produtividades. A evaporação é a principal causa de perda de água armazenada no solo desde a semeadura até o completo crescimento da cultura (SALTON; MIELNICZUK, 1995).

Nos esforços mais comuns nesse campo, tem-se buscado eliminar ou reduzir a intensidade de algumas operações, assim como diminuir o tráfego de tratores no solo cultivado (PERTICARRARI; IDE, 1988). Outro objetivo do cultivo mínimo é manipular o solo o mínimo possível para garantir uma semeadura ou plantio satisfatório, germinação, crescimento e produção da cultura.

5.4.4 Sequestros de carbono e cobertura verde:

O sequestro de carbono é considerado como uma das grandes vantagens obtidas de forma direta através da adubação orgânica, porém o emprego de adubos orgânicos ocasiona a mitigação da emissão de GEE. A proteção do solo através da cobertura vegetal é considerada como sendo uma prática que amplia o sequestro de carbono e é portanto, uma excelente alternativa para diminuir os impactos das gotas de chuva que provoca a lixiviação e conseqüentemente a perda de solo. Por outro lado os sistemas agroflorestais interligam as produções agrícolas, vegetal e/ou animal, com espécies florestais. Tais sistemas sequestram mais carbono quando comparado com o monocultivo (DUARTE et al, 2013).

Além disso, o cultivo de base agroecológica, pode adotar diversas práticas que propendem a gerir os plantios de forma sustentável, alcançando o desenvolvimento

benéfico das plantas, respeitando os ciclos naturais das espécies, acolhendo e integrando de modo harmônico todos os manejos concretizados na cultura, de modo que seja construído um equilíbrio entre as espécies que ocupam um mesmo ecossistema no qual está incluída a cultura, conservando a natureza e oferecendo alimento com qualidade diferenciada (ARAÚJO et al, 2010).

A prática da cobertura do solo com matéria orgânica verde tem por objetivo melhorar as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, reduzindo a erosão, evitando as perdas de solo e nutrientes, assim como possibilita a criação de condições favoráveis para o crescimento das raízes das plantas (SOUZA & AZEVEDO, 2006).

5.5 Práticas culturais de manejo de solos

Existem diversas práticas alternativas empregadas dentro da agroecologia, entre elas podem ser descritas as seguintes:

5.5.1 Manejo dos solos

O solo é um sistema vivo, sofrendo continuamente diversas transformações seja pela ação do tempo, ou por interferência de fatores físicos, químicos e biológicos. Sendo uma produção de base agroecológica a vida do solo deve ser conservada de forma a não haver interposição humana dentro desses processos naturais de transformações, visto que a interferência humana não equilibrada afeta de modo negativo a sua fertilidade biológica, com isso, é imprescindível o uso de práticas que mantenham e aumentem a biofertilidade dos solos. De acordo com Jimenez (2007), para o estabelecimento de um sistema agrícola equilibrado e permanente, é fundamental que a prática de nutrição das plantas seja feita com intuito de repor a matéria orgânica e os nutrientes extraídos no período da colheita (ARAÚJO et al, 2010).

Tratando-se do recurso solo, a agroecologia visa tornar viável a substituição de fertilizantes químicos por adubos de origem orgânica, com o objetivo de suprir a reserva nutritiva do sistema edáfico, usando de forma equilibrada os recursos naturais e repondo de modo a manter - los disponíveis na propriedade. O solo minimamente modificado por ações antrópicas tende a apresentar um estado de equilíbrio perfeito entre seus componentes e os elementos do meio que os mantém. Dessa forma ao ser utilizado para o cultivo agrícola, esse equilíbrio tende a se tornar permanente ou é evitado ser rompido

a partir da aplicação de técnicas não agressivas e não degradantes (ARAÚJO et al, 2010).

5.5.2 Adubação orgânica

A prática de adubação orgânica busca aumentar o teor de húmus presente no solo e sua capacidade de retenção de água, bem como auxilia na manutenção da sua estrutura, promovendo a interrelação do solo com outros componentes do sistema do solo, instigando sua atividade enzimática e repondo nutrientes fundamentais para o desenvolvimento das plantas. Com isso, a produção de compostos, empregando esterco e restos de vegetais, é considerada uma importante prática para a fertilização dos cultivos orgânicos (ARAÚJO et al, 2010).

5.5.3 Rotação de cultura

Existem práticas de manejo do solo e sistemas de produção capazes de reduzir as emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) em comparação com práticas usuais. Existem opções para reduzir as emissões líquidas de sistemas de produção, tornando o balanço de carbono (C) mais positivo para o sistema, evitando a perda de carbono, sendo possível compensar através da captura de carbono da atmosfera. Porém, é importante destacar que as emissões de metano (CH_4) e óxido nitroso (N_2O) precisam ser efetivamente reduzidas ou eliminadas, pois não podem ser compensadas diretamente, apenas através do CO_2 (MADARI, 2018).

Por conseguinte, é necessário tomar medidas para reduzir ou eliminar as emissões de CH_4 e N_2O . Na agricultura, é possível compensar as emissões através da retirada de CO_2 da atmosfera por meio da fotossíntese ou da fixação de carbono da biomassa pelo processo de pirólise e aplicação do biocarvão no solo. Esses processos só são considerados efetivos na retirada de carbono da atmosfera se parte desse carbono for sequestrado no solo por um longo período e contribuir para o aumento do carbono orgânico do solo (COS) ou matéria orgânica do solo (MOS), através de processos naturais de síntese (MADARI, 2018).

Entre as práticas de manejo do solo e sistemas de produção agrícola que contribuem para o aumento de COS e a mitigação das mudanças climáticas, podemos citar a rotação de culturas que proporcionar além da captura do carbono, o manejo efetivo da fertilidade do solo e biomassa, além do uso eficiente de nutrientes, especialmente nitrogênio. Sistemas baseados em agroecologia, integração lavoura-

pecuária-floresta e sistemas integrados de produção são exemplos que potencialmente podem caracterizar sistemas de produção com emissões reduzidas ou até mesmo agroecossistemas neutros ou sumidouros (MADARI, 2018).

A rotação de culturas é realizada através de uma sucessão bem planejada de cultivos numa mesma área, isto representa uma peça-chave para a manutenção da fertilidade do solo, além de ser uma estratégia eficiente de controle de plantas espontâneas, insetos invasores e doenças. Possibilita uma aplicação compensada dos nutrientes do solo, já que o cultivo em alternância com sistemas radiculares distintos faz com que sejam consumidos a partir de diferentes níveis do solo. Tratando – se das pragas e doenças, a rotação de cultivos detém o ciclo de reprodução, impedindo grandes perdas (ARAÚJO et al, 2010).

5.5.4 Plantio em curvas de nível

Em relação ao plantio em curvas de nível, esta prática consiste em realizar as práticas de cultivo agrícola de forma organizada e alinhada com a topografia do terreno, com o desígnio de reduzir o escoamento superficial da água e consequente perda do solo. Tal prática visa proporcionar o aumento do volume de água do solo. De acordo com Jimenez (2007) o objetivo central desta medida é a conservação do solo através do desacelaramento dos processos erosivos, propendendo alcançar em médio ou longo prazo, a recuperação de áreas degradadas, impedindo a ocorrência de perdas de solo (ARAÚJO et al, 2010).

5.5.5 Manutenção do pH

A manutenção do pH é considerada uma prática que tende a proporcionar a estabilização do pH dos solos quando este encontra – se muito elevado ou muito baixo, visto que o pH do solo condiciona a dinâmica natural das plantas dentro de seus processos de nutrição, tolhendo a entrada de alguns elementos quando o pH não está apropriado. Em solos com pH elevado pode-se aplicar a matéria orgânica para sua correção, em solos considerados muito ácidos, pode-se aplicar o calcário, desde que o solo tenha uma excelente quantidade de matéria orgânica, caso contrário, a cal irá prejudicar a escassa matéria orgânica presente no solo (ARAÚJO et al, 2010).

De acordo com Theodoro et al (2018), a correção do pH através do uso de pós de rocha proporciona a formação de sistemas com baixo uso de insumos externos, assim

como garantem o abastecimento de nutrientes para os cultivos agrícolas sob a adoção de um modelo de manejo da fertilidade aliado a sustentabilidade.

Com a aplicação de métodos e práticas que diminuam a dependência de insumos externos e contribuam favoravelmente para o estabelecimento de sistemas de produção ecologicamente equilibrados torna – se concreto a preservação da agrobiodiversidade alinhada com a produção de base agroecológica economicamente rentável e ambientalmente vantajosa (THEODORO et al, 2018).

5.5.6 Trabalho mínimo do solo

Sendo considerado um sistema vivo e para a saúde do solo, este dentro do cultivo agrícola requer uma intervenção mínima antrópica. Dessa forma, a utilização de máquinas pesadas e implementos que visam revolver o solo podem gerar problemas tanto da ordem natural dos horizontes, quanto nas camadas mais férteis, e conseqüentemente, poderá ocasionar compactação, além de devastar a grande diversidade da microfauna, mesofauna e macrofauna do solo, que são os maiores responsáveis pelo movimento e aeração do solo. Com isso, é importante realizar sempre análise do solo, ainda que este seja manejado ecologicamente, visto que é uma ferramenta imprescindível para indicar sobre a quantidade de nutrientes e matéria orgânica que devem ser aplicada, para que o agricultor não realize aplicação desnecessária e cause problemas nutricionais no cultivo (ARAÚJO et al, 2010).

5.5.7 Água e irrigação

O recurso hídrico é fundamental para todas as fases de desenvolvimento de vida das plantas, suprimindo as suas necessidades, mesmo não havendo critérios bem definidos no campo da agroecologia no que se diz respeito ao uso da água, sobretudo em regiões semiáridas, contudo, essa ciência tem apoiado o desenvolvimento e a adoção de políticas públicas visando armazenar a água de forma apropriada, para impedir sua carência em períodos críticos dos cultivos agrícolas (ARAÚJO et al, 2010).

5.5.8 Manutenção da microbiologia do solo

Diversos preceitos são observados na Agroecologia, entre eles o não uso de agroquímicos que são considerados nocivos as espécies e contaminantes dos recursos

naturais, o uso excessivo de defensivos, bem como a aplicação de outras substâncias fitossanitárias, tendem a ocasionar diversos impactos como a redução de matéria orgânica do solo, enfraquecendo a atividade biótica, a função dos microrganismos benéficos, além de deteriorar a estrutura física, tornando o solo mais predisposto a erosão e compactação (ARAÚJO et al, 2010).

5.5.9 Utilização de coberturas vegetais e aplicação de adubo verde

Tais práticas podem ser efetuadas de diversas maneiras, tratando-se da cobertura na qual se usa matéria morta de vegetais, o solo poderá ser coberto com restos de culturas e palhadas, que auxiliam a manutenção da umidade do solo, inibe as perdas da camada de solo por erosão ou lixiviação, e no processo de decomposição enriquece as camadas do solo com a adição de matéria orgânica. Outra prática de cobertura vegetal é realizada a partir da implantação de cultivos rápidos que serão cortados e os restos de vegetais destes cultivos são incorporados ao solo. De modo geral, isto é procedido com uso de leguminosa, visto que apresentam função de fixar nitrogênio no solo, aumentando a fertilidade e melhorando a sua qualidade. A adubação verde também pode ser aplicada de forma espontânea, ocorrendo quando as plantas nascem naturalmente em determinada área, sendo estas plantas consideradas bioindicadoras do estado nutricional, da saúde e da composição do solo. Além disso, na adubação verde, o solo é enriquecido com um húmus jovem, aperfeiçoando, sobretudo as características físicas do solo (ARAÚJO et al, 2010).

5.5.10 Consórcio de culturas

No consórcio de culturas, o agricultor passa a conduzir no mínimo dois cultivos distintos ao mesmo tempo e numa mesma área, de forma que as espécies convivam entre si de modo que uma beneficie a outra, como é o caso do milho e do feijão, que podem ser semeados em fileiras lado a lado, sendo o feijão pertencente a família das leguminosas, tendo como característica fixar nitrogênio, e dessa forma passa a auxiliar na introdução deste nutriente a ser assimilado pela cultura do milho. Com isso, o consórcio de culturas, além de ampliar a diversidade para o agricultor, também está associado conservação e aumento da fertilidade dos solos, atalhando o monocultivo (ARAÚJO et al, 2010).

5.5.11 Controle Biológico

O controle biológico através do Manejo integrado de pragas é considerado um importante aliado no controle de pragas e doenças que atacam os cultivos agrícolas. Tal controle versa no emprego de um organismo parasita ou patógeno, que ataca outro que esteja explorando os recursos vegetais ou nutritivos destes cultivos causando consequentemente inúmeros danos econômicos às lavouras (ARAÚJO et al, 2010).

5.5.12 Biofertilizantes

Em relação aos biofertilizantes, estes podem ser preparados de múltiplas maneiras. Tal preparo diz respeito essencialmente em diluir esterco ou outro material junto com restos de folhas e outros componentes que forem importantes para cada cultura e deixá-lo descansar durante determinado período, com o intuito de permitir que os microrganismos existentes realizem a fermentação do adubo. É de suma importância acrescentar elementos para enriquecer o biofertilizante, como por exemplo, cinzas, leite, pó de rocha, entre outros materiais necessários às plantas (IGM, 2005).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir do debate acerca dos efeitos das mudanças climáticas, em especial as alterações dos níveis de carbono impulsionadas pela agricultura moderna que tem ocasionado diversos problemas socioambientais, a agroecologia é através de suas práticas uma forma eficiente para a mitigação dos impactos no solo dessas mudanças no clima.

É também válido ressaltar a importância da implantação de políticas públicas ao estudo e publicização de tecnologias que venham a ser alternativas de manejo sustentável do solo e minimização de mudanças climáticas. Visto que as produções de base agroecológicas podem mitigar as ações da agricultura convencional em inúmeros aspectos: Conservação do solo, preservação da biodiversidade, redução do consumo de água, diminuição da contaminação ambiental e melhoria na saúde dos consumidores.

Em suma, a agroecologia dentro do cenário climático contemporâneo é o caminho sustentável a ser percorrido, pois torna possível uma adaptação dos cultivos agrícolas as condições ambientais extremas, pois prioriza a sustentabilidade, o equilíbrio com o meio ambiente e o uso racional dos recursos naturais.

Além disso, a agricultura agroecológica prioriza técnicas que preservam a qualidade do solo e valoriza a diversidade de cultivos, além de estimular o uso eficiente de água, a utilização de métodos naturais de controle de pragas e doenças, proporcionando alimentos mais saudáveis e livres de resíduos químicos.

Conclui-se, que os resultados aqui analisados são de grande relevância para intensificar o debate quanto às mudanças climáticas no Brasil, com intuito de que este material sirva para ser utilizado como algo que norteie num planejamento agrícola mais cuidadoso no presente e no futuro.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASCON-BIETO, J. TALON, M. *Fisiologia y Bioquímica Vegetal*, Ed. Interamericana McGraw-Hill, Nova York, 581p. 1996.

ALTIERI, M.A.; NICHOLLS, C.I. Mudanças climáticas e agricultura camponesa: impactos e respostas adaptativas. *Revista Agriculturas: experiências em agroecologia*. V. 6 - n. 1. Abril de 2009.

ALTIERI, M.A. *Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável*. São Paulo, Rio de Janeiro: Expressão Popular, 2012, 400 p.

AMADO, T. J. C.; BAYER, C.; ELTZ, F. L. F.; BRUM, A. C. R. Potencial de culturas de cobertura em acumular carbono e nitrogênio no solo no plantio direto e a melhoria da qualidade ambiental. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 25, n. 1, p. 189-197, 2001.

Anônimo. (2019). Roteiro para a neutralidade carbônica 2050 (rnc2050). estratégia de longo prazo para a neutralidade carbônica da economia portuguesa em 2050.

BALBINOT, R. et al. Inventário do carbono orgânico em um plantio de *Pinus taeda* aos 5 anos de idade no Rio Grande do Sul. *Ciências Exatas e Naturais*, Curitiba, v. 5, n. 1, p. 59-68, 2003.

BAYER, C. et al. Armazenamento de carbono em frações lábeis da matéria orgânica de um Latossolo Vermelho sob plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.39, n.7, p.677-683, 2004.

BAYER, C.; MARTIN-NETO, L.; MIELNICZUK, J.; PAVINATO, A.; DIECKOW, J. Carbon sequestration in two Brazilian Cerrado soils under no-till. *Soil & Tillage Research*, Amsterdam, v. 86, n. 2, p. 237-245, 2006.

BENDER, F. D. Mudanças climáticas e seus impactos na produtividade da cultura de milho e estratégias de manejo para minimização de perdas em diferentes regiões brasileiras. Tese (Doutorado em Curso de Pós-Graduação em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (USP), Piracicaba, SP, 2017.

BOCHNER, J. K. *et al* Matéria orgânica e agregação de um planossolo sob diferentes coberturas florestais. *Cerne*, Lavras, v. 14, n. 1, p. 46-53, 2008.

CAMARGO, A.P.C. Clima e a cafeicultura no Brasil. *Informe Agropecuário*, n.126, p.13-26, 1985.

CARAMORI, P.H.; CAVIGLIONE, J.H.; WREGE, M.S.; GONÇALVES, S.L.; FARIA, R.T.; ANDROCIOLI FILHO, A.; SERA, T.; CHAVES, J.C.D.; KOGUISHI, M.S. Zoneamento de riscos climáticos para a cultura de café (*Coffea arabica* L.) no Estado do Paraná. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, v.9, p.486- 494, 2001. Número especial Zoneamento Agrícola.

CAMPOS, J. H. B. C.; SILVA, M. T.; SILVA, V. P. R. Impacto do aquecimento global no cultivo do feijão-caupi, no Estado da Paraíba. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 14, n. 4, p. 396-404, 2010.

CAPORAL, F. R. & PETERSEN, P. (2012). Agroecologia e políticas públicas na América Latina: o caso do Brasil. *Agroecologia*. 6, 63-73.

CAPORAL, F. R., COSTABEBER, J. A., & PAULUS, G. (2009). Agroecologia: ciência do campo da complexidade. Brasília.

Cerri, C. C.; Cerri, C. E. P. 2007 *Agricultura e Aquecimento Global*. 2007.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Disponível em: [<http://www.conab.gov.br/>] Acesso em: maio de 2023.

COSTA, L. C.; JUSTINO, F. B.; OLIVEIRA, L. J. C.; SEDIYAMA, G. C.; FERREIRA, W. P. M.; LEMOS, C.F. Potential forcing of CO₂, technology and climate changes in maize (*zea mays*) and bean (*Phaseolus vulgaris*) yield in southeast Brazil. *Environmental Research Letters*, v. 4, p. 1-10, 2009.

COSTA, F.S.; ALBUQUERQUE, J.A.; BAYER, C.; FONTOURA, S.M.V. & WOBETO, C. Propriedades físicas de um Latossolo Bruno afetadas pelos sistemas plantio direto e preparo convencional. *R. Bras. Ci. Solo*, 27:527- 535, 2003.

COSTA, F. S.; BAYER, C.; ALBUQUERQUE, J. A.; FONTOURA, S. M. V. Aumento da matéria orgânica num Latossolo bruno em plantio direto. *Ciência Rural*, v.34, n.2, p.587-589, 2004.

COSTA, G. S. et al. Decomposição e liberação de nutrientes da serapilheira foliar em povoamentos de *Eucalyptus grandis* no Norte Fluminense. *Revista Árvore*, Viçosa, v. 29, n. 4, p. 563-570, 2005.

COSTA, F.S.; GOMES, J.; BAYER, C. & MIELNICZUK, J. Métodos para avaliação das emissões de gases de efeito estufa no sistema solo-atmosfera. *Ci. Rural*, 36:693-700, 2006.

COSTA, H. C.; MARCUZZO, F. F. N.; FERREIRA, O. M.; ANDRADE, L. R.; Espacialização e Sazonalidade da Precipitação Pluviométrica do Estado de Goiás e Distrito Federal. *Revista Brasileira de Geografia Física*. Recife, v.5, n.1, p.87- 10, 2012. 6. Duarte, E. M.; Cardoso, I. M.; Stijnen, T.; Mendonça, M. A. F.; Coelho, M. S.; Cantarutti, R. B... & Mendonça, E. S.. "Decomposition and nutrient release in leaves of Atlantic Rainforest tree species used in agroforestry systems". *Agroforestry Systems*, 87(4), 835-847. 2013.

DRINNAN, J.E.; MENZEL, C.M. Temperature affects vegetative growth and flowering of coffee (*Coffea arabica* L.). *Journal of Horticultural Science*, v.70, p.25-34, 1995.

DIEKOW, J. et al. Soil C and N stocks as affected by cropping systems and nitrogen fertilization in a southern Brazil Acrisol managed under no-tillage for 17 year. *Soil and Tillage Research*, Amsterdam, v. 81, p. 87-95, 2005.

Dixon, R. K. Sistemas agroflorestales y gases invernadero. *Agroforesteria en las Americas*, Turrialba, v. 2, n. 7, pp. 22-26. 1995.

DELLAMEA, RBC.; AMADO, TJC; GRAPEGGIA JÚNIOR, G; PEDROSO, MT; LEMAINSKI, CL; VEZZANI, F; DIDONÉ, AJ. 2002. Potencial de acúmulo de C e N de 12 áreas agrícolas na microbacia Cândido Brum, Arvorezinha-RS. In: XIV REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA. Cuiabá, MT.

Duarte, E. M.; Cardoso, I. M.; Stijnen, T.; Mendonça, M. A. F.; Coelho, M. S.; Cantarutti, R. B... & Mendonça, E. S.. "Decomposition and nutrient release in leaves of Atlantic Rainforest tree species used in agroforestry systems". *Agroforestry Systems*, 87(4), 835-847. 2013.

EMBRAPA CAFÉ. Consórcio pesquisa café: retrospectiva 2010. Disponível em: 142 . Acesso em 03 de maio de. 2023.

EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO. Dados conjunturais da produção de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) e caupi (*Vigna unguiculata* L.) no Brasil (1985 a 2011): área, produção e rendimento). Disponível em: . Acesso em: 4 junho. 2023.

European Environment Agency. (2021). Greenhouse gas emissions in the eu by pollutant in 2019.

LA SCALA Jr., N.; BOLONHEZI, D. & PEREIRA, G.T. Shortterm soil CO₂ emission after conventional and reduced tillage of a no till sugar cane area in Southern Brazil. *Soil Till. Res.*, 91:244-248, 2006.

LUIZ, A. J. B.; LIMA, M. A. de. Agropecuária eficiente reduz as emissões de gases do efeito estufa. *Agroanalysis*. Jan. 2022.

PAUSTIAN, K.; ANDRÉN, O.; JANZEN, H.H.; LAL, R.; SMITH, P.; TIAN, G.; TIESSSEN, H.; Van NOORDWIJK, M. & WOOMER, P.L. Agricultural soils as a sink to mitigate CO₂ emissions. *Soil Use Manag.*, 13:230-244, 1997.

FERNANDES, E. C. M.; SOLIMAN, A.; CONFALONIERI, R.; DONATELLI, M.; TUBIELLO, F. Climate Change and Agriculture in Latin America, 2020-2050: Projected Impacts and Response to Adaptation Strategies. LCSAR – The World Bank, 2012.

FRANZLUEBBERS, A.J.; HONS, F.M. & ZUBERER, D.A. Tillage-induced seasonal changes in soil physical properties affecting soil CO₂ evolution under intensive cropping. *Soil Till. Res.*, 34:41-60, 1995.

Freitas CM, Gomez CM. Análise de riscos tecnológicos na perspectiva das ciências sociais. *Hist, Cienc. Saúde - Manguinhos* 1996/1997; 3(3):485-504.

FROUFE, L. C. M.; RACHWAL, M. F. G.; SEOANE, C. E. S. Potencial de sistemas agroflorestais multiestratos para sequestro de carbono de áreas de ocorrência de Floresta Atlântica. *Pesquisa Florestal Brasileira, Colombo*, v. 31, n. 66, p. 143-154, 2011.

Guedes, Z. M., & Martins, J. C. V. Agroecologia e Gênero: Perspectiva Socioambiental no Assentamento Mulunguzinho em Mossoró-RN. *Revista Verde*, 5: 66-76. 2011.

Porto MF, Freitas CM. Análise de riscos tecnológicos ambientais: perspectivas para o campo da saúde do trabalhador. *Cad Saude Publica* 1997; 13(Supl.2): 59-72.

IPCC – INTERGOVERNMENTAL PAINEL ON CLIMATE CHANGE. *Climate Change 2001. Synthesis report. The scientific basis*. Cambridge: Cambridge University Press, 2002. 397 p.

IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. *Climate change 2014: synthesis report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Geneva, 2014. 151 p.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Bioma*. IBGE, 2004.

IBGE. *Mudanças na cobertura e uso da terra: 2000- 2010-2012*. Rio de Janeiro, 2015a. Disponível em: . Acesso em: 18 abr. 2023.

IWATA, B. F. Dinâmica da matéria orgânica em argissolo vermelho amarelo sob sistemas agroflorestais no cerrado piauiense. 2010. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Piauí, Teresinha, 2010.

ISPN. *Agroecologia como caminho para o enfrentamento às mudanças climáticas*. 2022. Acesso em: [<https://ispn.org.br/agroecologia-como-caminho-para-o-enfrentamento-as-mudancas-climaticas/>] em 26 de mai de 2023.

INTERGOVERNMENTAL PAINEL ON CLIMATE CHANGE. *Climate Change 2001: the scientific basis IPCC WG I, TAR.*, 2001, 881 p. (<http://www.ipcc-wg2.org/index.html>, consultado em 27/07/2022).

Intergovernmental Panel on Climate Change IPCC, *The Scientific Basis-Contribution of Working Group 1 to the IPCC Third Assessment Report*. (Cambridge Univ. Press. 2004).

JANZEN, H.H.; CAMPBELL, C.A.; IZAURRALDE, R.C.; ELLERT, B.H.; JUMA, N.; MCGILL, W.B. & ZENTNER, R.P. Management effects on soil C storage on the Canadian prairies. *Soil Till. Res.*, 47:181-195, 1998.

KALNAY, E.; CAI, M. Impact of urbanization and land-use change on climate. *Nature*, v.423, p.528-531, 2003.

Lopes, P. R. (2014). A biodiversidade como fator preponderante para a produção agrícola em agroecossistemas cafeeiros sombreados no Pontal do Paranapanema. Tese de Doutorado em Ecologia Aplicada – Interunidades) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, p.172.

MAIA, S. M. F. *et al* Impactos de sistemas agroflorestais e convencional sobre a qualidade do solo no semi-árido cearense. Revista *Árvore*, Viçosa, MG, v. 30, n. 5, p. 837-848, 2006.

MACHADO, Luis Carlos Pinheiro; MACHADO FILHO, Luis Carlos Pinheiro. A dialética da agroecologia: contribuição para um mundo com alimentos sem veneno. São Paulo: Expressão Popular, 2014. 360p.

MARTINS, M. A.; TOMASELLA, J.; DIAS, C. G. Maize yield under a changing climate in the Brazilian Northeast: impacts and adaptation. *Agricultural Water Management*, v. 260, p. 339-350, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2023.02.20>.

MARENGO, J.A. Impactos das condições climáticas e da variabilidade e mudanças do clima sobre a produção e os preços agrícolas: ondas de frio e seu impacto sobre a cafeicultura nas regiões sul e sudeste do Brasil. In: LIMA, M.A.; CABRAL, O.M.R.; MIGUEZ, J.D.G. (Org.). *Mudanças climáticas globais e a agropecuária brasileira*. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2001. cap.4, p.97-123.

MARENGO, J. Mudanças climáticas, condições meteorológicas extremas e eventos climáticos no Brasil. Relatório FDBS Mudanças Climáticas e eventos extremos no Brasil. Lloyd, 2009.

MAPBIOMAS (2019):

Endereço eletrônico: [<https://mapbiomas.org/o-projeto>]

Acesso em: 12mar2023

MAPBIOMAS (2022)

Endereço eletrônico: [<https://brasil.mapbiomas.org/>]

Acesso em: 04mai2023

MARTINS, N. P.; ASSAD, E. D. Impactos econômicos das possíveis alterações climáticas na cultura do feijão nos estados de Goiás e Minas Gerais. XV Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 2007.

Marx, L. B.; Rentz, J. C. .; Bulegon, S.; Balbinot, M.; Muhl, F. R.; Feldmann, N. A.; Rhoden, A. C. *Sistemas de cultivo*. Chapecó: AGROTEC, 2017.

MOTTA, R.S.; HARGRAVE, J.; LUEDEMANN, G.; GUTIERREZ, M.B.S. Mudança do clima no Brasil – Vulnerabilidades das megacidades brasileiras às mudanças climáticas: região metropolitana de São Paulo. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA. Introdução. Pág. 12. 2011.

MOTTA, R. S. D.; HARGRAVE, J.; LUEDEMANN, G.; SARMIENTO GUTIERREZ, M. B. (ed.). *Mudança do clima no Brasil: aspectos econômicos, sociais e regulatórios*.

Brasília: IPEA, 2011. Disponível em: [http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=10196]. Acesso em: 26 fev. 2023.

OLIVEIRA, L. J. C. Mudanças climáticas e seus impactos nas produtividades das culturas do feijão e do milho no Estado de Minas Gerais. 2007. 67 f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia Agrícola) – Programa de Pós-Graduação em Meteorologia Agrícola – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.

NOBRE, C.A.; YOUNG, A.F. ORSINI, J.A.M.; SALDIVA, P.H.N.; NOBRE, A.D.; OGURA, A.T.; THOMAZ, O.; VALVERDE, M.; PÁRRAGA, G.O.O.; SILVA, G.C.M.; SILVEIRA, A.C.; RODRIGUES, G.O. Mudança do clima no Brasil – Vulnerabilidades das megacidades brasileiras às mudanças climáticas: região metropolitana de São Paulo. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA. Cap.13. Pág.233. 2011.

PAUL, E.A. & CLARK, F.E. Soil microbiology and biochemistry. 2.ed. San Diego, Academic Press, 1996. 340p.

PETERSEN, Paulo. Agroecologia: um antídoto contra a amnésia biocultural. In: TOLEDO, Víctor M.; BARRERA-BASSOLS, Narciso. A memória biocultural. 1. ed. São Paulo: Expressão Popular, 2015.

PENTEADO, S.R. Manual Prático de Agricultura Orgânica. 1. Campinas (SP): Ed. Via Orgânica, 2007. 213p.

PENTEADO, S. R. Manual Prático de Agricultura Orgânica - Fundamentos e Técnicas. São Paulo: Via orgânica, 2ª ed. 2007, 209p.

PERTICARRARI, J. G.; IDE, B. Y. Cultivo mínimo. In: Seminários de tecnologia agrônômica, 4. 1988. Piracicaba. Trabalhos apresentados. Piracicaba: COPERSUCAR, 1988. p. 43.

PITOMBO, L. M. Estoques de carbono e nitrogênio e fluxos de gases do efeito estufa em solo com diferentes históricos de aplicação de lodo de esgoto. 2011. Dissertação (Mestrado) - Instituto Agrônômico de Campinas, Campinas, 2011.

POTTS SG et al. Safeguarding pollinators and their values to human well-being. Nature 540: 220-229. 2016.

PRIMACK, R.; RODRIGUES, E. 2001. Biologia da Conservação. 328 p. Editora, Planta; 1ª edição. Londrina. 12 páginas.

PINTO, H.S.; ZULLO JUNIOR, J.; ASSAD, E.D.; BRUNINI, O.; ALFONSI, R.R.; CORAL, G. Zoneamento de riscos climáticos para a cafeicultura do Estado de São Paulo. Revista Brasileira de Agrometeorologia, v.9, p.495-500, 2001.

Quarta Comunicação Nacional do Brasil à Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima / Secretaria de Pesquisa e Formação Científica. -- Brasília: Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações, 2021.

RAMOS, A. C. S., LEMOS-FILHO, J. P., LOVATO, M. B. Phylogeographical structure of the neotropical forest tree *Hymenaea courbaril* (Leguminosae: Caesalpinioideae) and its relationship with the vicariant *Hymenaea stigonocarpa* from Cerrado. *Journal of Heredity*. 100: 206–216. 2009. DOI: 10.1093/jhered/esn092

ROLIM, G. S.; CAMARGO, M. B. P.; LANIA, D. G.; MORAES, J. F. L. Classificação climática de Köppen e de Thornthwaite e sua aplicabilidade na determinação de zonas agroclimáticas para o Estado de São Paulo. *Bragantia*, v. 66, n. 4, p. 257-533, 2007.

Smith, L. G., & Lampkin, N. H. (2019). Greener farming: Managing carbon and nitrogen cycles to reduce greenhouse gas emissions from agriculture. In *Managing Global Warming*, 553–577.

SALATI, E.; SANTOS, A.A. dos; NOBRE, C. **As mudanças climáticas globais e seus efeitos nos ecossistemas brasileiros.** 2002. Disponível em: <www.comciencia.br/reportagens/clima/clima14.htm> Acesso em: 20 abr. 2023.

SANTIAGO, W. R. *et al* Nitrogênio mineral e microbiano do solo em sistemas agroflorestais com palma de óleo na Amazônia oriental. *Acta Amazônica*, Manaus, v. 43, n. 4, p. 395-406, 2013.

SEDIYAMA, G.C.; MELO JUNIOR, J.C.; SANTOS, A.R.; RIBEIRO, A.; COSTA, M.H.; HAMAKAWA, P.J.; COSTA, J.M.N.; COSTA, L.C. Zoneamento agroclimático do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) para o Estado de Minas Gerais. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, v.9, p.501-509, 2001.

SILVA, C. F. *et al* Carbono orgânico total, biomassa microbiana e atividade enzimática do solo de áreas agrícolas, florestais e pastagem no médio vale do Paranaíba do Sul (RJ). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, MG, v. 36, p. 1680-1689, 2012.

SILVA, I. F.; ARAÚJO, S. E.; KUSDRA, J. F. Biological activity of soils under systems of organic farming, agroforestry and pasture in the Amazon. *Revista Ciência Agronômica*, Fortaleza, v. 45, n. 3, p. 427-432, 2014.

THOMAS, C.D.; CAMERON, A.; GREEN, R.E.; BAKKENES, M.; BEAUMONT, L.J.; COLLINGHAM, C.Y.; ERASMUS, B.F.N.; SIQUEIRA, M.F. de; GRAINGER, A.; HANNAH, L.; HUGHES, L.; HUNTLEY, B.; JAARVELD, A.S. van; MIDGLEY, G.F.; MILLES, L.; ORTEGA-HUERTA, M.A.; PETERSON, T.A.; PHILLIPS, L.O.; WILLIAMS, S.E. Extinction risk from climate change. *Nature*, v.427, p.145-148, 2004.

TWARDOSZ, R.; CEBULSKA, M.; WALANUS, A. Anomalously heavy monthly and seasonal precipitation in the Polish Carpathian Mountains and their foreland during the years 1881–2010. *Theoretical and Applied Climatology*, p. 1-15, 2015.

WANDERLEY, H. S. SEDIYAMA, G. C.; JUSTINO, F. B.; ALENCAR, L. P. D.; DELGADO, R. C. Precipitation variability in the 'Sertão' of San Francisco in the State of Alagoas. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 17, n. 7, p. 790-795, 2013.

VAREJÃO-SILVA, M.A. *Meteorologia e Climatologia*. Livro digital. Recife – Brasil. 403 p. 2006.

Vollset, S.E.; Goren, E.; Yuan, C.W.; Cao, J.; Smith, A.E.; Hsiao, T.; et al. Fertility, mortality, migration, and population scenarios for 195 countries and territories from 2017 to 2100: a forecasting analysis for the Global Burden of Disease. Study. Volume 396, ISSUE 10258, P1285-1306. 2020.

ARAÚJO, J. M. M. de; CHAGAS, M. C. FILHO, M. das; J. T.; SILVA, N. V. da.. Técnicas agroecológicas aplicadas à agricultura familiar. Natal: EMPARN. 30p.; v.14; il. (Circuito de tecnologias adaptadas para a agricultura familiar; 7). 2010.

Mutuando, Instituto Giramundo. A Cartilha Agroecológica: Agricultura Ecológica, Manejo Agroecológico, Agroecologia, Agricultura Familiar, Técnicas Ecológicas. Botucatu, SP: Editora Criação Ltda, 2005.

Observatório do Clima. Análise das emissões de gases de efeito estufa e suas implicações para as metas climáticas do Brasil / 1970-2021. 46 pág. 2023.

SMITH, P.; MARTINO, D.; CAI, Z.; GWARY, D.; JANZEN, H.; KUMAR, P.; McCARL, B.; OGLE, S.; O'MARA, F.; RICE, C.; SCHOLE, B.; SIROTENKO, O.; HOWDEN, M.; McALLISTER, T.; PAN, G.; ROMANENKOV, V.; SCHNEIDER, U.; TOWPRAYOON, S.; WATTENBACH, M.; SMITH, J. Greenhouse gas mitigation in agriculture. Philosophical Transactions of the Royal Society of Biological Sciences, v. 363, n. 1492, p. 789-813, Feb. 2008.

SALTON, J.C. & MIELNICZUK, J. Relações entre sistemas de preparo, temperatura e umidade de um Podzólico Vermelho-Escuro de Eldorado do Sul (RS). Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, v.19, n. 2, p. 313-319, 1995.

SILVA, A. T. Sistema agroflorestal sobre cultivo de leguminosas: fertilidade do solo, resistência a penetração e produtividade de milho e feijão-caupi. 2011. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Tocantins, Gurupi, 2011.

SCHOLE, R. J.; NOBLE, I. R. Climatic Change: Storing Carbon on Land. Science, Washington, v. 294, n. 5544, p. 1012-1013, 2001.

SCHUMACHER, M. V. et al.. Quantificação de carbono orgânico na serapilheira, sub-bosque e solo de uma Floresta de Pinus elliottii Engelm. aos 36 anos, em Santa Maria, RS. In. SANQUETTA, C. R. et al. (eds.). Fixação de carbono: atualidades, projetos e pesquisas. Curitiba, 2004. p. 125-132.

SOUZA, J. L de; RESENDE, P. Manual de horticultura orgânica. 2.ed. Viçosa: Aprenda Fácil, 2006. 843p.

MCT. MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA. Coordenação-Geral de Mudanças Globais do Clima. Segunda Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima. Brasília. 2010. 280p.

MADARI, Beata Emöke. Medidas de mitigação e adaptação às mudanças climáticas: o papel do manejo e conservação do solo. Seminário Agropecuária no Cerrado Frente às

Mudanças Climáticas. Goiânia, Goiás: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) Arroz e Feijão, 2018.

THEODORO, S. H.; ALMEIDA, E. Agrominerais e a construção da soberania em insumos agrícolas no Brasil. *Agriculturas*. V. 10 - n. 1. 2013.

APENDICE

Tabela 01: Quadro de referências/endereço eletrônico de cada fator presente no fluxograma:

Fator	Fonte de pesquisa e de coleta de dados	Endereço eletrônico
Ações antrópicas	IPCC ONU	<p>Intergovernmental Panel on Climate Change IPCC, The Scientific Basis- Contribution of Working Group 1 to the IPCC Third Assessment Report. (Cambridge Univ. Press. 2022).</p> <p>Painel Intergovernamental para a mudança do clima. 6º relatório. Mudanças climáticas 2022: Impactos, adaptação e vulnerabilidade.</p> <p>[https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-ii/]</p> <p>ONU: Organização das Nações Unidas. Artigo sobre as mudanças climáticas e discussão sobre os dados do IPCC.</p> <p>Endereço eletrônico:</p> <p>[https://brasil.un.org/pt-br/176755-relat%C3%B3rio-clim%C3%A1tico-da-onu-estamos-caminho-do-desastre-alerta-guterres]</p>
Alterações nas condições ambientais	IPCC Dados Mundiais	<p>Intergovernmental Panel on Climate Change IPCC, The Scientific Basis- Contribution of Working Group 1 to the IPCC Third Assessment Report. (Cambridge Univ. Press. 2022).</p> <p>Painel Intergovernamental para a mudança do clima. 6º relatório. Mudanças climáticas 2022: Impactos, adaptação e vulnerabilidade.</p> <p>[https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-ii/]</p> <p>Plataforma de Dados Mundiais:</p> <p>[https://www.dadosmundiais.com/]</p>
Redução na produtividade	Quarta Comunicação Nacional do Brasil à Convenção – Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças do Clima	<p>Quarta Comunicação Nacional do Brasil à Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima / Secretaria de Pesquisa e Formação Científica. -- Brasília: Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações, 2021.</p> <p>[https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/sirene/publicacoes/comunicacoes-nacionais-do-brasil-a-unfccc/arquivos/4comunicacao/4_com_nac_brasil_web.pdf]</p>