



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA
CURSO DE AGRONOMIA

LUCAS FERREIRA SANTOS

**AS PRÁTICAS AGRÍCOLAS NOS ESTABELECIMENTOS AGROPECUÁRIOS DO
SEMIÁRIDO: MUDANÇAS E PERSPECTIVAS NA BUSCA POR UMA
AGRICULTURA SUSTENTÁVEL**

FORTALEZA

2019

LUCAS FERREIRA SANTOS

AS PRÁTICAS AGRÍCOLAS NOS ESTABELECIMENTOS AGROPECUÁRIOS DO
SEMIÁRIDO: MUDANÇAS E PERSPECTIVAS NA BUSCA POR
UMA AGRICULTURA SUSTENTÁVEL

Monografia apresentada ao Curso de Agronomia do Departamento de Economia Agrícola da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientadora: Profa. Dra. Patrícia Verônica Pinheiro Sales Lima

FORTALEZA

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo (a) autor(a)

S236p Santos, Lucas Ferreira.
As Práticas Agrícolas Nos Estabelecimentos Agropecuários do Semiárido:
Mudanças e perspectivas na busca por uma agricultura sustentável / Lucas
Ferreira Santos. – 2019.
68 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará,
Centro de Ciências Agrárias, Curso de Agronomia, Fortaleza, 2019.
Orientação: Profa. Dra. Patrícia Verônica Pinheiro Sales Lima.

1. Agricultura sustentável. 2. Práticas Agrícolas. 3. Semiárido. I. Título.

CDD 630

LUCAS FERREIRA SANTOS

AS PRÁTICAS AGRÍCOLAS NOS ESTABELECIMENTOS AGROPECUÁRIOS DO
SEMIÁRIDO: MUDANÇAS E PERSPECTIVAS NA BUSCA POR
UMA AGRICULTURA SUSTENTÁVEL

Monografia apresentada ao Curso de
Agronomia do Departamento de Economia
Agrícola da Universidade Federal do Ceará,
como requisito parcial à obtenção do título de
Bacharel em Agronomia.

Aprovada em: 22/11/2019.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Patrícia Verônica Pinheiro Sales Lima (Orientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Ms. Ana Vlândia da Costa Brito
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Everton Nogueira Silva
Universidade Estadual do Ceará (UECE)

A Deus.

À minha família e amigos.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço à Deus. À Ele dedico minhas conquistas, pois foi meu guia, minha fortaleza, meu conforto em toda minha caminhada.

Agradeço à minha família. À minha mãe Valdenes, que foi minha companheira, minha protetora e meu alicerce durante todos esses anos, me ouvindo e acreditando nos meus passos. Ao meu pai Raimundo Hediere, pela certeza de que eu estava pronto, por acreditar em todas as minhas decisões. Aos meus irmãos Gabriel e Matheus, por trazerem leveza na minha caminhada, sendo estímulo para seguir na busca por um futuro melhor. Às minhas avós Maria Aldeniza e Lucia e ao meu avô Renato, por me passarem fé e segurança frente à jornada, por acreditarem em mim. Aos meus tios Rubens, Renata, Aline, Amara e Romário, por estarem disponíveis e depositarem fé em mim. Aos meus pequenos primos, Thiago, Giselle, Erick e André, por serem fonte de amor e fé, me levando acreditar em um futuro melhor. Aos meus tios de coração Adílio, Giliard, Thays e Girlane, por cuidar e zelar pela minha família. A todos dedico minhas conquistas, pois são meu estímulo, minha base, minha fonte de fé, meu tudo.

Aos meus amigos, por serem companheiros de jornada, de alegrias e de tristezas. Agradeço pela presença de coração, pelo sentimento de carinho, pelos estímulos e boas vibrações. Em especial agradeço ao Caio Guilherme, por estar presente em todos os momentos, por ser família, por ser professor, por ser companheiro.

À Professora Patrícia, por ser exemplo de profissional e ser humano. Agradeço por me guiar nessa vida acadêmica, pelo tempo e carinho concedido. Terei admiração eterna.

A todos que fizeram parte da minha formação pessoal e acadêmica, minha gratidão. Em especial aos meus companheiros de turma, que juntos compartilhamos as alegrias e tristeza nesta caminhada acadêmica.

Para perpetuar a humanidade, precisamos de nosso planeta. Mas, será que ele, precisa de nós? Se a acumulação de dinheiro não sempre traz felicidade. Por que, desejamos tanto tê-lo? Qual é nossa visão de futuro? Realmente estamos trabalhando para isso? Será que procuramos mais TER que SER e deveria ser tudo o contrario? Vivemos cada dia num mundo mais complexo e precisamos de novos paradigmas para sermos felizes em paz e harmonia com nossa natureza.

matm.

RESUMO

O objetivo deste estudo é analisar a implementação das Práticas Agrícolas Sustentáveis nos estabelecimentos agropecuários do Semiárido Brasileiro (SAB). Trata-se de um tema relevante haja vista a necessidade urgente de controle da degradação ambiental em áreas rurais da região, provocada em grande parte por processos associados ao manejo inadequado do solo e uso de tecnologias que comprometem os recursos naturais de forma irreversível. Os dados trabalhados foram de origem secundária, extraídos dos censos agropecuários de 2006 e 2017, publicados pelo IBGE. A escala geográfica adotada no estudo abrangeu os 1262 municípios do SAB. A análise referente aos dados do ano 2017 serviu de base para o diagnóstico atual dos estabelecimentos agropecuários quanto à implementação das práticas agrícolas sustentáveis, as quais foram plantio em nível, rotação de culturas, pousio ou descanso de solos, proteção e/ou conservação de encostas, recuperação de mata ciliar, reflorestamento para proteção de nascentes, estabilização de voçorocas, manejo florestal. Como métodos de análise foram adotadas técnicas de estatística descritiva, construção de índice agregado de adoção de práticas agrícolas sustentáveis e análise de agrupamento. Os principais resultados do estudo mostraram que apesar do crescimento na adoção de algumas práticas, a utilização de práticas agrícolas sustentáveis no Semiárido Brasileiro (SAB) é baixa e apresenta uma alta heterogeneidade entre os municípios. O pousio, a rotação de culturas e o plantio em nível são práticas mais adotadas no SAB. A análise da taxa de crescimento mostrou que o plantio em nível e a proteção e/ou conservação de encostas foram as práticas que mais reduziram no período. Em contrapartida o pousio obteve grande crescimento, aumentando cerca de 90%. A rotação de culturas vem em seguida, com cerca de 60% de aumento na adoção. Com relação aos índices de adoção foi possível perceber que cerca de 43% dos municípios do SAB estão nos menores níveis de implementação e que grande quantidade de municípios retrocederam quanto à utilização de manejos mais consciente do meio ambiente.

Palavras-chave: Agricultura sustentável. Práticas Agrícolas. Semiárido.

ABSTRACT

The objective of the study is to analyze the implementation of Sustainable Agricultural Practices in Brazilian Semi-arid (SAB) agricultural establishments. This is a relevant issue given the urgent need to control environmental degradation in rural areas of the region, largely caused by processes associated with inadequate soil management and the use of technologies that irreversibly compromise natural resources. The data worked were of secondary origin, extracted from the agricultural censuses of 2006 and 2017, published by IBGE. The geographical scale adopted in the study covered the 1262 municipalities of SAB. The analysis of 2017 data provided the basis for the current diagnosis of agricultural establishments regarding the implementation of sustainable agricultural practices, which were level planting, crop rotation, fallow or rest, protection and / or conservation of slopes. , riparian forest recovery, reforestation for spring protection, gully stabilization, forest management. As analysis methods were used descriptive statistics techniques, construction of aggregate index of adoption of sustainable agricultural practices and cluster analysis. The main results of the study showed that despite the growth in the adoption of some practices, the use of sustainable agricultural practices in the Brazilian Semiarid (SAB) is low and has a high heterogeneity among municipalities. Fallowing, crop rotation and level planting are the most adopted practices in SAB. Growth rate analysis showed that level planting and slope protection and / or conservation were the practices that most reduced in the period. On the other hand, the fallow obtained great growth, increasing about 90%. Crop rotation follows, with about a 60 percent increase in adoption. Regarding adoption rates, it was possible to notice that about 43% of SAB municipalities are at the lowest levels of implementation and that a large number of municipalities have retreated regarding the use of more environmentally conscious management.

Keywords: Sustainable agriculture. Agricultural Practices. Semiarid.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Área geográfica da pesquisa – Semiárido Brasileiro e seus 1262 municípios.....	39
Figura 2. Distribuição dos municípios do Semiárido Brasileiro por unidades da federação....	40
Figura 3. Distribuição espacial do nível de implementação de práticas agrícolas sustentáveis	51
Figura 4. Distribuição dos municípios do SAB nos quartis do IAPA. Anos 2006 e 2017.	59

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Proporção de estabelecimentos agropecuários com adoção de práticas agrícolas sustentáveis, por unidade federativa e tipo de prática. Ano 2006.....	46
Tabela 2. Proporção de estabelecimentos agropecuários com adoção de práticas agrícolas sustentáveis, por unidade federativa e tipo de prática. Ano 2017.....	47
Tabela 3. Estatísticas descritivas do IAPA, por classes níveis de implementação para o Semiárido.....	49
Tabela 4. Estatísticas descritivas do IAPA, por unidades federativas com municípios no Semiárido	50
Tabela 5. Taxa de Crescimento dos estabelecimentos agropecuários por tipo de Prática Agrícola (2006-2017).	55
Tabela 6. Percentual de estabelecimentos agropecuários inseridos no SAB que não adotavam práticas agrícolas sustentáveis em 2006 e 2017, por unidade da federação	56
Tabela 7. Estatísticas descritivas para do Índice de Adoção das Práticas Agrícolas Sustentáveis (IAPA), para os anos de 2006 e 2017.	57
Tabela 8. Número de municípios que sofreram mudanças no IAPA nos anos 2006 e 2017, por unidade federativa.....	57

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IAPA	Índice de Adoção de Práticas Agrícolas Sustentáveis
SAB	Semiárido Brasileiro

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
2. REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1 Atividades agropecuárias e meio ambiente	16
2.2 Práticas agrícolas como vetores de degradação ambiental no meio rural	18
2.3 Importância das práticas para um desenvolvimento rural sustentável	21
2.4 O que são práticas agrícolas sustentáveis	23
2.5 Práticas Agrícolas Sustentáveis	25
2.5.1 Plantio em nível	26
2.5.2 Rotação de culturas	27
2.5.3 Pousio ou descanso dos solos	28
2.5.4 Proteção e conservação de encostas	29
2.5.5 Recuperação de mata ciliar	30
2.5.6 Reflorestamento para proteção de nascentes	31
2.5.7 Estabilização de voçorocas	33
2.5.8 Manejo florestal	34
2.6 Realidade da Utilização das práticas agrícolas sustentáveis no semiárido	34
3. MATERIAIS E MÉTODOS	37
3.1 Área de Estudo e Obtenção dos dados	37
3.2 Métodos de análise	40
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	45
4.1 Verificação das principais práticas agrícolas adotadas nos estabelecimentos agropecuários localizados nos municípios do Semiárido Brasileiro nos anos de 2006 e 2017	45
4.2 Distribuição dos municípios segundo o grau de implementação de práticas agrícolas sustentáveis nos estabelecimentos agropecuários	48
4.3 Mudanças no grau de implementação de práticas agrícolas sustentáveis nos estabelecimentos agropecuários	52
5. CONCLUSÕES	60
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	62

1. INTRODUÇÃO

No Semiárido Brasileiro (SAB) subsistem os indicadores mais críticos de qualidade de vida e degradação ambiental do país. A superação dessa questão vem se prolongando há décadas, pois impõe uma resolução abrangente e complexa frente às dimensões sociais, econômicas e ambientais dessa região (FUNDAÇÃO KONRAD ADENAUER e GTZ, 2006). No meio rural, onde os problemas são mais acentuados, a problemática se dá em parte, pelos sistemas agrícolas predominantemente de base familiar, com baixa eficiência de produção e práticas agropecuárias pouco sustentáveis que têm levado à exaustão, à degradação do solo e, também, da vida humana (SILVA *et al.*, 2010; PEREZ-MARIN, 2012).

A expansão das atividades econômicas que utilizam recursos naturais é um dos principais fatores prejudiciais ao desenvolvimento territorial e econômico no Semiárido Brasileiro (BRASILEIRO, 2009). Ademais, problemas de ordem fundiária, baixos níveis de capitalização, baixos níveis tecnológicos, esgotamento dos recursos naturais, baixa capacidade de convivência com a seca, desemprego, educação desqualificada contribuem para a destruição do meio ambiente (ARAÚJO E ARRUDA, 2011).

A agricultura convencional predomina na região. A forma como é praticada na maioria dos estabelecimentos rurais varia de pacotes tecnológicos baseados em maquinários pesados, fertilizantes e defensivos químicos e vegetais e animais geneticamente modificados, a sistemas produtivos mais primitivos onde há o uso intensivo dos recursos naturais sem a preocupação com a adoção de práticas agrícolas sustentáveis que reduzam os impactos ambientais da atividade.

O desmatamento para abertura de novas áreas de plantio, as queimadas, a utilização de defensivos e fertilizantes químicos, a utilização de maquinário pesado, o superpastoreio, dentre outras, são algumas das práticas que contribuem para degradação ambiental. Como consequência, tem-se a erosão do solo, simplificação do ecossistema, perda da fertilidade do solo, compactação do solo, contaminação de corpos hídricos, eutrofização de rios, erosão genética que, aliadas às características edafoclimáticas do SAB, aprofundam a vulnerabilidade local.

A situação de vulnerabilidade das áreas rurais do SAB tem motivado estudos técnicos e científicos, os quais assumem que uma mudança só será possível por meio da implementação de práticas agrícolas sustentáveis nos sistemas de produção agropecuária. (ALVES *et al.*, 2010; SILVA; NETO, 2015; BARROS, 2011; SILVA *et al.*, 2018; RODRIGUES *et al.*, 2018) Contudo, na sua maioria tais estudos se concentram em análises pontuais, tanto na

perspectiva espacial (estudos de caso, estudos em assentamentos, estudos em comunidades rurais, estudos em um município) (BOMFIM; NOGUEIRA, 2018; OLIVEIRA; BARROS; SILVA, 2012; SILVA, *et al.*, 2016; SILVA *et al.*, 2018) quanto temporal (realizados em um momento específico sem contemplar a dinâmica das variáveis analisadas ao longo do tempo)(GONÇALVES; CHAGAS, 2017; BRANDÃO; BORGES, 2015; MEDEIROS; SOUZA, 2019).

O desenho de pesquisa da maioria dos estudos na temática traz contribuições significativas para o entendimento sobre a adoção de práticas agrícolas sustentáveis e seus impactos ambientais em regiões específicas do SAB. Entretanto, a região abrange 1.262 municípios que ocupam 1,03 milhão de km², o correspondente a 12% do território nacional, conforme Resolução 115, de 23 de novembro de 2017, da Sudene. Dada essa extensão, estudos locais não conseguem cobrir toda a região nem responder a questionamentos importantes para a análise da problemática em escala global, tais como: i) quais as principais práticas agrícolas sustentáveis implementadas nos estabelecimentos agropecuários do SAB? ii) quais as áreas com menores níveis de implementação de tais práticas? iii) houve mudanças no nível de implementação das práticas agrícolas sustentáveis na última década? iv) quais as áreas que apresentaram um retrocesso quanto à implementação das práticas agrícolas sustentáveis?

Considerando-se a problemática que envolve a intensificação dos processos de degradação ambiental observados nas áreas rurais do SAB e a sua relação com o manejo das atividades agrícolas, aceita-se que a resposta a esses questionamentos pode trazer contribuições para a elaboração de estratégias de médio e longo prazos para o desenvolvimento rural da região. Assim, o presente trabalho se justifica por agregar informações necessárias aos estudos que descrevem a situação dos estabelecimentos agropecuários do SAB quanto às práticas agrícolas sustentáveis em uma perspectiva mais ampla que envolve toda sua extensão geográfica. Parte-se da hipótese que a busca por uma agricultura mais sustentável estimulou a adoção de práticas agrícolas menos agressivas ao meio ambiente no período entre 2006 e 2017, contudo o nível de implementação de tais práticas ainda é baixo no SAB.

A relevância da pesquisa se dá em decorrência do agravamento da degradação ambiental nas áreas rurais do SAB e pela necessidade urgente de uma mudança no manejo das atividades agrícolas praticadas nos estabelecimentos agropecuários. De maneira geral, objetivou-se: realizar uma análise da implementação das principais práticas agrícolas sustentáveis nos estabelecimentos agropecuários do Semiárido Brasileiro.

E mais especificamente:

- Verificar quais as principais práticas agrícolas adotadas nos estabelecimentos agropecuários localizados nos municípios do Semiárido Brasileiro;
- Mensurar o nível de implementação de práticas agrícolas sustentáveis nos estabelecimentos agropecuários;
- Identificar as áreas com maior e menor grau de implementação de práticas agrícolas sustentáveis nos estabelecimentos agropecuários;
- Verificar a ocorrência de mudanças no grau de implementação de práticas agrícolas sustentáveis nos estabelecimentos agropecuários.

A pesquisa se encontra organizada em cinco capítulos, incluindo esta introdução. No segundo deles consta um referencial teórico sobre práticas agrícolas sustentáveis. Em seguida, no terceiro capítulo, é apresentada a metodologia adotada e na sequência o quarto capítulo com a discussão dos resultados obtidos. Por fim, o capítulo cinco traz as conclusões.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Atividades agropecuárias e meio ambiente

A relação do homem com a modificação do meio para produção de alimentos remonta a mais de 10.000 anos, quando povos da Ásia e da África abandonam as práticas de caça e coleta e iniciam o processo de produzir seu próprio alimento para subsistência (BORGES FILHO, 2005). A agricultura praticada era a chamada de modelo tradicional, muito parecida com as práticas que os índios praticam hoje, as quais são baseadas no uso do fogo, da mão-de-obra e tração animal, rodízio de terras, domesticação e melhoramento de espécies e variedades e integração com a natureza (PAULUS; MULLER; BARCELOS, 2000)

O modelo de agricultura tradicional se estendeu por muito tempo, pois se tinha um maior controle da produção pelo agricultor e um cultivo de alimentos sem contaminações com resíduos industriais. Porém, com o desenvolver das práticas percebeu-se uma redução de novas áreas de cultivo, uma vez que o manejo adotado esgotava a fertilidade e propiciava a erosão do solo pelas queimadas (PAULUS; MULLER; BARCELOS, 2000).

Com o crescimento demográfico e uma perspectiva de “catástrofe alimentar” surgiu então, um modelo de agricultura baseado no crescimento da produtividade pela utilização de tecnologias voltadas para utilização de químicos, sendo conhecido como modelo convencional (ALMEIDA, 1998).

O modelo convencional de agricultura foi impulsionado por interesses políticos e comerciais. As necessidades dos agricultores tiveram pouca influência nesse modelo que teve como característica um processo de modernização da agricultura. Hoje a modernização se faz presente em quase todos os estabelecimentos agropecuários, pois a linha de crédito permitiu a adoção de pacotes tecnológicos (MAROUELLI, 2003). Essas tecnologias foram desenvolvidas e resultaram em ganhos que impulsionaram a expansão comercial e a exploração crescente do meio ambiente, porém essa expansão da fronteira agrícola não levou em consideração a proteção e preservação ambiental, rebaixando a natureza a um plano secundário (SOUZA; SANTIN; ALVIM, 2007; SIQUEIRA, 2001).

A partir da implantação do modelo convencional o uso de práticas como tração animal, adubos orgânicos, técnicas antigas de controle de parasitas, uso das sementes e raças crioulas foi considerado ultrapassado (PAULUS; MULLER; BARCELOS, 2000). A adoção de tratores e implementos, adubos químicos, sementes e raças animais de alta resposta a insumos, agrotóxicos e criar animais com ração industrial era sinônimo de desenvolvimento (MARQUES, 2001). Porém, a tecnologia da agricultura convencional trouxe uma série de desvantagens e ainda continua impondo enormes prejuízos sociais e ecológicos.

Marques (2001. p. 45):

Diante da indagação sobre os males da agricultura moderna, nota-se que a dilapidação da cobertura florestal e o manejo inadequado dos solos levam à degradação de sua estrutura física e, conseqüentemente, facilitam os processos de erosão. Os solos erodidos exigem mais fertilizantes, que nem sempre conseguem suprir adequadamente as necessidades nutricionais das plantas, tornando-as assim mais suscetíveis ao ataque de pragas e doenças. Dessa forma, os agricultores passam a aplicar doses crescentes de agrotóxicos. Mas estes produtos eliminam também os inimigos naturais das pragas facilitando a proliferação de insetos, ácaros, fungos e bactérias, principalmente nos sistemas monoculturais. Além disso, dificilmente os agrotóxicos conseguem eliminar toda a população de pragas, permitindo que os indivíduos sobreviventes se tornem resistentes a esses produtos. Esse ciclo, bastante comum na agricultura moderna, vem provocando, desde o final dos anos 60, uma série de impactos aos agroecossistemas.

Frente a isso, pode-se afirmar que a degradação ambiental está diretamente relacionada à modernização e ao processo expansão da atividade agropecuária causando alterações no ambiente natural. A criação de suínos, bovinos e o cultivo de arroz são práticas que possuem grande importância economicamente, mas suas conseqüências ao meio ambiente são criticáveis, pois contribuem diretamente para a porcentagem relacionada às práticas do setor agropecuário que chega a cerca de 75% do total das emissões de dióxido de carbono (SOUZA; SANTIN; ALVIM, 2007). Segundo Machado (2005), citado por Dantas (2017), a conversão de cobertura vegetal em áreas de exploração agropecuária afeta diretamente as propriedades físicas e biológicas da superfície terrestre e seus efeitos possuem impactos no clima em escala regional

e até global. Entretanto, “Tal situação poderia ser evitada por meio da utilização de técnicas apropriadas na atividade agropecuária e no manejo da floresta, da realização do zoneamento agroecológico e de outras práticas conservacionistas” (SIQUEIRA, 2001. p. 253).

Frente às preocupações geradas pelo impacto ambiental das atividades agropecuárias, teve-se que se atentar e buscar a reconciliação entre produção e preservação (SOUZA; SANTIN; ALVIM, 2007). Nesse momento (Década de 80), começa a se evidenciar um questionamento acerca das bases do modelo agrícola produtivista, colocando a variável ambiental como elemento de peso frente ao processo de inovação da agricultura (BIN; PAULINO, 2004). Com isso, o termo sustentabilidade passa a atrair a atenção de um número crescente de profissionais, pesquisadores e agricultores.

A insatisfação causada pela insustentabilidade econômica, social e ambiental praticada pela agricultura dita moderna foi um estímulo para a busca de um desenvolvimento agrícola sustentável na tentativa de minimizar os efeitos das atividades antrópicas (ALMEIDA, 1998). É um conceito, baseado no princípio de que a ação humana da geração atual, não deve comprometer os recursos naturais e a qualidade de vida das gerações futuras (SIQUEIRA, 2001)

Com isso, percebe-se que a agropecuária vem caminhando há anos numa busca pelo desenvolvimento através do equilíbrio entre a economia e o ambiente, se utilizando de práticas agrícolas sustentáveis que podem ser a chave para a preservação e conservação da natureza, além de propiciar o desenvolvimento humano.

2.2 Práticas agrícolas como vetores de degradação ambiental no meio rural

As práticas agrícolas visam à correção do agroecossistema com o objetivo de melhorar as características agronômicas de um determinado espaço modificado para produção agropecuária. A partir do momento que essas práticas são usadas de maneira errônea, as técnicas de adequação do meio para produção agrícola geram impactos ambientais, degradando e contaminando as áreas agricultáveis, tornando esses meios inaptos para a produção vegetal das gerações futuras, além de modificar definitivamente o meio ambiente natural.

Romeiro (1998), citado por Borges Filho (2005), já afirma que essas práticas não visam a correção desse desequilíbrio na área produtiva, mas apenas contornar os efeitos negativos causados ao desenvolvimento das plantas. Com isso, reafirma-se a ideia da busca por desenvolvimento econômico sem estar aliado à conservação ambiental, gerando assim, áreas problemáticas, com solos exauridos, compactados, contaminados, além das contaminações,

modificações irreparáveis e morte de rios, lagos, lençóis freáticos, fauna e flora por produtos químicos utilizados no manejo e pela simplificação do ecossistema natural. Com isso, quando se fala em degradação ambiental, inicialmente se pensa em degradação do solo. Seja ela física, química ou biológica, as suas características produtivas e não produtivas são perceptíveis de imediato.

O solo é o responsável por todo o desenvolvimento vegetal, recebendo todo o carregamento de nutrientes e água, além de outros elementos indispensáveis para o funcionamento fisiológico das plantas. Dessa forma, é um dos principais fatores produtivos, ao mesmo tempo que recebe maior carga de manejo. Logo, se as práticas de manejo dos solos não forem efetuadas de maneira correta e ambientalmente consciente, a exaustão pode chegar a níveis irreversíveis.

Vários processos podem levar a degradação do solo. Segundo a RODRIGUES, CAMPANHOLA e KITAMURA (2003) a degradação pode acontecer de duas formas, sendo elas a degradação agrícola e por conseguinte, tem-se a degradação biológica. A primeira fase consiste na diminuição da capacidade produtiva, é um processo inicial que se dá pela falta de manejo adequado. Já a segunda, apresenta características erosivas mais evidentes, sendo um processo mais elevado de degradação, podendo apresentar diferentes formas de expressão como perda da fertilidade, de matéria orgânica, compactação, e até escorrimentos superficiais.

Com o desenvolvimento dos processos degradantes, o solo apresenta-se mais suscetível aos fatores erosivos, uma vez que sua cobertura vegetal é escassa, o escoamento superficial se torna mais recorrente, as chuvas carregam as camadas superficiais levando solo e nutrientes, a incidência solar direta afeta a microbiota do solo, o acúmulo de água nas camadas é menor (WADT, 2003). Essas e outras consequências da utilização de práticas degradantes vêm tornando impróprias muitas áreas agrícolas. Segundo Perez-Marin (2012), a substituição da vegetação nativa por espécies cultivadas é um dos principais fatores que levam à desertificação no semiárido, o autor ainda completa: “Entre os processos mais impactantes sobre o meio ambiente, a erosão é considerada o principal fator de degradação do solo no SAB”.

Práticas comumente utilizadas no semiárido como o manejo intensivo das terras, superpastoreio e o uso do fogo aliado às condições extremas dessas regiões caracterizada pela limitada disponibilidade de água e reduzida produtividade primária tornam o ecossistema frágil e suscetível à degradação (LEITE; SAGRILO, 2010). Os autores ainda complementam que essas práticas que visam à retirada da floresta nativa, incrementam a degradação diminuindo o estoque de carbono no solo, contribuindo assim, para a emissão de gases de efeito estufa.

Práticas agrícolas tradicionais como a aração e gradagem também são conhecidos pela sua ação contra o solo. A aração contínua em pequenas profundidades pode causar compactação do solo causando dificuldade de penetração de raízes e da água (SILVEIRA *et al.*, 2001). Tais consequências também podem ser vistas com a utilização de todo maquinário pesado que se utilize de maneira frequente no processo de plantio.

Quando se pratica a agricultura, está se modificando o meio para objetivos produtivos que utilizam técnicas de plantio que contrariam o sistema natural. O ecossistema é complexo, sendo formado por uma rede de fatores que se interligam compondo um sistema equilibrado. Ao quebrar esse equilíbrio biológico diversas consequências podem ser perceptíveis. A presença de patógenos em áreas agrícolas é uma delas e se dá, em partes, pela necessidade de reequilíbrio. Com a simplificação do meio ocorre o aumento da população de patógenos e pragas, causados pela homogeneização genética nos campos agrícolas que contraria a pluralidade natural do ecossistema (BERGAMIN *et al.*, 1995 citado por GHINI e BETTIOL, 2000). A partir da prática da monocultura, faz-se necessários o uso de manejos que se buscam remediar as consequências geradas.

Os defensivos agrícolas (agrotóxicos), são meios de defesa aplicados às plantas para controlar a população de pragas e doenças que são prejudiciais às culturas. Porém, esses defensivos se utilizados de maneira irracional podem gerar grandes danos ambientais se tornando grandes vilões da natureza. Segundo Ghini e Bettiol (2000), cerca de 90% dos pesticidas aplicados não atingem a praga, sendo dissipados no solo e nos reservatórios de água. Podem ser inseticidas, acaricidas, herbicidas dentre outros, mas se aplicados de maneira incorreta e indiscriminada toda essa carga irá para o ambiente contaminando o que tocar, degradando o meio.

Práticas de fertilização agrícola, também podem ser um grande fomentador de degradação ambiental. Segundo Zamberlan *et al.* (2014), fertilizantes utilizados em altas quantidades e sem critério no solo podem ser carregados, lixiviados para cotas mais baixas, contaminando cursos hídricos, lençóis freáticos podendo se tornar um fator de degradação ambiental. Ainda podem causar modificações como decréscimo de matéria orgânica no solo e degradar suas características físicas, alterando a capacidade de retenção e escoamentos de água (SANTANA, 2005).

Arcoverde *et al.* (2015), atribui à aptidão agrícola das terras e o manejo adotado a responsabilidade sobre os solos não ideais e frágeis do Semiárido Brasileiro (SAB). Baretta *et al.* (2003) afirmam que a diversidade da fauna do solo pode ser influenciada pelas práticas de manejo utilizadas em um sistema de produção. Nunes, Araújo Filho e Menezes (2009) em sua

pesquisa, reafirmaram ao concluir que práticas de manejo baseadas em queimadas causam a eliminação de alguns grupos de inseto do solo como Isoptera e Larvas de Diptera. Giongo *et al.* (2011), por sua vez, afirmam que essas práticas, de maneira geral, estão reduzindo o teor de carbono no solo e aumentando a liberação de CO₂ para a atmosfera.

Frente a toda essa problemática, faz-se necessário o desenvolvimento e utilização de práticas agrícolas que aliem a produtividade e o baixo impacto ambiental. Uma vez que a utilização de manejos degradantes torna as áreas impróprias para o cultivo, também são necessárias práticas de recuperação desses ambientes para manutenção da capacidade produtiva das gerações futuras. Essa é uma necessidade urgente e que cada vez mais está sendo exigida pela população, possuindo uma relevância incalculável frente ao desenvolvimento rural sustentável.

2.3 Importância das práticas para um desenvolvimento rural sustentável

A proteção do meio ambiente se torna um estímulo para o desenvolvimento de novas técnicas e tecnologias capazes de reduzir os efeitos degradantes ao meio ambiente bem como promover a recuperação de áreas devastadas pelo uso inconsciente das práticas agrícolas não sustentáveis. Hoje, há uma maior valorização pelo que é socialmente justo, economicamente produtivo e ambientalmente conservador.

Economicamente, as práticas agrícolas sustentáveis geram um ambiente mais propício ao desenvolvimento agrícola, uma vez que o manejo ambientalmente racional eleva as taxas produtivas do agroecossistema. Wutke *et al.* (2000), já diziam que a manutenção da capacidade produtiva dos solos é de fundamental importância para que a produção agrícola alcance elevados índices de produtividade, bem como uma alta rentabilidade. O que pode ser salientado por Leite e Sagrilo (2010) ao pontuarem que para recuperação de solos que estão degradados ou que estão passando por esse processo é de vital importância a utilização estratégias de manejo conservacionistas, que se utilizem de um conjunto de práticas agrícolas que propiciem a melhoria da fertilidade do solo, o aumento da capacidade de retenção de umidade e a redução da erosão. Além disso, a adoção de práticas agrícolas sustentáveis pode ser um diferencial na comercialização dos produtos agrícolas e a sustentabilidade é garantida através desses cuidados ambientais (ZAMBERLAN *et al.*, 2014).

Socialmente, a busca por desenvolvimento sustentável busca inserir as pessoas em meio

da educação, cultura, política e economia, de maneira a retirá-las da extrema pobreza e inseri-las em um contexto de dignidade humana (ARAÚJO; ARRUDA, 2011). A educação ambiental aliada ao subsídio de tecnologias de manejo sustentável pode mudar a realidade de famílias e estimular o crescimento econômico e a sustentabilidade desses meios produtivos de maneira a reduzir a degradação ambiental caracterizada pela ausência de conhecimento técnico e apoio governamental. Assim, inovações desenvolvidas aliadas à conservação e recuperação ambiental contribuem para a configuração de um novo padrão de competitividade para produtos, processos e serviços que têm como atributo a qualidade ambiental (BIN; PAULINO, 2004).

A busca pela conservação e preservação ambiental se caracteriza, também, pela utilização de um maior uso de processos biológicos nos sistemas agrícolas com enfoque nas mudanças relacionadas aos sistemas convencionas de produção que se baseiam em fontes não renováveis de energia, que implicam na utilização e dependência de produtos químicos e outros insumos energéticos (Ghini; Bettiol, 2000). Os ganhos ambientais com tais mudanças na agricultura modificam a forma de observar o meio ambiente, tratando-o não apenas como fator de produção, mas como ambiente ecologicamente saudável que reflete a qualidade de vida de quem produz e de quem consome os derivados desse meio.

A relevância da utilização pode se confirmar de diversas formas, com diferentes consequências ao meio ambiente. O uso e o manejo do solo, com métodos que modifiquem minimamente o ambiente podem contribuir com a alta produção de resíduos vegetais, com o acúmulo de nutrientes e reduzindo a emissão de gases de efeito estufa para atmosfera (LAL *et al.*, 2007; CARVALHO *et al.*, 2010 citados por ANGELOTTI; FERNANDES; JUNIOR; SÁ, 2011). Essa retenção de carbono também pode ser conseguida através do manejo de florestas, que por sua vez possuem grande relevância no equilíbrio do clima regional e global (PEREIRA; ANDRADE; COSTA, 2001; SÁ *et al.*, 2011). O pousio, favorece a restauração física e química do solo (MENEZES *et al.*, 2005). A rotação de culturas favorece aumento da matéria orgânica, proteção do solo durante todo o ano, diminuição das parasitas das culturas, manutenção da umidade do solo (PAULUS; MULLER; BARCELLOS, 2000). Matas naturais preservadas possuem uma fauna edáfica mais rica com grandes números de grupos taxonômicos e de indivíduos (NUNES; ARAÚJO FILHO; MENEZES, 2009). Com isso, pode-se perceber que a utilização desses métodos só tem a acrescentar aos meios produtivos, elevando a rentabilidade e preservando a natureza.

A difusão de práticas de manejo e tecnologias que são mais sustentáveis, tem como finalidade uma mudança significativa no sistema de produção agropecuária, buscando remediar problemas oriundos do passado, melhorando a situação do presente sem comprometer o futuro.

Com isso, as práticas agrícolas ecologicamente responsáveis são fatores cruciais no que se refere ao desenvolvimento rural sustentável, principalmente para a agricultura familiar de subsistência que apresenta em grandes porcentagens no Semiárido Brasileiro. Fato este que é reafirmado por Santana (2005. p. 7), que define os sistemas produtivos sustentáveis em sua afirmativa, revelando a sua grande relevância:

Um sistema de produção sustentável é aquele que satisfaz as necessidades do agricultor (competitividade) e preserva o meio ambiente (preservação), enfatizando sempre a interação entre recursos naturais e aspectos socioeconômicos (cadeia agroalimentar), visando a sustentabilidade da agricultura e o bem-estar da sociedade em geral, para esta geração e as que se seguirem.

Frente a isso, consolida-se a importância da adoção de práticas agrícolas sustentáveis no SAB por serem tecnologias ecologicamente sustentáveis e economicamente viáveis, sendo necessárias para recuperação da capacidade produtiva dos bens e serviços que são demandados pela sociedade (MENEZES *et al.*, 2005).

2.4 O que são práticas agrícolas sustentáveis

As práticas agrícolas têm como objetivo driblar as consequências da simplificação do ecossistema e corrigir fatores essenciais para a produção agrícola, como a fertilidade dos solos, a suscetibilidade das plantas a pragas e doenças, a estrutura do solo e etc. (BORGES FILHO, 2005). Para tanto, se utiliza técnicas de manejo que muitas vezes degradam o ecossistema, esgotando os solos, contaminando as águas, matando a fauna e flora nativa e a partir dessas consequências desastrosas busca-se reduzir essa problemática com técnicas de manejo mais conscientes. Com isso, as práticas agrícolas sustentáveis voltam-se para a redução dos danos ambientais e para a busca de um desenvolvimento rural sustentável (BRASILEIRO, 2009). Em outras palavras “é uma forma de manejo que visa à constante preservação e renovação da base de produção, com o objetivo de perpetuar eternamente a produção” (FUNDAÇÃO KONRAD ADENAUER e GTZ, 2006).

Como desenvolvimento rural sustentável, por sua vez, pode-se entender como o desenvolvimento econômico, aliado à proteção ambiental e à inclusão social, de maneira a atender as necessidades produtivas atuais sem comprometer as necessidades das gerações futuras (ARAUJO; ARRUDA, 2011). Através disso, pode-se perceber que a implementação, bem como o desenvolvimento de novas práticas agrícolas ambientalmente conscientes têm um papel de grande relevância frente a busca de uma produção agrícola sustentável.

A insatisfação com os modelos tradicionais de agricultura e a preocupação com o

ambiente e a qualidade de vida fizeram com que esse enfoque de sustentabilidade na agricultura surgisse e ganhasse força com as frequentes notícias referentes às degradações ambientais causadas pela produção agrícola servindo como estímulo para desenvolvimento e utilização de práticas ecologicamente conscientes (SANTANA, 2005). Assim, muitas tecnologias surgiram na busca por alternativas menos degradantes. Como por exemplo, uso de feromônios sexuais sintéticos de insetos pragas, termoterapia de órgãos de propagação e frutos; a energia solar para controle de fitopatógenos do solo (solarização), a radiação ultravioleta para o controle de patógenos em pós colheita, as técnicas de manejo integrado e manejo ecológico de pragas e doenças, dentre outras (GHINI; BETTIOL, 2000). Porém, apesar de surgirem muitas opções com o início da vertente sustentável, estas precisam de maior entendimento técnico, sendo utilizadas em propriedades com maior aporte tecnológico, dificultando o acesso de pequenos produtores familiares que estão presentes em grande quantidade no SAB. No Nordeste semiárido, cerca de 90% do número de estabelecimentos têm área inferior a 100 ha (SILVA *et al.*, 2010).

As tecnologias nos processos de produção são muitas e as práticas agrícolas empregadas podem variar de acordo com uma série de fatores, com o ambiente, a situação socioeconômica do produtor, as condições de exploração e com o tempo (SANTANA, 2005). Todos esses fatores vão determinar o caminho a ser seguido frente à busca por sustentabilidade, tendo por isso, a necessidade de se desenvolver manejos que possam se adequar a diferentes realidades, oferecendo possibilidades aos diferentes níveis de agricultura.

Bin (2004), citado por Borges Filho (2005) salienta que a sustentabilidade das práticas agrícolas é definida pelo conjunto de técnicas aplicadas e não só pela aplicação isolada de uma prática, sendo a abordagem dessas técnicas que irá determinar o processo agrícola como sustentável. Segundo Borges Filho (2005), essas abordagens podem ser divididas em quatro, sendo elas: A abordagem convencional, a revolucionária, a intermediária ou amena e por fim a de alta tecnologia. Ainda segundo o autor, a abordagem intermediária é a tendência para pesquisa na agricultura, uma vez que se utiliza de tecnologias mais ecológicas, visando menor impacto ambiental.

“O manejo sustentável se preocupa com a preservação dos recursos naturais que são a base da produção dos produtos desejados de uma floresta ou uma propriedade agrícola” (FUNDAÇÃO KONRAD ADENAUER; GTZ, 2006). Com isso, as práticas agrícolas sustentáveis são meios de transformar a realidade produtiva de maneira a contornar os entraves que limitam o desenvolvimento da agricultura através de técnicas e tecnologias que possuem mínimos impactos sobre a natureza, conservando, preservando e recuperando áreas de

produção. Por isso, seu conhecimento e utilização se faz tão importante frente ao desenvolvimento sustentável.

2.5 Práticas Agrícolas Sustentáveis

Como vimos anteriormente, as atividades agropecuárias no Semiárido Brasileiro (SAB), em sua maioria, se utilizam de técnicas de produção que contribuem para a degradação desse espaço. As consequências sofridas pela má utilização do meio ambiente podem ser desastrosas e irreparáveis para todo o ecossistema. Portanto, aborda-se a seguir, sobre as principais práticas agrícolas sustentáveis adotadas no Semiárido Brasileiro, com a finalidade de caracterizar e pontuar suas respectivas importâncias e especificidades dentro desse ecossistema. Dentre as práticas adotadas estão: o plantio em nível; rotação de culturas; pousio ou descanso de solos; proteção e/ou conservação de encostas; recuperação de mata ciliar, reflorestamento para proteção de nascentes; estabilização de voçorocas; e por fim o Manejo florestal.

2.5.1 Plantio em nível

O plantio em nível é, por definição, a plantação considerando variações referentes ao padrão de declividade do terreno. (CASTRO; VALÉRIO FILHO, 1997). Nesse tipo de plantio, cada linha de plantas forma uma barreira, diminuindo a velocidade da enxurrada diminuindo os efeitos da declividade do terreno (SANTANA, 2005). Os sulcos provenientes dessa prática acumulam a água de escoamento e a levam até as raízes das plantas, segurando a umidade do solo e evitando a erosão (FUNDAÇÃO KONRAD ADENAUER; GTZ, 2006).

Para o plantio em nível, deve-se marcar as curvas de nível no terreno com base na declividade, utilizando de diversos instrumentos, como o nível de mangueira, nível topográfico, estação total e etc... Porém, essa prática necessita da utilização de outras técnicas que possam ser praticadas juntamente para que atinja os objetivos esperados de maneira mais eficiente. Geralmente se utiliza os terraços, rotação de culturas, práticas de preparo do solo e outros sistemas de desvio e drenagem de água (ISGA, 2010).

Santos *et al.* (2007), demonstram a eficácia do cultivo em nível adicionado de outras práticas conservacionistas como o plantio em nível com barramentos de pedra e plantio em nível com cobertura morta. Os autores demonstram que o plantio em nível em substituição ao morro abaixo se tem mostrado bastante eficiente no controle das perdas por erosão hídrica. Ao

observar a utilização dessa prática pode-se perceber que as colheitas das plantações em nível, em áreas menores, são comparáveis com colheitas obtidas em áreas maiores (FUNDAÇÃO KONRAD ADENAUER; GTZ 2006).

Frente a isso, o plantio em nível é recomendado para prevenir erosão e conservar o solo, sendo uma das práticas mais eficientes e viáveis. Apesar da necessidade de conhecimentos técnicos e uma certa tecnologia, essa prática pode se ampliar dentro dos meios produtivos elevando a rentabilidade e preservando áreas agricultáveis.

2.5.2 Rotação de culturas

Cultivos em áreas agrícolas de maneira contínua durante vários anos acarreta perda de produtividade (SILVEIRA *et al.*, 2001). No que se trata ao meio ambiente, perda de fertilidade dos solos e a simplificação do meio pela falta de um agroecossistema mais complexo são alguns dos principais problemas causados pelas práticas convencionais de agricultura. Problemas estes que podem ser minimizados com práticas conservacionistas como a rotação de culturas.

A rotação de culturas é uma prática agrícola sustentável que visa ao cultivo de plantas de maneira alternada, em uma mesma área ao longo do tempo (PAULUS; MULLER; BARCELLOS, 2000). Em outras palavras, a rotação de culturas é uma prática de manejo sustentável de solo que possibilita o aumento do equilíbrio dos processos (ISGA, 2010) e permite a utilização de população de plantas adequada às condições da lavoura e do híbrido, considerando os ciclos biológicos das espécies envolvidas com a produção (TRENTO; IRGANG; REIS, 2002). Com isso, pode-se driblar vários efeitos negativos provindos da monocultura, como perda da fertilidade do solo, o aumento de parasitas, perda do rendimento, entre e outros.

“A rotação de culturas é a técnica que preserva a terra por meio da divisão de uma propriedade e do cultivo de diferentes espécies vegetais em cada parte dessa divisão, ocorrendo trocas dessas espécies em áreas pré-determinadas” (FARIAS, 2004 citado por CIRNE; SOUZA, 2014. P. 78). Para possuir um nível elevado de eficiência, deve-se atentar para os diferentes níveis de minerais demandados pelas culturas que irão ser implementadas de maneira que supram todas as necessidades e se complementem mineralmente (ANDRES; MARCHEZAN; MENEZES, 2001)

Como efeitos positivos da utilização dessa prática pode-se citar aumento da matéria orgânica, proteção do solo durante todo o ano, diminuição das parasitas das culturas, manutenção da umidade do solo, transporte dos nutrientes das camadas mais profundas para a

superfície (reciclagem e nutrientes), maior rendimento das culturas entre outros (PAULU; MULLER; BARCELLOS, 2000). Portanto, tal prática se torna uma grande aliada na produção agrícola de maneira mais sustentável, podendo ser praticada por qualquer nível de produção agrícola, tendo retornos econômicos e ambientais que culminam na sustentabilidade.

A rotação de culturas tem efeitos significativos sobre a fertilidade do solo. Segundo Silveira *et al.* (2001), a rotação aumentou a produtividade e rendimento na cultura do feijão tendo rotação com arroz consorciado com colopogônio. Já Wutke *et al* (2000), concluíram em sua pesquisa que a rotação de culturas de feijão irrigado com milho e adubos verdes reduziu a resistência do solo à penetração na camada arável, garantiu a manutenção do teor de matéria orgânica do solo, bem como possibilitou a redução da acidez e o aumento do índice de saturação por bases em profundidade em relação ao valor inicial.

Para resultados mais perceptíveis, a prática deve ser bem planejada visando bons resultados. Com isso, tem-se que levar em consideração diversos fatores. De início deve-se escolher culturas adaptadas à região, com mercado consumidor, com resistência a pragas e doenças e com sistema radicular agressivo (PAULUS; MULLER; BARCELLOS, 2000). As culturas não devem ser plantadas por mais de dois anos no mesmo lugar e podem ser planejadas por gleba ou área. A diversificação e a alocação dessas diferentes culturas são completamente importantes nessa prática (ISGA, 2010).

Frente a isso, a rotação de culturas vem demonstrando ser um grande aliado como prática agrícola sustentável, sendo de grande valor a sua implementação em consócio com outras práticas, possuindo um manejo simples que possui excelentes retornos econômicos, com maior produtividade e rentabilidade atrelados aos ganhos ambientais.

2.5.3 Pousio ou descanso de solos

Pousio é a prática caracterizada por áreas de descanso florestal após uso do solo para a reposição de nutrientes utilizados pela produção agrícola, a partir da elevada deposição de serrapilheira dos sistemas florestais (BAIARDI; MENDES, 2006). É a prática na qual uma área é mantida sem lavoura alguma por um espaço de tempo, em que a terra obtém descanso de cultivos (FENGER, 2006 citado por CIRNE E SOUZA, 2014).

Essa prática é de grande importância para restaurar os nutrientes retirados pela produção agrícola ou para recuperação de áreas degradadas através da ação da própria natureza através do tempo. O pousio favorece a restauração física e química do solo, fortalecendo a área para a próxima produção ou para ser novamente agricultável em casos de áreas degradadas

(MENEZES *et al.*, 2005).

No passado, antes da grande pressão demográfica, a sustentabilidade era praticada no serrado através da prática do pousio, quando se utilizava uma pausa por um grande período de tempo entre dois cultivos (MENEZES *et al.*, 2005). Com isso, assegurava-se colheitas rentáveis e um impacto mínimo sobre o ambiente. Nos dias atuais, com o desenvolvimento econômico, há maior demanda por alimentos e para supri-la abre-se novas áreas e diminui-se o tempo entre plantios, contribuindo para a degradação, pois essa redução no tempo de pousio intensifica o uso da terra e reduz a capacidade de recuperação do solo. (ARAÚJO; ARRUDA, 2011; ALMEIDA *et al.*, 2012; RANGEL-VASCONCELOS, 2012).

Segundo Martins *et al.* (1990), com o pousio, ocorre grande produção de resíduos pela vegetação secundária aumentando a quantidade de carbono contida no solo podendo passar os 80% da encontrada no ecossistema natural. Almeida, Oliveira e Araújo (2012), constataram que o tempo de pousio promoveu aumento de 340% no tempo de recessão da vazão, o que leva a um maior tempo de permanência da água no solo e em dez anos de pousio e reduziram a perda de solo em cerca de 80% quando comparada com a encosta degradada. O pousio em comparação com áreas desmatadas pode reduzir entre 74 e 94% da perda de solo em seis anos de prática (SRINIVASAN *et al.*, 2003 e ALBUQUERQUE *et al.*, 2002 citados por ALMEIDA, OLIVEIRA; ARAÚJO, 2012). Com isso, pode-se perceber que o pousio induz melhoria das condições físicas, químicas e biológicas do solo

“Pousio é uma das técnicas para recuperação de áreas degradadas e se baseia no próprio poder de resiliência do solo” (MARTINS *et al.*, 2014). Com isso, essa prática deve ser usada como um mecanismo de proteção ambiental e de utilização adequada dos recursos naturais para a agricultura familiar e tradicional (CIRNE; SOUZA, 2014).

2.5.4 Proteção e conservação de encostas

Essa prática se dá pela proteção da cobertura vegetal, conservando a estrutura natural em área de grande declividade. É um processo de proteção florestal. (RIBEIRO; FREITAS; COSTA, 2010). Segundo Argento (1980), as encostas são declives que existem em flancos de elevação, colinas ou serras, que sofrem alterações em sua continuidade com diversos fatores. Dentre eles, estão a erosão diferencial do solo, estrutura da rocha, fatores orgânicos dentre outros. Porém, são as áreas agrícolas que ocorrem nesses espaços que geram maiores impactos negativos ambiental e economicamente.

A densidade de ocupação vegetal nas encostas é um fator crucial para manter o

equilíbrio nesse ambiente, dando estabilidade a esse sistema (Argento, 1980). Cultivar em áreas de encostas favorece a erosão do solo e contaminação da água. Uma vez que estas áreas apresentam acentuadas declividades e superfície exposta pela retirada da vegetação para cultivo, a água que cair sobre essa área terá uma baixa taxa de infiltração, carreando o solo superficialmente para as áreas mais baixas, podendo chegar a corpos hídricos que serão alterados pela sedimentação desse material (ZAMBERLAN *et al.*, 2014).

Zheng *et al.* (2008) citados por Almeida, Oliveira e Araújo (2012), estudaram a perda de solo entre diferentes tipos de vegetação e coberturas do solo e avaliaram que as áreas vegetadas reduziram a perda de solo entre 76 e 97% em relação à parcela padrão, com 15% de cobertura. Concluíram ainda, que o dossel da cobertura vegetal, da serrapilheira, das raízes e formas de vida da planta, das propriedades do solo e da estrutura da vegetação foram os fatores que determinaram a magnitude dessa perda de solo. Sendo assim, a erosão pode se apresentar de maneira natural, mas geralmente é causado pela ação do homem, acelerando o desequilíbrio ambiental (Argento, 1980).

A cobertura vegetal pode ser considerada o fator de maior relevância na proteção dos solos, pois atua de diversas maneiras na sua preservação, seja através dos efeitos espaciais da cobertura vegetal, na redução do impacto das chuvas no solo ou no seu papel na estabilidade dos agregados de solos (GUERRA, 1998). Boer & Puigdefábregas (2005) citados por Almeida, Oliveira e Araújo (2012) concluíram que os fatores que mais afetaram o escoamento e as perdas de solo foram a cobertura do solo e a declividade. Almeida, Oliveira e Araújo, 2012, em sua pesquisa determinaram que a menor precipitação capaz de gerar escoamento superficial na encosta degradada foi de 7,2 mm; já na encosta em pousio este valor foi quase 20% superior (8,6 mm), ou seja, foi necessária uma maior quantidade de água exercendo força sobre o solo com prática conservacionista para conseguir escoar superficialmente.

Com isso, pode-se perceber que áreas de encostas são muito suscetíveis à erosão por conta de sua declividade. Suscetibilidade esta, que pode ser aumentada pela ação humana, que por sua vez aumenta as possibilidades de degradação ambiental. Por isso, que a necessidade de prática de manejo conservacionistas que visam à preservação desses espaços se torna tão relevante na busca por uma agricultura, revertendo áreas agrícolas em locais desapropriados em áreas de preservação vegetal.

2.5.5 Recuperação de mata ciliar

A recuperação das áreas de mata ciliar é designada pela recuperação da vegetação nativa ao longo dos cursos d'água e no entorno das nascentes. (CARDOSO-LEITE *et al.*, 2014).

Atualmente, para se obter uma estabilidade na produção de alimentos sendo ecologicamente sustentável é necessário a adoção de práticas de uso racional e de conservação da qualidade dos recursos, sendo fundamentais nesse processo a recuperação e preservação das matas ciliares (ISGA, 2010).

Toda a vegetação que compõe as margens dos cursos d'água deve ser preservada. Segundo Ricardo, (2008, p. 10) a mata ciliar é...

Considerada pelo Código Florestal Federal como "*área de preservação permanente*", com diversas funções ambientais, devendo respeitar uma extensão específica de acordo com a largura do rio, lago, represa ou nascente. De acordo com a Lei N.º.771/65, essa área deve-se manter intocada, e caso esteja degradada deve-se prever a imediata recuperação.

Ricardo, (2008, p. 10) ainda diz mais: "A preservação e a recuperação das matas ciliares, aliadas às pratica de conservação e ao manejo adequado do solo, garantem a proteção de um dos mais preciosos recursos naturais que é a água". Segundo o ISGA (2010), a qualidade da água pode ser definida como "um conjunto de características físicas, químicas e biológicas que podem ser classificadas de acordo com a sua potabilidade e segurança para o bem-estar do ser humano e dos ecossistemas". Essa vegetação que acompanha os rios, riachos, lagos e açudes, purifica a água, diminui o assoreamento, protegendo as margens dos cursos d'água, os peixes e animais (FUNDAÇÃO KONRAD ADENAUER; GTZ, 2006).

Zamberlan (2007), constatou nas águas de reservatórios superficiais mais próximos de produção agropecuária que a cobertura vegetal em seus entornos era insuficiente, que a qualidade era inferior física e quimicamente. A perda de matéria orgânica causada pela erosão do solo em áreas sem vegetação, é responsável pela eutrofização de rios e lagos colocando em perigo a vida aquática (MCGREGOR *et al*, 1996 citados por FALÇÃO SOBRINHO; FALCÃO; NUNES, 2006). Com isso, percebe-se que as áreas dos entornos dos mananciais precisam de uma vegetação preservada com impactos mínimos causados pela ação humana para preservação de cursos d'água, bem como da fauna aquática.

A conservação e/ou recomposição de vegetação permanente é capaz de oferecer estabilidade ao solo das margens e é uma das medidas de manejo que deve ser tomada baseando-se nas características edafoclimáticas da região (ISGA, 2010). Nunes, Araújo Filho e Menezes (2009) concluíram em sua pesquisa que matas naturais possuem uma fauna edáfica mais rica com grandes números de grupos taxonômicos e de indivíduos, que em contrapartida, as áreas desmatadas e cultivadas possuem uma fauna limitada causada pela eliminação da cobertura vegetal.

Ao identificar uma área de matar ciliar degradada ou em processo de degradação é de

grande importância que se desenvolvam projetos que visem recuperá-las, trazendo de volta suas características e seus serviços ecossistêmicos (Ricardo, 2008). Segundo Chabaribery *et al.* (2008), os sistemas de preparo do solo, cercamento, plantio e primeira manutenção podem ser utilizados em conjunto para recuperação de áreas ciliares degradadas. A utilização de mudas de plantas nativas é um importante fator dentro de um manejo de áreas degradadas, pois reflete na adequação dessas plantas ao ambiente. Deve-se sempre se atentar para o potencial de auto recuperação da área.

2.5.6 Reflorestamento para proteção de nascentes

Reflorestamento para proteção de nascentes é a recuperação da cobertura vegetal no entorno das nascentes, as espécies são distribuídas segundo sua adaptação ao solo, principalmente, quanto à umidade (BAGGIO *et al.*, 2013). “Entende-se por nascente o afloramento do lençol freático que dá origem a uma fonte de água de acúmulo (represa), ou cursos d’água (regatos, ribeirões e rios)” (SÃO PAULO, 2009. p.4).

A partir do momento que o homem começou a utilizar-se dos solos para efetivamente cultivar e esse cultivo passou a ser não só para subsistência, mas para comercialização, novas áreas foram abertas e florestas foram desmatadas. A frenética derrubada de florestas e as queimadas para limpeza de áreas contribuem para o desequilíbrio ecológico fazendo com que as florestas desapareçam (SANTANA, 2005). Tiveram que abrir solo para mais moradias e plantios, e assim, mais da metade das matas mundiais já foram derrubadas e uma das maiores responsáveis por essas derrubadas foi a agricultura (Ricardo, 2008). Ademais, a substituição de floresta por outras culturas e espécies reflete diretamente na mudança climática regional, causando aumento da temperatura (FALÇÃO SOBRINHO; FALÇÃO; NUNES, 2006). Essa pressão faz com que, efetivamente, reduza a vegetação necessária para diversos serviços ecológicos inclusive para a proteção natural de nascentes.

Segundo SÃO PAULO (2009, p. 4),

As nascentes, cursos d’água e represas, embora distintos entre si por várias particularidades quanto às estratégias de preservação, apresentam com pontos básicos comuns o controle da erosão do solo por meio de estruturas físicas e barreiras vegetais de contenção, minimização de contaminação química e biológica e ações mitigadoras de perdas de água por evaporação e consumo pelas plantas.

Com a implantação de áreas de vegetação há uma série de serviços ecossistêmicos que auxiliam na preservação das nascentes e cursos d’água. Uma área reflorestada e protegida por vegetação nativa, apresenta a uma vazão de água constante e durante mais tempo, enquanto que

em áreas desmatadas os cursos secam (FUNDAÇÃO KONRAD ADENAUER; GTZ, 2006). Segundo a SEMAM (2007), a implementação de floresta faz com que diminua a temperatura local mantém o solo úmido por mais tempo possibilitando a infiltração no solo, e assim, alimentando a nascente, além de proteger da erosão evitando o soterramento da nascente por deslizamentos e contribuir para boa qualidade da água, servindo como filtro de poluentes.

O reflorestamento é uma das maiores intervenções que podem ser tomadas frente ao processo de recuperação e conservação das nascentes. Se praticada de maneira planejada, sendo orientada e executada por especialistas, o reflorestamento será capaz de suprir os três fundamentos básicos de proteção e conservação de nascentes, sendo eles a proteção da superfície do solo, criação de condições favoráveis à infiltração da água no solo e a redução da taxa de evapotranspiração (SAMPAIO, 2016).

Segundo a Baggio *et al.* (2013), a diversificação das culturas, introduzindo a produção florestal nas propriedades, é um dos fatores que irá aumentar a quantidade de água que vai chegar aos lençóis e conseqüentemente, às nascentes. Porém, somente boas práticas de cultivo não são suficientes para repor a capacidade de infiltração da água no solo sendo necessárias as práticas para melhorar o abastecimento dos lençóis como a proteção do entorno das nascentes.

2.5.7 Estabilização de voçorocas

“A voçoroca consiste no desenvolvimento de canais nos quais o fluxo superficial se concentra. Formam-se devido à variação da resistência à erosão. Que em geral é devida a pequenas mudanças na elevação ou declividade” (MAGALHÃES, 2001). A estabilização de voçoroca é a estabilização da erosão hídrica laminar e linear de grande porte (formas variadas e difícil controle). Áreas com grandes declives aliados ao desmatamento e uma concentração de chuvas podem se tornar área de grande movimento de massa e a erosão causando voçorocas em altos níveis (FALÇÃO SOBRINHO; FALÇÃO; NUNES, 2006).

As voçorocas se caracterizam por ser o estágio mais avançado de erosão onde diversos fatores estão presentes como os relacionados ao escoamento pluvial, de erosão interna de sulcos, escorregamentos dos solos, além da erosão feita pelos escoamentos de água pluvial (MAGALHÃES, 2001). O desmatamento para a fabricação de carvão vegetal, o uso incorreto do solo para a agricultura, a pecuária e obras de engenharia civil são os principais responsáveis pelos danos ambientais causados pelas voçorocas (CABRAL *et al.*, 2002;).

A erosão do solo é capaz de diminuir a área de exploração agrícola, reduzindo a capacidade produtiva e aumentando os custos de produção. Os prejuízos ambientais e sociais são altos, pois a recuperação de grandes voçorocas é difícil e com custos muito altos, podendo ser mais elevado que o próprio valor da terra (FERREIRA, 2015). “Uma vez instalada essa forma de erosão, torna-se quase sempre inviável sua eliminação, restando como alternativa a sua estabilização para evitar a intensidade do problema” (GOULART, 2006 citado por TEIXEIRA; GUIMARÃES, 2012) ”.

Para preservação de áreas que são propensas ao voçorocamento é muito importante buscar medidas que diminuam o potencial erosivo da chuva como técnicas de natureza mecânica, física e edáfica que aumente a infiltração do excesso do fluxo hídrico e contribuam para a retenção da água através do uso adequado do solo (NARDIN *et al.*, 2010).

Para estabilização das voçorocas podem se utilizar algumas técnicas de controle que juntas formam um controle mais complexo e mais eficiente. Segundo Magalhães (2001), podem ser tomadas algumas intervenções como a utilização de maciços arbóreos que reduzem a velocidade de avanço da voçoroca, evitar a passagem de pessoas, animais, veículos e etc., que devem ser evitadas através de cercas isolando a área, devem ser feitas barragens de retenção que retêm o solo no fundo das voçorocas, deve-se interceptar as águas que escoam nas cabeceiras e controle das águas subterrâneas e superficiais dentre outras técnicas. Vale ressaltar que um plano de controle da voçoroca não deve ser abordado de forma isolada, mas como um conjunto de medidas para a estabilização de toda a área afetada (GUIMARÃES *et al.*, 2012).

2.5.8 Manejo Florestal

“O manejo florestal procura reduzir os danos à floresta, reduzir os desperdícios de madeira e aumentar a eficiência das operações de extração” (Barros, 1996. p 5). É a administração da floresta para a obtenção de benefícios econômicos, sociais e ambientais, respeitando-se os mecanismos de sustentação do ecossistema objeto do manejo e considerando-se, cumulativa ou alternativamente, a utilização de múltiplas espécies madeireiras, de múltiplos produtos e subprodutos não madeireiros, bem como a utilização de outros bens e serviços de natureza florestal (ANGELOTTI; FERENANDES JUNIOR; SÁ, 2011).

“O manejo da floresta garante a cobertura florestal da área, retém a maior parte da diversidade vegetal original e pode ter impactos pequenos sobre a fauna, se comparado à exploração não manejada” (ANGELOTTI; FERENANDES JUNIOR; SÁ, 2011). Ademais, as florestas manejadas fazem a manutenção do ciclo hidrológico e também a retenção de carbono,

sendo serviços de grande importância frente ao equilíbrio do clima regional e global (PEREIRA *et al.*, 2001; SÁ *et al.*, 2011).

Observando o Semiárido Brasileiro pode-se dizer que a falta de conhecimento sobre as potencialidades da vegetação característica dessa região é um dos principais fatores da escassa adoção de práticas de manejo florestal entre os produtores (FUNDAÇÃO KONRAD ADENAUER; GTZ, 2006). Segundo Araújo e Arruda (2001), a incorporação de fainas florestais para produção de lenha, carvão vegetal, extração de fibras, frutos e ervas medicinais é uma das utilizações dos recursos florestais que podem mudar a realidade dos produtores principalmente na época de estiagem. A produção de biomassa energética, aliada ao manejo florestal sustentável com o reflorestamento, também pode ser uma solução para reverter processos de desertificação no SAB, sendo uma faceta relevante a ser considerada frente às características da caatinga e do serrado, além de ser uma proposta adequada de utilização dos recursos desses biomas presentes no SAB (FUNDAÇÃO KONRAD ADENAUER; GTZ, 2006). Pois a adoção do manejo garante a produção sustentável de madeira na área, e requer menor tempo para recuperação em relação à exploração não manejada (Oliveira *et al.*, 2010 citado por ANGELOTTI; FERENANDES JUNIOR; SÁ, 2011).

“Uma exploração com base na sustentabilidade permitirá um melhor aproveitamento do recurso madeireiro, hoje e no futuro, restringindo as áreas de extração seletiva das árvores e, conseqüentemente, talvez ampliando a utilização da biodiversidade” (GARRIDO FILHA, 2002 p.5). Com isso, busca-se o entendimento de que a floresta contém algo mais do que árvores e o seu potencial representa algo mais do que madeira, pois é composta por uma infinidade de organismos vivos que precisam ser considerados antes de qualquer intervenção (HIGUCHI, 1994)

2.6 Realidade da Utilização das práticas agrícolas sustentáveis no semiárido

Segundo Brasileiro (2009), as práticas agrícolas inadequadas, o desmatamento, a infertilidade e a compactação do solo, os processos erosivos, e a salinização estão entre os principais motivos que levam à degradação nas áreas rurais do Semiárido Brasileiro (SAB). Estes, são alguns dos motivos do aumento de pesquisas voltadas para esta temática, levando pesquisadores a olhar para o SAB através da tendência da intensificação da degradação desse espaço geográfico que é potencializada pela ação antrópica.

Frente a essa tendenciosa degradação ambiental do SAB, busca-se cada vez mais a

implementação de práticas agrícolas sustentáveis que auxilie na redução dos problemas ambientais, bem como possibilite o melhor convívio com as condições locais. Mas, para tanto, necessita-se entender os fatores e práticas que levam a tornar esse espaço geográfico tão suscetível à degradação ambiental.

Brasileiro (2009) afirma, que a escassez dos recursos hídricos e principalmente a falta de políticas públicas e energéticas na região do SAB acarreta em perdas consideráveis de produtividade do cultivo familiar que se utiliza da agricultura de subsistência. Em contrapartida, a população mais pobre que se utiliza do meio para produção e que mais se prejudica pela degradação, pela falta de recursos e informação, também é agente da degradação (ASSIS, 2006).

Com isso, Assis (2006) complementa o pensamento ao afirmar que a harmonia e a racionalidade entre os seres humanos são alguns dos principais fatores a serem considerados na busca por uma agricultura sustentável, uma vez que as pessoas são sujeitos desse processo e a busca por qualidade de vida e o desenvolvimento humano é uma meta em comum. O que pode ser reafirmado por Araújo e Arruda (2011), que salientam a importância da participação da sociedade civil, em especial daqueles que são atingidos diretamente pelas políticas públicas buscando mais igualdade aos meios de desenvolvimento.

Portanto, percebe-se que em primeira instância, a população e os estabelecimentos agropecuários do SAB, em sua maioria, são despreparados e desamparados, tendo que lidar com a agricultura da maneira mais intuitiva, levando muitas vezes a uma produção agrícola ambientalmente insustentável. O que pode ser reafirmado por Falcão Sobrinho e Falcão (2005), ao afirmarem que as práticas agrícolas no semiárido são rudimentares, sendo utilizadas para uma agricultura de subsistência repercutindo negativamente no meio ambiente natural afetando principalmente as populações carentes de informações e recursos financeiros.

Frente a isso, baseado nessa agricultura de subsistência, as práticas agrícolas que são utilizadas no semiárido são muitas vezes voltadas para economia de mão-de-obra e tendem, na sua maioria, à redução da cobertura vegetal permanente do solo, como por exemplo as queimadas para a limpeza de áreas, que aliado ao desmatamento intensificam os processos erosivos (além de deixar o solo mais sensíveis aos mesmos) causados pela chuva, pela falta de cobertura vegetal em parte do ano (GASSEN; GASSEN, 1996; SILVA, 2010, BRASIL, 1973; SILVA *et al*, 1986 citados por FALCÃO SOBRINHO; FALCÃO; NINES, 2006).

Angelotti, Fernandes Junior e Sá (2011), afirmam que grande parte da população do semiárido desenvolve atividades agrícolas como a agricultura de sequeiro que possui grande dependência da disponibilidade de recursos naturais, com baixo nível de tecnificação

provocando grande vulnerabilidade.

As práticas agrícolas no SAB ainda estão longe de chegar a pontos ideais de sustentabilidade, a temática pode até ter chegado a essa região, mas a prática em campo ainda é pequena e dificultosa. A assertiva é reafirmada por Leite e Sagrilo (2010, p. 1), que resume a realidade das práticas agrícolas no semiárido de maneira objetiva e completa:

Os solos do semiárido brasileiro têm sido submetidos a intenso processo de degradação e desertificação, devido à atividade agropastoril extensiva, calcada em sistemas de manejo convencionais, associada à substituição da vegetação nativa por culturas, principalmente por meio de queimadas e da retirada de madeira.

As práticas de manejo pecuário inadequados também podem ser vistos no Semiárido Brasileiro. O manejo inadequado de rebanhos contribui para compactação do solo, fruto da pecuária extensiva sem adequado rodízio do pasto. Segundo a Embrapa (s.a) a composição florística do extrato herbáceo também tem sido modificada pelo superpastoreio por ovinos, caprinos, bovinos e outros herbívoros. Apesar do pastoreio inadequado ser pouco degradante frente a outros manejos, as consequências desta prática aliada às outras de cunho corriqueiro no semiárido podem ser desastrosas (BRASILEIRO, 2009).

Em contrapartida, práticas sustentáveis também estão sendo praticadas no SAB. Ainda segundo Brasileiro (2009), algumas experiências alternativas surgiram, como a agroecologia, o extrativismo controlado de algumas matérias-primas da caatinga e o turismo ecológico, estimulando os agricultores a se qualificarem para praticarem essas formas de produção.

Segundo o SANTANA (2005), podem ser utilizadas diversas estratégias de manejo sustentável, porém, deve-se atentar para as especificidades de cada realidade, como tempo, realidade do produtor, ambiente, dentre outros. Dentre algumas das práticas que podem ser grandes aliadas frente à caminhada por um semiárido sustentável estão os renques de vegetação, terraços, embaciamento, cultivo mínimo, capina alternada, plantio direto, integração lavoura/pecuária.

Com isso, a Drumond *et al* (2004, p. 337/338) ao estudar a sustentabilidade no cerrado, bioma que domina em grandes regiões do semiárido, lista uma série de necessidades para contornar os efeitos causados pela agricultura de sequeiro à biodiversidade nessa região:

(a) Aumento da produtividade pela utilização de variedades melhoradas, de ciclo curto e resistentes às adversidades climáticas; (b) caracterização e monitoramento dos recursos de solo, água e vegetação em uso no semiárido; (c) desenvolvimento de métodos mais eficientes de captação, armazenamento e uso econômico de água de chuva; (d) estudos visando desenvolver métodos para maior aproveitamento da água salina de origem subterrânea com o mínimo impacto ambiental; (e) desenvolvimento de métodos racionais de preservação e conservação dos recursos do solo, água e vegetação, e de recuperação de áreas degradadas do semiárido; (f) elaboração do zoneamento de risco climático para as principais culturas dependentes de chuva do semiárido; (g) zoneamento e caracterização dos principais sistemas de produção do

semiárido (estudo de tipologias).

Podemos perceber que as propostas para contornar a problemática são, em sua maioria necessidades de práticas que tenham esse cunho sustentável para elevar a produtividade dentro um ambiente frágil que é o semiárido. A pesquisa também se faz necessária, tanto no estudo de causa como no desenvolvimento de tecnologias. Tais afirmações demonstram que o SAB ainda é carente de implementação de tecnologias que possam se adequar às especificidades e que há muito a se estudar frente às características tão suscetíveis à degradação. Neumann e Loch (2002), afirmam que o meio rural possui uma grande pluralidade produtiva, com diferentes características e particularidades, sendo este o motivo de grandes problemas na gestão ambiental, uma vez que não há conhecimento suficiente que permita analisar as singularidades presentes no meio, dificultando assim, a adequação das tomadas de decisões voltadas para os agricultores.

Portanto, para mudar a realidade do Semiárido Brasileiro tem-se que elevar a produtividade a patamares de viabilidade econômica aliado com a necessidade de preservação ambiental, tendo como base o cuidado com a grande flexibilidade dos sistemas sustentáveis que devem se apresentar adaptáveis aos diferentes espaços encontrados no Semiárido Brasileiro (GIONGO *et al.*, 2011). Como bem diz Araújo e Arruda (2011): “As práticas sustentáveis são capazes de fomentar o desenvolvimento do Semiárido Nordeste”.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Área de Estudo e Obtenção dos dados

A área de estudo abrangeu os 1.262 municípios do Semiárido Brasileiro, distribuídos nos estados do Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe Bahia e Minas Gerais (Figura 1), conforme delimitação mais recente definida a partir das Resoluções do Conselho Deliberativo da Sudene de nº 107, de 27/07/2017, e de nº 115, de 23/11/2017 (SUDENE). Os critérios para classificação de um município no SAB são: precipitação pluviométrica média anual igual ou inferior a 800 mm; índice de aridez de *Thornthwaite* igual ou inferior a 0,50; percentual diário de déficit hídrico igual ou superior a 60%, para todos os dias do ano.

Os dados tiveram origem secundária e foram extraídos nos Censos Agropecuários 2006 e 2017, publicados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Na referida publicação constam informações referentes a um conjunto de práticas agrícolas sustentáveis

adotadas nos estabelecimentos agropecuários. Essas informações se encontram agregadas em escala municipal.

Algumas diferenças metodológicas entre os dois censos precisam ser destacadas, já que esta pesquisa adotará uma análise comparativa entre os anos 2006 e 2017. O IBGE elaborou, para o Censo Agropecuário 2017, um processo de refinamento metodológico que mudou a definição dos estabelecimentos agropecuários. Para este ano foram consideradas como um mesmo estabelecimento áreas não contínuas, desde que administradas pela mesma pessoa, localizadas no mesmo município, utilizando os mesmos recursos técnicos e humanos. Em 2006 se as áreas não contínuas estivessem em setores diferentes já eram consideradas como fazendo parte de estabelecimentos distintos.

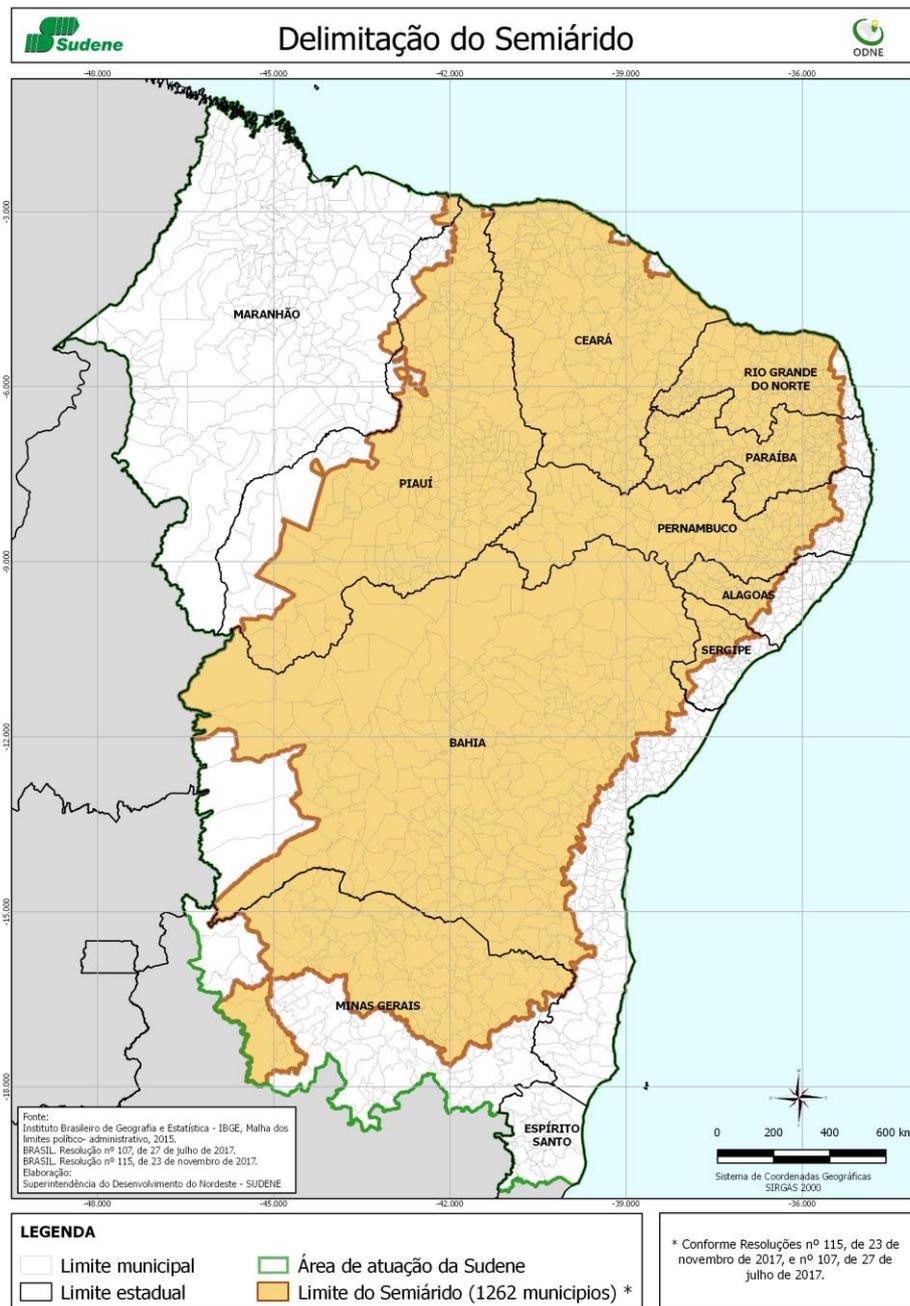


Figura 1. Área geográfica da pesquisa – Semiárido Brasileiro e seus 1262 municípios.

A pesquisa considerou como unidade de observação os estabelecimentos agropecuários localizados nos municípios que pertencem ao SAB. Contudo, por se tratar de um grande número de municípios, os resultados são apresentados por unidade da federação (Figura 2).

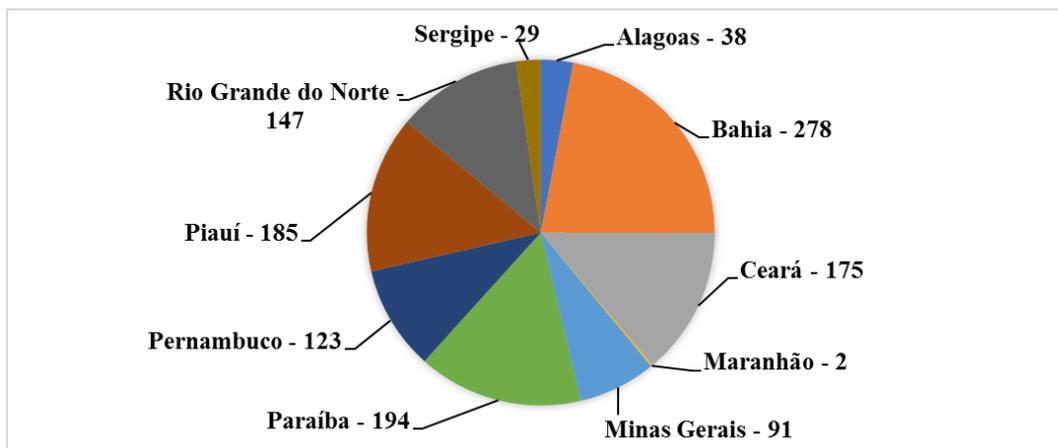


Figura 2. Distribuição dos municípios do Semiárido Brasileiro por unidades da federação.

3.2 Métodos de análise

Os métodos de análise serão apresentados na sequência dos objetivos específicos propostos no capítulo 1.

3.2.1 Verificação das principais práticas agrícolas adotadas nos estabelecimentos agropecuários localizados nos municípios do Semiárido Brasileiro nos anos de 2006 e 2017.

Algumas práticas levantadas em 2006 não foram incluídas no Censo de 2017. Do mesmo modo, são observadas práticas estudadas em 2017 que não foram consideradas em 2006. Assim, as práticas agrícolas sustentáveis consideradas na pesquisa, em seus respectivos anos, se encontram no Quadro 1.

Quadro 1. Práticas agrícolas sustentáveis consideradas nos Censos Agropecuários de 2006 e 2017.

Práticas Agrícolas no ano de 2006	Práticas Agrícolas no ano de 2017	Práticas presentes nos dois Censos
• Plantio em nível	• Plantio em nível	• Plantio em nível
• Rotação de culturas	• Rotação de culturas	• Rotação de culturas
• Pousio ou descanso de solos	• Pousio ou descanso de solos	• Pousio ou descanso de solos
• Proteção e/ou conservação de encostas	• Proteção e/ou conservação de encostas	• Proteção e/ou conservação de encostas
• Uso de terraços	• Recuperação de mata ciliar	
• Uso de lavouras para reforma e/ou renovação e/ou recuperação de pastagens	• Reflorestamento para proteção de nascentes	
• Nenhuma	• Estabilização de voçorocas	
	• Manejo florestal	
	• Outra	
	• Nenhuma	

Fonte: Elaboração própria.

A unidade de observação trabalhada nos Censos Agropecuários é o estabelecimento agropecuário. Para tornar os municípios comparáveis, a implementação de práticas agrícolas em cada um deles foi quantificada por meio da seguinte expressão:

$$PA_{ij} = \frac{EP_{ji}}{ET_j} \times 100 \quad (1)$$

Sendo:

PA_{ji} = Percentual de estabelecimentos agropecuários do município j que implementam a prática agrícola i ;

EP_{ji} = Número de estabelecimentos agropecuários do município j que implementam a prática agrícola i ;

ET_j = Total de estabelecimentos agropecuários do município j ;

$i = 1, \dots, k$ (k = número de práticas agrícolas);

$j = 1, \dots, n$ (n = número de municípios, 1262).

As principais práticas agrícolas sustentáveis adotadas no SAB, seja em 2006 ou 2017, foram aquelas com maiores valores de PA_i . Ressalta-se que optou-se por organizar os resultados por Unidade Federativa. Assim, a mesma expressão (1) foi utilizada no cálculo dos percentuais para cada unidade federativa “k”. Naturalmente, esse cálculo considerou apenas os estabelecimentos dos municípios da unidade federativa que se encontram inseridos no SAB.

3.2.2 Mensuração do nível de implementação de práticas agrícolas sustentáveis nos estabelecimentos agropecuários localizados nos municípios do Semiárido Brasileiro nos anos de 2006 e 2017

O nível de implementação das práticas agrícolas foi mensurado por meio da construção de um índice que agregou informações sobre o percentual de estabelecimentos agropecuários que adotam as práticas apresentadas no Quadro 1. O índice foi denominado Índice de Adoção de Práticas Agrícolas Sustentáveis (IAPA).

O IAPA foi calculado em duas etapas. Na primeira etapa foi realizada a padronização dos percentuais correspondentes a cada prática (PA_{ij}). Para tanto foi adotado o método mín-máx:

$$PA_{ij}^* = \frac{PA_{ij} - PA_i^{min}}{PA_i^{max} - PA_i^{min}} \quad (2)$$

Sendo:

PA_i^{min} é o menor percentual observado na prática “i” entre todos os 1262 municípios do SAB e PA_i^{max} é o maior percentual observado;

PA_{ij} é o percentual de estabelecimentos agropecuários do município j que implementam a prática agrícola i;

PA_{ij}^* é o valor valor padronizado de PA_{ij}

Na segunda etapa os valores padronizados de cada prática agrícola foram agregados em no índice por meio da equação:

$$IAPA_j = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k PA_{ij}^* \quad (3)$$

$IAPA_j$ = Índice de Adoção de Práticas Agrícolas Sustentáveis no município j;

$i = 1, \dots, k$ (k = número de práticas agrícolas);

$j = 1, \dots, n$ (n = número de municípios, 1262).

O IAPA foi calculado em três condições:

- Para o ano de 2017, considerando-se todas as práticas agrícolas disponíveis na publicação do Censo Agropecuário do referido ano (as 8 práticas nomeadas e a opção “outras, sendo $k = 9$). O objetivo era visualizar a situação dos municípios quanto ao total de práticas disponíveis
- Para os anos 2006 e 2017, considerando-se apenas as práticas comuns aos dois anos ($k = 4$). Essa adaptação foi feita para tornar possível uma análise comparativa entre os dois anos.

O IAPA varia de 0 a 1 e permite uma análise relativa do nível de implementação de práticas agrícolas sustentáveis, ou seja, municípios com maiores valores apresentam maior nível de implementação e com menores valores, nível mais baixo de implementação.

3.2.3 Identificação das áreas com maior e menor grau de implementação de práticas agrícolas sustentáveis nos estabelecimentos agropecuários localizados nos municípios do Semiárido Brasileiro

Após a construção do IAPA, os municípios foram classificados em três classes, cujos intervalos foram definidos a partir de uma análise de agrupamento pelo método k-médias, conforme descrito em Fávero *et al.* (2009):

- a) Municípios com menores níveis de implementação de práticas agrícolas;
- b) Municípios com níveis intermediários de implementação de práticas agrícolas;
- c) Municípios com maiores níveis de implementação de práticas agrícolas.

A distribuição dos municípios nessas três classes permitiu e em um mapa temático permitiu identificar as regiões onde há os maiores e menores níveis de implementação de práticas agrícolas sustentáveis no SAB. O mapa temático foi elaborado a partir do *software* ArcGis, Versão 10.5.

3.2.4 Verificação da ocorrência de mudanças no grau de implementação de práticas agrícolas sustentáveis nos estabelecimentos agropecuários localizados nos municípios do Semiárido Brasileiro no período 2006 a 2017

A ocorrência de mudanças no grau de implementação de práticas agrícolas sustentáveis nos estabelecimentos agropecuários localizados nos municípios do Semiárido Brasileiro foi analisada com base no período entre 2006 e 2017. Como mencionado anteriormente, a comparação entre os períodos considerou apenas as 4 práticas comuns aos anos.

A análise envolveu os seguintes procedimentos:

- Cálculo das taxas de crescimento dos percentuais referentes a cada prática agrícola;
- Comparação das estatísticas descritivas do IAPA nos anos 2006 e 2017 (média, mediana, mínimo, máximo e coeficiente de variação)
- Identificação dos municípios que migraram de classe de IAPA de 2006 para 2017;
- Comparação da distribuição espacial do IAPA nos municípios do SAB nos anos 2006 e 2017.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Verificação das principais práticas agrícolas adotadas nos estabelecimentos agropecuários localizados nos municípios do Semiárido Brasileiro nos anos de 2006 e 2017.

As tabelas 1 e 2 expressam a proporção de estabelecimentos agropecuários do SAB que adotam práticas agrícolas sustentáveis, por tipo de prática e por unidade federativa, nos anos de 2006 e 2017, respectivamente. Os valores podem se apresentar com uma variação entre 0 (nenhum estabelecimento agropecuário adota a prática) e 100 (todos os estabelecimentos agropecuários adotam a prática).

Ao analisar as práticas agrícolas nos estabelecimentos agropecuários no ano 2006 na tabela 1, pode-se destacar o plantio em nível como a prática sustentável mais utilizada no semiárido brasileiro com 26,78% de estabelecimentos praticantes. Em seguida, vem o pousio com 9,56% e a rotação de culturas com 7,83%.

Proteção e/ou conservação de encostas é a prática menos adotada com apenas 1,17% dos estabelecimentos praticantes. Essas áreas de encosta são utilizadas, em parte, para a produção agropecuária sofrendo grande ação antrópica. Plantios são feitos nas áreas de encosta mais úmidas e a pecuária e a extração de lenha se dão nas outras áreas mais secas (SAMPAIO e SALCEDO,1997 citados por MELO FILHO e SOUZA, 2006). No semiárido baiano, as áreas de encostas também sofrem com deposição de efluentes e lixo, além de plantio morro abaixo e plantio em áreas de proteção legal sendo alguns dos principais problemas ambientais enfrentados nessa região (INSA, 2011). Com isso, percebe-se que as encostas ainda não são manejadas de maneira consciente pela população, sendo ainda alvo de práticas inadequadas e muitas vezes irresponsáveis frente as limitações geográficas dessas regiões de alto declive.

Tabela 1. Proporção de estabelecimentos agropecuários com adoção de práticas agrícolas sustentáveis, por unidade federativa e tipo de prática. Ano 2006.

Tipo de Prática Agrícola	Unidade Federativa no Semiárido										
	Maranhão	Ceará	Piauí	Rio Grande do Norte	Paraíba	Pernambuco	Alagoas	Sergipe	Bahia	Minas Gerais	Semiárido
Plantio em nível	7,20	24,82	21,59	27,35	33,94	35,08	39,35	30,28	24,36	17,35	26,78
Rotação de culturas	5,71	6,74	6,81	10,13	6,81	8,51	4,49	9,91	8,29	11,13	7,83
Pousio ou descanso de solos	0,61	9,78	14,09	14,05	10,24	6,97	6,88	7,37	9,25	6,79	9,56
Proteção e/ou conservação de encostas	0,66	1,09	0,86	0,66	1,10	0,77	0,31	0,57	1,17	4,60	1,17
Uso de terraços	2,07	2,37	0,80	2,68	2,49	1,80	1,50	1,32	1,07	1,38	1,62
Uso de lavouras para reforma e/ou renovação e/ou recuperação de pastagens	0,66	2,99	4,40	3,77	5,01	4,92	4,10	11,21	6,34	8,28	5,16
Nenhuma	37,92	31,24	29,12	41,20	38,87	43,23	45,28	41,37	49,72	52,49	41,47

Fonte: Elaboração própria.

Chama atenção os baixos valores observados e o fato de 41,47% dos estabelecimentos não adotarem nenhuma das práticas levantadas. No Semiárido de Minas Gerais a situação era mais preocupante, considerando-se que esse percentual chegava a 52,49% em 2006.

Ao analisar a tabela 2, percebe-se que a adoção de práticas agrícolas sustentáveis continuou pouco comum nos estabelecimentos. Para o ano de 2017, o pousio passou a ser a prática mais adotada com um pouco mais de 18% de estabelecimentos praticantes. Em seguida, tem-se a rotação de culturas com 12,55% e o plantio em nível com 2,46%.

Com relação à prática minimamente adotada pode-se destacar o reflorestamento para proteção de nascentes, com apenas 0,22% dos estabelecimentos. Segundo Sampaio (2016), o reflorestamento demanda um planejamento muito bem elaborado, tendo que ser acompanhado por especialistas na área, sendo uma operação que nem sempre atende às expectativas finais se tratando de proteção e conservação de nascentes. Assim, além de demandar uma grande especialização, é uma prática dispendiosa que os produtores nem sempre tem a condição necessária para adotá-la.

Com a análise da tabela 2, também pode-se destacar que cerca 34% dos estabelecimentos adotaram outras práticas agrícolas sustentáveis, são elas: uso de terraços; uso de lavouras para reforma, renovação ou recuperação de pastagens; queimada; drenagem de solos; adubação verde; utilização de esterco; utilização de composto vegetal; aplicação de inoculantes; quebra-vento ou cordão; utilização de leguminosas em consórcio com as pastagens, conforme descrito nas notas metodológicas do Censo Agropecuário.

Ao relacionar as tabelas 1 e 2, percebe-se que apesar de porcentagens de adoção diferentes, ambas possuem o pousio, a rotação de culturas e o plantio em nível como as práticas agrícolas sustentáveis mais adotadas nos estabelecimentos agropecuários do semiárido brasileiro, embora apresentem ainda baixa proporção de adoção no geral.

Os estabelecimentos agropecuários presentes no SAB, em sua maioria, são voltados à agricultura familiar e o pousio é uma prática muito comum para pequenos produtores e populações tradicionais, sendo utilizado há muitos anos por uma agricultura de subsistência visando à restauração do solo depois de alguns cultivos (Silva, 2010; Castro, 2013). Com isso, apesar da ideia de deixar um espaço “improdutivo” por alguns anos, essa prática se torna mais usual frente às outras, pois requer apenas a ação do tempo e da natureza, sendo tradicionalmente adotada.

Tabela 2. Proporção de estabelecimentos agropecuários com adoção de práticas agrícolas sustentáveis, por unidade federativa e tipo de prática.
47Ano 2017.

Tipo Prática Agrícola	Unidade Federativa no Semiárido										
	Maranhão	Ceará	Piauí	Rio Grande do Norte	Paraíba	Pernambuco	Alagoas	Sergipe	Bahia	Minas Gerais	Semiárido
Plantio em nível	1,04	2,04	0,18	2,14	4,03	3,05	4,81	4,30	2,48	3,04	2,46
Rotação de culturas	11,46	7,92	10,06	23,21	13,66	12,85	11,00	10,58	14,42	17,44	12,55
Pousio ou descanso de solos	19,56	17,80	21,87	22,53	21,28	13,01	15,38	24,95	17,65	17,86	18,09
Proteção e/ou conservação de encostas	0,23	0,54	0,39	0,53	0,47	0,34	0,12	1,56	0,74	2,82	0,70
Recuperação de mata ciliar	0,15	0,35	0,27	0,21	0,26	0,32	0,13	0,42	0,64	1,57	0,48
Reflorestamento para proteção de nascentes	0,06	0,12	0,04	0,10	0,10	0,10	0,07	0,19	0,26	1,31	0,22
Estabilização de voçorocas	0,02	0,12	0,05	0,08	0,19	0,59	0,02	0,16	0,23	1,24	0,27
Manejo florestal	0,12	0,47	0,04	0,28	0,41	0,36	0,15	0,37	0,48	0,70	0,40
Outra	41,87	47,59	37,31	28,29	31,43	34,00	31,33	28,00	28,45	21,34	34,12
Nenhuma	34,66	33,46	38,58	38,52	40,78	43,65	45,34	40,80	45,94	51,00	41,69

Fonte: Elaboração própria.

A rotação de culturas também pode ser considerada tradicional, sendo economicamente viável para os pequenos produtores e ambientalmente conservadora. Com seus benefícios ao solo, essa prática possui adeptos no semiárido, aliando economia e preservação dos recursos naturais de maneira pouco dispendiosa.

O plantio em nível como visto anteriormente, é uma das práticas conservacionistas mais eficientes e viáveis frente à prevenção da erosão do solo (ISGA, 2010). É bastante demandado quando se trata do manejo em terrenos com declive, porém sua adoção só é recomendada isoladamente com declividade de até 3%, a partir disso é ideal a associação com outras práticas (ZONTA *et al.*, 2012), sendo assim fatores limitantes em termos de utilização.

Ademais, pode-se destacar também que apesar da grande diversidade de práticas de cunho sustentável que poderiam ser adotadas no Semiárido Brasileiro, o percentual e a diversidade de adoção são baixos e muitos não praticam nenhum tipo de manejo sustentável. Esse dado é corroborado por Castro (2013), que afirma que quase metade dos estabelecimentos agropecuários não pratica nenhuma prática agrícola recomendada para preservação do solo. Tais afirmações reafirmam a necessidade de investimento em programas para promoção de práticas agrícolas conservacionistas.

Frente a isso, percebe-se que a conservação e uso sustentável dos recursos naturais não é, e não será uma tarefa fácil. Tem-se que considerar a complexidade do sistema, o qual precisa de um conjunto de práticas para melhores resultados e não práticas adotadas isoladamente (MATTOS, 2011). Ademais, a promoção dessas atividades só será possível com um intenso processo de conscientização e capacitação de todos os indivíduos envolvidos nesse processo, tendo longo caminho a ser seguido nesse sentido.

4.2 Distribuição dos municípios segundo o grau de implementação de práticas agrícolas sustentáveis nos estabelecimentos agropecuários

Na seção anterior foi possível verificar o baixo nível de implementação de práticas agrícolas sustentáveis isoladamente para cada prática. Com o objetivo de obter informações agregadas quanto ao nível geral de implementação de tais formulou-se o Índice de Adoção de Práticas Agrícolas Sustentáveis (IAPA). O índice reflete aspectos importantes de implementação, permitindo agrupar os dados em níveis, analisa-los por estado, bem como o semiárido como um todo.

A tabela 3 apresenta as estatísticas descritivas do IAPA, por níveis de

implementação dos municípios do Semiárido no ano de 2017. Ressalta-se que o IAPA representado nessa tabela foi calculado considerando-se todas as práticas levantadas em 2017.

Como visto, a maior parte dos municípios está situada nas classes com níveis mais baixos de implementação das práticas, o que confirma a análise individual realizada na seção anterior. Cerca de 44% dos municípios do SAB estão nos menores níveis de implementação, enquanto que apenas cerca de 8,9% estão inseridos nos maiores níveis. Ressalta-se ainda que níveis mais elevados de implementação não significam que seja alto, já que a análise entre os índices é apenas relativa, ou seja, o índice tem a pretensão apenas de hierarquizar os municípios e identificar áreas prioritárias para prováveis intervenções voltadas para o estímulo à adoção de práticas agrícolas sustentáveis.

Com relação à variabilidade, tem-se alta heterogeneidade entre os municípios quanto ao nível de implementação de práticas agrícolas sustentáveis. Pode-se perceber essa variação em maior percentagem na classe “menores níveis”, possuindo cerca de 46%. Porém, não é maior que a heterogeneidade apresentada para o semiárido como um todo, cujo valor médio do IAPA varia em torno de 50,7% entre os municípios.

Os níveis de implementação apresentam-se, de maneira geral, insipientes. Cerca de 50% dos municípios têm um índice de no máximo 0,081, resultado este que corrobora com a pequena adoção de práticas agrícolas sustentáveis frente à uma agropecuária sustentável.

Tabela 3. Estatísticas descritivas do IAPA, por classes níveis de implementação para o Semiárido.

Classe	Intervalo	N	Proporção	Média	Mediana	Coefficiente de variação
Menores níveis	0 a 0,075	560	44,4	0,046	0,050	46,5
Níveis intermediários	0,076 a 0,134	590	46,8	0,124	0,123	12,6
Maiores níveis	0,135 a 0,316	112	8,9	0,160	0,150	20,0
Semiárido		1262	100	0,082	0,081	50,7

Fonte: Elaboração própria.

Na tabela 4, tem-se as estatísticas descritivas do IAPA por Unidade Federativa. Uma análise por estado permite observar aqueles que se apresentam com maiores índices médios, bem como onde há maior heterogeneidade quando à implementação de práticas agrícolas sustentáveis. Minas Gerais apresenta-se com o maior índice médio, sendo o estado que possui o maior nível médio de implementação dentre as práticas agrícolas analisadas, com uma média de 0,092. Em seguida, tem-se os estados do Ceará e Sergipe, com 0,089 e 0,087 respectivamente. É importante ressaltar que essa pontuação diz respeito apenas às práticas

levantadas. Assim, embora em Minas Gerais seja observada uma maior proporção de estabelecimentos que implementam as práticas consideradas no cálculo do índice, é também nesse estado onde há a maior proporção de estabelecimentos que não adotam nenhuma prática agrícola sustentável.

Tabela 4. Estatísticas descritivas do IAPA, por unidades federativas com municípios no semiárido.

Estado	N	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	Coefficiente de Variação
Maranhão	2	0,086	0,086	0,085	0,087	1,636
Piauí	185	0,081	0,086	0,000	0,242	51,510
Ceará	175	0,089	0,091	0,001	0,225	40,035
Rio Grande do Norte	147	0,084	0,080	-0,000	0,184	51,420
Paraíba	194	0,081	0,084	0,000-	0,237	57,344
Pernambuco	123	0,076	0,071	0,000	0,208	46,962
Alagoas	38	0,073	0,075	0,006	0,150	45,033
Sergipe	29	0,087	0,086	0,001	0,272	68,604
Bahia	278	0,077	0,077	0,001	0,159	42,998
Minas Gerais	91	0,092	0,086	0,003	0,316	63,439

Fonte: Elaboração própria.

Com relação à heterogeneidade do IAPA, o estado de Sergipe possui maior variação entre seus municípios pertencentes ao semiárido. Em seguida estão os estados de Minas Gerais e Paraíba, com 63,44% e 57,34% respectivamente. Salienta-se que a homogeneidade apresentada pelo estado do Maranhão se dá pelo número de municípios pertencentes ao semiárido Brasileiro, apresentando apenas 2, refletindo em pequenas variações nas estatísticas descritivas.

Na figura 3, pode-se observar a distribuição espacial do nível de implementação de práticas agrícolas sustentáveis nos municípios do Semiárido Brasileiro. Através do mapa, pode-se observar as regiões que se destacam quanto aos níveis de implementação, de maneira a identificá-las, bem como observar a variabilidade da distribuição desses níveis nos municípios. De imediato, pode-se perceber o destaque dos municípios pertencentes aos menores índices de implementação, em vermelho e dos municípios com índices medianos, em azul. Os níveis mais altos de implementação, em verde, apresentam-se de forma tímida frente às outras classes.

Índice de Adoção de Práticas Agrícolas Sustentáveis Semiárido Brasileiro - 2017

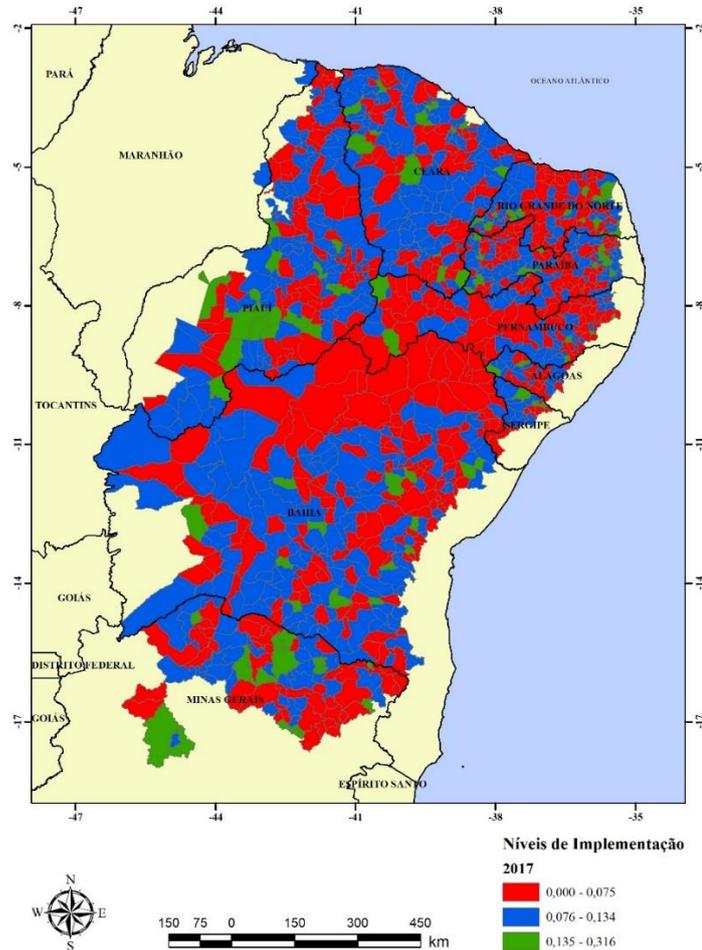


Figura 3. Distribuição espacial do nível de implementação de práticas agrícolas sustentáveis

Nota-se grande concentração de municípios com os menores índices na região central do mapa, abrangendo a região norte e nordeste do estado da Bahia. A região em evidência no estado, também se dá pela grande extensão territorial desses municípios em relação aos outros, ampliando a sua posição de destaque no mapa. A região leste do semiárido, também se destaca contendo grande quantidade de seus municípios dentro das menores classes. Em contrapartida, pode-se observar concentrações de municípios com os mais altos níveis nas regiões noroeste e sul e nordeste, apesar de ser pequenas frente à quantidade de municípios inseridos nas classes mais baixas.

Com a ênfase apresentada pelo mapa, é possível a identificação das áreas mais necessitadas de apoio frente a uma agricultura mais sustentável, infelizmente os municípios

com os mais baixos índices estão espalhados de norte a sul do SAB. De maneira geral, é perceptível a grande variabilidade desses municípios não possuindo nenhum padrão de comportamento, principalmente para aqueles que estão nos maiores índices, apresentando-se de maneira espaçada no mapa, salientando assim, a necessidade de ações de intervenção que abranja o semiárido como um todo.

4.3 Mudanças no grau de implementação de práticas agrícolas sustentáveis nos estabelecimentos agropecuários

Os governos estão buscando cada vez mais implementar políticas que visam a responsabilidade e a sustentabilidade para os trabalhadores rurais, principalmente para os agricultores familiares, que formam a grande classe trabalhadora do meio rural. Com isso, diversas medidas, em perspectiva estadual e federal, estão sendo tomadas frente a busca por um desenvolvimento rural sustentável.

O estado de Minas Gerais, por exemplo implementou a Política Estadual de Desenvolvimento Rural Sustentável da Agricultura Familiar em 2014, com o objetivo de orientar as ações de governo voltadas para o desenvolvimento rural sustentável e solidário e para o fortalecimento da agricultura familiar no Estado (SEAPA, 2014). O estado do Ceará na busca pelo desenvolvimento sustentável implementou o Plano de Desenvolvimento Rural Sustentável e Solidário (PDRSS) 2012-2015. Este plano trouxe políticas públicas voltadas para os trabalhadores rurais que estão na linha da pobreza como o Programa Hora de Plantar, o Programa Cisterna de Placas, o Programa de Manejo e Conservação de Solo, o Projeto de Desenvolvimento Rural Sustentável - São José III, dentre outros (OLIVEIRA, 2015). Hoje o Projeto de Desenvolvimento Rural Sustentável São José está na sua quarta etapa e consiste em realizar investimentos visando apoiar a agricultura familiar do Ceará com sustentabilidade e inovação, além de ampliação o acesso a água e saneamento para famílias em situação de vulnerabilidade hídrica (CEARÁ, 2019). O estado de Sergipe, por sua vez, apresenta em seu Plano de Desenvolvimento Regional, a diretriz “Meio Ambiente resiliente e capaz de fornecer condições favoráveis ao desenvolvimento das gerações atual e futuras”, com uma série de projetos que estabelece ações em sintonia com os princípios da sustentabilidade ambiental e da economia verde (SERGIPE, 2017).

Os estados apresentam formas diferentes de implementação de políticas voltadas ao desenvolvimento rural sustentável, com diferentes planejamentos e diferentes ações que se

adaptam às diferentes necessidades e problemáticas que possuem. De fato, projetos estão sendo implementados na tentativa de alcançar o desenvolvimento sustentável, porém os resultados ainda são pequenos frente à necessidade a ser atendida. As mudanças no nível de implementação das práticas agrícolas sustentáveis ainda não são percebidas de forma significativa.

A tabela 5 traz a taxa de crescimento da proporção de estabelecimentos agropecuários que adotavam diferentes práticas agrícolas sustentáveis no período 2006-2017, para os estados e o semiárido como um todo. Como mencionado na metodologia, algumas práticas levantadas no Censo de 2006 não constam no Censo de 2017. Dessa forma, a tabela apresenta apenas as práticas analisadas nos dois censos.

A partir da taxa de crescimento pode-se definir quais tipos de práticas apresentaram crescimento ou redução na sua adoção. O plantio em nível caiu de maneira expressiva no período, com uma redução de mais 90% na sua adoção no SAB. O Piauí, apresentou a maior declínio dentre os estados, com quase 100% de redução. Proteção e/ou conservação de encostas também apresentou uma redução na sua adoção, a adoção da prática caiu mais de 40% no período, sendo Maranhão o estado com maior queda com 65,2% de redução.

A seca que assola a região e a grande estiagem entre os anos analisados reduziu drasticamente a produtividade das áreas agrícolas da região, pois como visto anteriormente, a agricultura praticada em sua maioria é baseada em culturas de sequeiro cultivadas em pequenas áreas de plantio. As práticas agrícolas plantio em nível e conservação de encostas, de certa forma limitam o espaço de plantio, uma vez que se delimita a área em relação ao seu declive convertendo áreas potencialmente produtivas em áreas de conservação. Os estabelecimentos agropecuários caracterizados por uma agricultura de subsistência e frente a uma redução de produtividade, tornam a conversão de áreas de proteção e conservação em áreas de cultivo uma opção cabível frente ao efeito causado pelo clima. Como exemplificação desse comportamento pode-se citar os estabelecimentos agropecuários do estado do Paraná. Estes abandonaram práticas de conservação do solo que eram adotados há anos para ganhar área produtiva e produtividade pela utilização de mecanização, visando fugir dos efeitos adversos do clima e garantir colheitas satisfatórias (FALTA..., 2014).

Sob uma perspectiva positiva, pode-se perceber que para algumas práticas houve aumento no número de estabelecimentos que as adotaram. A rotação de culturas também apresentou um bom resultado, com cerca de 60% de aumento na adoção da prática. O estado de Alagoas foi o que apresentou maior taxa, com mais 145% de aumento na adoção da rotação de culturas.

Ainda com relação à adoção da rotação de culturas, pode-se destacar a relação de complementação associada ao plantio direto. Essa prática está ganhando ênfase na agricultura brasileira e, conseqüentemente, ganhando muitos adeptos por possuir vantagens econômicas aliada aos grandes benefícios ao meio ambiente. E por ser um dos princípios básicos do Sistema de Plantio Direto, a rotação de culturas também entra no processo de implementação (CEARÁ, 2010).

O pousio foi a prática agrícola sustentável que mais cresceu no período estudado, aumentando cerca de 90%. O estado do Maranhão teve um aumento super expressivo com mais de 3000% de crescimento, se destacando na análise. Levando em consideração os anos em que os dados foram coletados, deve-se salientar que há uma diferença legislativa na definição de pousio. No Censo de 2006, a definição ainda estava sob as prerrogativas do Antigo Código Florestal, que expressava no Artigo 37 que só caberia a adoção do pousio pequenas propriedades, posse rural familiar ou à população tradicional. Já no ano de 2017, o Novo Código Florestal estava em vigor, permitindo a prática do pousio em qualquer estabelecimento agropecuário desde que fosse praticada por no máximo cinco anos consecutivos (Lei nº 12.651, de 2012) (CIRNE e SOUZA, 2014). Com isso, o aumento no número de estabelecimentos praticantes aumentou de maneira expressiva, podendo ser reflexo da entrada de propriedades, que antes não tinham a permissão legal para adoção do pousio.

Tabela 5. Taxa de Crescimento dos estabelecimentos agropecuários por tipo de Prática Agrícola (2006-2017).

Tipo Prática Agrícola	Unidade Federativa no Semiárido										
	Maranhão	Ceará	Piauí	Rio Grande do Norte	Paraíba	Pernambuco	Alagoas	Sergipe	Bahia	Minas Gerais	Semiárido
Plantio em nível	-85,6	-91,8	-99,2	-92,2	-88,1	-91,3	-87,8	-85,8	-89,8	-82,5	-90,8
Rotação de culturas	100,7	17,5	47,7	129,1	100,6	51,0	145,0	6,8	73,9	56,7	60,3
Pousio ou descanso de solos	3106,6	82,0	55,2	60,4	107,8	86,7	123,5	238,5	90,8	163,0	89,2
Proteção e/ou conservação de encostas	-65,2	-50,5	-54,7	-19,7	-57,3	-55,8	-61,3	173,7	-36,8	-38,7	-40,2

Fonte: Elaboração própria

Ainda existe uma grande quantidade de estabelecimentos agropecuários que não adotam práticas agrícolas sustentáveis. Embora esse número apresente queda nos municípios localizados nos estados de Maranhão, Rio Grande do Norte, Sergipe, Bahia e Minas Gerais, a tendência é quase imperceptível se considerado o SAB como um todo (Tabela 6).

Tabela 6. Percentual de estabelecimentos agropecuários inseridos no SAB que não adotavam práticas agrícolas sustentáveis em 2006 e 2017, por unidade da federação

Unidade da Federação	2006	2017	Taxa de Crescimento (%)
Maranhão	37,9	34,7	-8,6
Ceará	31,2	33,5	7,1
Piauí	29,1	38,6	32,5
Rio Grande do Norte	41,2	38,5	-6,5
Paraíba	38,9	40,8	4,9
Pernambuco	43,2	43,7	1,0
Alagoas	45,3	45,3	0,1
Sergipe	41,4	40,8	-1,4
Bahia	49,7	45,9	-7,6
Minas Gerais	52,5	51,0	-2,8
Semiárido	41,5	41,7	0,5

Fonte: Elaboração própria

Ainda considerando apenas as práticas comuns aos dois anos, foi calculado um novo índice, o Índice de Adoção das Práticas Agrícolas Sustentáveis (IAPA), tanto para 2017 quanto para 2006 (Tabela 7). Nota-se que o nível de implementação das quatro práticas em conjunto é bem baixo nos dois anos. A média apresentada para o ano de 2017 reduziu em comparação ao ano de 2006, sendo 12,5% menor. O IAPA máximo do ano de 2017 também reduziu em relação ao ano anterior estudado, com uma diferença de 23,5%. Ambos os anos apresentaram alta heterogeneidade, demonstrando uma variabilidade espacial dos municípios com valores preocupantes. Isso demonstra que a utilização de práticas agrícolas sustentáveis ainda é espaçada e que o problema ocorre de forma não homogênea no SAB. Com comportamentos bem diferenciados entre os municípios.

Tabela 7. Estatísticas descritivas para do Índice de Adoção das Práticas Agrícolas Sustentáveis (IAPA), para os anos de 2006 e 2017.

Ano	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	CV
2006	0,122	0,112	0	0,613	60,12
2017	0,098	0,082	0	0,469	82,65

Fonte: Elaboração própria.

Na Tabela 8, pode-se observar o número de municípios que pioraram, permaneceram inalterados ou melhoraram sua posição quanto ao nível de implementação das práticas agrícolas sustentáveis no período analisado. A classificação foi feita considerando-se os quartis da distribuição dos valores do IAPA nos anos 2006 e 2017. Considerou-se que o município piorou quando desceu de quartil e melhorou quando subiu para os quartis superiores da distribuição dos dados, ou seja, passou para os quartis com maiores valores do IAPA.

Ao analisar a tabela nota-se que os estados de Pernambuco e Alagoas apresentaram a maior proporção de municípios que melhoraram a posição quanto ao quartil, com um pouco mais de 47% para ambos os estados. Minas Gerais e Bahia foram os estados que apresentaram os maiores números percentuais de piora do índice, com 51,64% e 42,08% municípios pertencentes ao quartil mais baixo, respectivamente. Para o SAB como um todo, pode-se perceber que um pouco mais de 35% dos municípios apresentaram mudança para índices melhores, cerca de 34% para piores e quase 31% permaneceram com o mesmo IAPA.

Tabela 8. Número de municípios que sofreram mudanças no IAPA nos anos 2006 e 2017, por unidade federativa.

Estados	Piorou		Inalterado		Melhorou		Total	
	n	%	n	%	n	%	n	%
Maranhão	2	100	0	0,0	0	0,0	2	100
Piauí	57	30,8	62	33,5	66	35,7	185	100
Ceará	51	29,1	57	32,6	67	38,3	175	100
Rio Grande do Norte	56	38,1	47	32,0	44	29,9	147	100
Paraíba	55	28,4	63	32,5	76	39,2	194	100
Pernambuco	26	21,1	39	31,7	58	47,2	123	100
Alagoas	9	23,7	11	28,9	18	47,4	38	100
Sergipe	12	41,4	7	24,1	10	34,5	29	100
Bahia	117	42,1	80	28,8	81	29,1	278	100
Minas Gerais	47	51,6	20	22,0	24	26,4	91	100
Semiárido	432	34,2	386	30,6	444	35,2	1262	100

Fonte: Elaboração própria

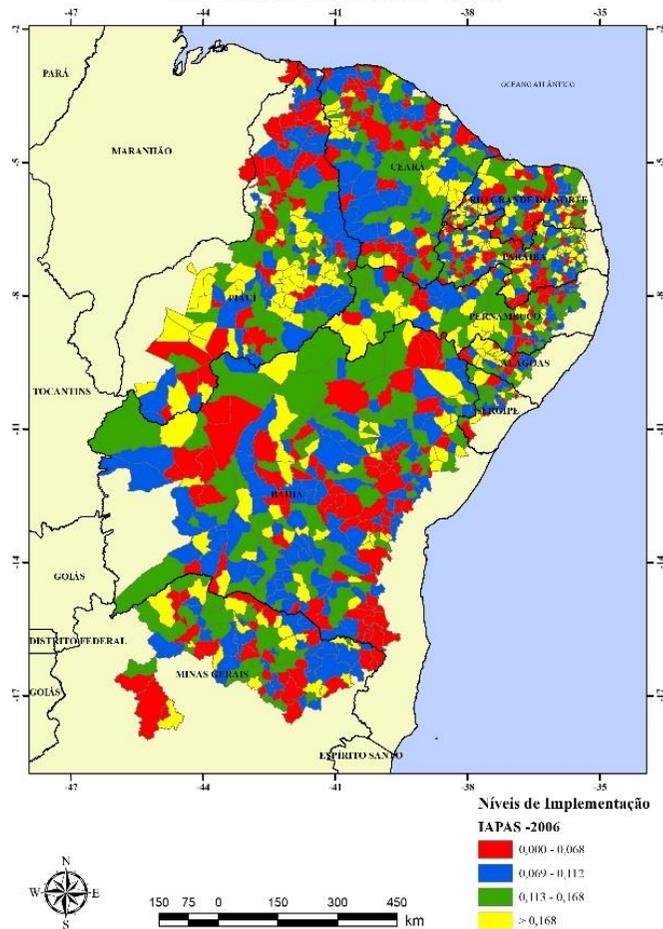
De maneira geral, nota-se que no período estudado as práticas agrícolas sustentáveis foram pouco adotadas, com baixos índices de implementação e com uma grande quantidade de municípios que retrocederam quanto à utilização de manejos mais conscientes do meio ambiente.

Uma comparação dos mapas expostos na Figura 4 permite visualizar as áreas onde houve uma mudança na adoção de práticas agrícolas sustentáveis. Nas porções Sul e Oeste nota-se um aumento na quantidade de municípios localizados entre os 25% maiores valores da distribuição (amarelo), ou seja, uma evolução no cenário. Na região central do SAB os municípios apresentaram uma mudança que tendeu para o segundo quartil da distribuição (azul). A pior situação foi verificada na porção Nordeste, onde se observa um aumento de pontos vermelhos, associados ao primeiro quartil, ou seja, os 25% de municípios com valores mais baixos de IAPA.

Quanto à variabilidade apresentada pelos municípios do SAB, pode-se perceber alta heterogeneidade quanto ao índice de implementação em toda a região estudada. Na região nordeste pode-se perceber uma grande variabilidade nos dois anos. É perceptível que na mesma região houve uma redução nessa estatística comparando o ano de 2017 em relação ao ano de 2006. Em contrapartida, a região oeste nas dependências do estado da Bahia apresentou aumento, apesar de ter melhorado nos índices. Para o semiárido como um todo, a variabilidade apresentada se mostrou alta, sendo um resultado negativo frente a busca por uma agricultura sustentável.

Mais uma vez demonstra-se que o semiárido brasileiro como um todo necessita de atenção frente ao desenvolvimento sustentável. Apresentando crescimento nos índices de adoção em determinadas áreas e redução em outras, os resultados demonstram que há especificidades que devem ser levadas em consideração para propiciar o desenvolvimento rural de maneira mais homogênea, reconhecendo as características particulares de cada área desse espaço que abrange uma extensa área territorial do país.

Índice de Adoção de Práticas Agrícolas Sustentáveis
Semiárido Brasileiro - 2006



Índice de Adoção de Práticas Agrícolas Sustentáveis
Semiárido Brasileiro - 2017

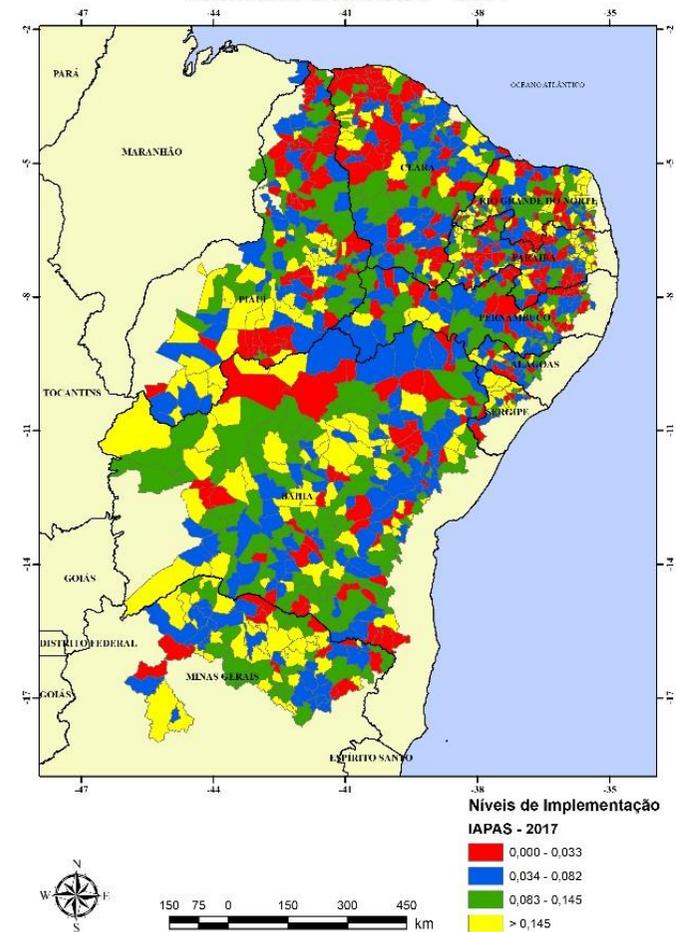


Figura 4. Distribuição dos municípios do SAB nos quartis do IAPA. Anos 2006 e 2017.

5. CONCLUSÕES

O estudo permitiu uma visão global dos estabelecimentos agropecuários do SAB no que se refere à implementação de práticas agrícolas sustentáveis. Os dados mais recentes se referem ao ano de 2017 a oito práticas principais: plantio em nível, rotação de culturas, pousio ou descanso de solos, proteção e/ou conservação de encostas, recuperação de mata ciliar, reflorestamento para proteção de nascentes, estabilização de voçorocas e manejo florestal. Dentre essas, as mais frequentes foram a rotação e o pousio ou descanso de solos.

De um modo geral ainda há um grande número de estabelecimentos agropecuários que não adotam práticas agrícolas sustentáveis (41,7%). Apesar de existirem várias práticas disponíveis não há uma adoção conjunta de várias práticas. Nota-se que uma ou outra prática é implementada e essa decisão varia bastante entre os estabelecimentos.

O estudo também permitiu concluir que embora o SAB seja visto como uma única região há uma grande heterogeneidade entre os municípios e unidades federativas, seja quanto ao tipo de prática prevalente, seja quanto à proporção de estabelecimentos agropecuários que a implementam. A maior deficiência na implementação do conjunto de práticas foi captada por meio do Índice de Adoção de Práticas Agrícolas Sustentáveis (IAPA) e foi identificada, em termos médios, nas áreas referentes aos estados de Alagoas, Pernambuco e Bahia.

Uma organização dos municípios em classes definidas em menor, mediano e maior nível de implementação apontou que uma menor parcela se encontra no grupo superior, demonstrando que os esforços em busca de uma agropecuária mais sustentável ainda não promoveram resultados significativos quanto ao manejo da atividade. Essa constatação foi reforçada a partir de uma análise comparativa dos estabelecimentos nos agropecuários anos 2006 e 2017.

Nesse período os estabelecimentos agropecuários situados nos municípios semiáridos do Maranhão, do Rio Grande do Norte, de Sergipe, da Bahia e de Minas Gerais reduziram seu nível médio global de implementação de práticas agrícolas. Em termos municipais, apenas 35% dos municípios conseguiram evoluir de classe. Com relação às mudanças no grau de implementação foi possível destacar positivamente o pousio e a rotação de culturas que obtiveram bons resultados no período estudado com 89,26% e 60,23% de aumento na adoção, respectivamente. As demais práticas analisadas obtiveram redução de implementação. O nível de adoção apresentado pela pesquisa se apresentou baixo, apesar da evolução de algumas regiões. Cerca de 35% dos municípios do SAB aumentaram seu índice de

adoção, em contrapartida 34% reduziram seu índice.

Portanto, percebe-se que a conservação e uso sustentável dos recursos naturais não é, e não será uma tarefa fácil. Tem-se que considerar a complexidade do sistema, no qual precisa de um conjunto de práticas para melhores resultados e não práticas adotadas isoladamente. Ademais, a promoção dessas atividades só será possível com um intenso processo de conscientização e capacitação de todos os indivíduos envolvidos nesse processo, tendo longo caminho a ser seguido nesse sentido.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, C.L.; OLIVEIRA, J.G.B.; ARAÚJO, J.C. **Impacto da recuperação de área degradada sobre as respostas hidrológicas e sedimentológicas em ambiente semiárido.** Water Resources and Irrigation Management, v.1, n.1, p. 39-50, 2012.

ALMEIDA, J. **Da ideologia do progresso à idéia de desenvolvimento (rural) sustentável.** In: ALMEIDA, J; NAVARRO, Z. Reconstruindo a agricultura: idéias e ideais na perspectiva de um desenvolvimento rural sustentável. 2ª Ed. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 1998.

ALVES G. S.; SOUTO J. S.; DAMASCENO M.M.; SOUSA J. S. Agricultura familiar e meio ambiente: práticas agrícolas e degradação ambiental no município de Várzea –PB G. S. SCIENTIA PLENA vol. 6, num. 9, 2010.

ANDRES, A.; AVILA, L. A. de; MARCHEZAN, E.; MENEZES, V. G. **Rotação de Culturas e Pousio do Solo na Redução do Banco de Sementes de Arroz Vermelho em Solo de Várzea.** Revista Brasileira de Agrociência, Pelotas, v.7, n.2, mai.2001/ ago.2001, p. 85-88.

ANGELOTTI, F.; FERNANDES JÚNIOR, P.I.; SÁ, I.B. de. **Mudanças climáticas no Semiárido brasileiro: medidas de mitigação e adaptação.** Revista Brasileira de Geografia Física, Recife, v. 4, n. 6, p. 1097-1111, 2011.

ARAUJO, J. M.; ARRUDA, D B. **Práticas De Sustentabilidade No Semiárido Nordestino: Direito Ao Desenvolvimento Econômico-Sustentável.** Veredas do Direito, Belo Horizonte, v.8, n.16, p.235-260, Jul/Dez 2011.

ARCOVERDE, S.N.S *et al.* **Qualidade Física de Solos EM Uso Agrícola na Região Semiárida do Estado da Bahia.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, Brasil vol. 39, núm. 5, maio, 2015, p. 1473-1482.

ARGENTO, M.S.F. **Desequilíbrios ambientais no sistema encosta.** ANUARIO DE GEOCIÊNCIAS, v. 1, p. 32-53, 1980.

ASSIS, R.L. **Desenvolvimento rural sustentável no Brasil: perspectivas a partir da integração de ações públicas e privadas com base na agroecologia.** Econ. Aplic., 10(1): 75-89, jan/mar 2006.

BAGGIO, A. J.; CARPANEZZI, A. A.; FELIZARI, S. R.; RUFFATO, A. **Recuperação e proteção de nascentes em propriedades rurais de Machadinho, RS.** Brasília, DF, Embrapa, 26 p. 2013.

BAIARDI, A.; MENDES. J. **Agricultura familiar no semi-árido: fatalidade de exclusão ou recurso para o desenvolvimento sustentável.** In: XLIV Congresso da SOBER, Fortaleza, 23 a 27 de Julho de 2006.

BARETTA, D. et al. **Fauna edáfica avaliada por armadilhas de catação manual afetada pelo manejo do solo na região oeste catarinense.** Revista de Ciências Agroveterinárias, v. 2, p. 97-106, 2003.

- BARROS, A. C. e VERÍSSIMO, A. **A expansão da atividade madeireira na Amazônia: impactos e perspectivas para o desenvolvimento do setor florestal no Pará Belém: IMAZON**, 1996.
- BARROS, J. D. S. **Mudanças climáticas, degradação ambiental e desertificação no semi-árido**. *Polêm!ca*, v. 10, n. 3, p 476 - 483 – , jul/set 2011.
- BIN, A; PAULINO S. R. **Inovação e meio ambiente na pesquisa agrícola**. In: II Encontro da ANPPAS, São Paulo, Indaiatuba, 2004.
- BONFIM, M.C.S.; NOGUEIRA, E.M.S. **Percepção ambiental e adaptabilidade aos efeitos socioambientais nas comunidades rurais do semiárido em Andorinha, Bahia**. *R. gest. sust. ambient.*, Florianópolis, v. 7, n. 4, p. 496-514, out/dez. 2018.
- BORGES FILHO, E. L. **Da redução de insumos agrícolas a agroecologia: a trajetória das pesquisas com práticas agrícolas mais ecológicas na Embrapa**. 2005. 289 f. Tese de Doutorado (Economia Aplicada com área de concentração em Desenvolvimento Econômico, Espaço e Meio Ambiente) Instituto de Economia da UNICAMP. Campinas, SP. 2005.
- BRANDÃO, T.F. B.; BORGES, J. R. P. **As Estratégias de Sobrevivência e Ações Organizativas das Integrantes de uma Associação de Mulheres Agricultoras, em Transição Agroecológica, no Semiárido Sergipano**. *Cadernos de Agroecologia – ISSN 2236-7934 – Vol 10, Nº 3 de 2015*.
- BRASIL EIRO, R. S. **Alternativas de desenvolvimento sustentável no semiárido nordestino: da degradação à conservação**. *Scientia*. *Plena* v. 5, n. 5, mar/mai 2009.
- ABRAL, V. et al. **Seleção de espécies leguminosas fixadoras de nitrogênio para utilização da recuperação de áreas mineradas pela Companhia Vale do Rio Doce**. In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADAS: ÁGUA E BIODIVERSIDADE, 5, 2002, Belo Horizonte. *Anais...* Belo Horizonte: SOBRAGE, 2002. p. 463-465
- CARDOSO-LEITE, E. *et al.* **Fitossociologia e caracterização sucessional de um fragmento de mata ciliar, em Rio Claro/SP, como subsídio à recuperação da área**. *Researchgate*, São Paulo, v. 16, n. 1, p.31-41, jun. 2014.
- CASTRO, A.g.; VALÉRIO FILHO, M.. **Simulação da expectativa de perdas de solo em microbacia sob diferentes manejos florestais**. *R. Bras. Ci. Solo*, Viçosa, n. 21, p.419-426, 1997.
- CASTRO, C.N. **A agricultura no nordeste brasileiro: oportunidades e limitações ao desenvolvimento**. *Boletim regional, urbano e ambiental*, [s.l.], jul/dez. 2013.
- CEARÁ, **Projeto de Desenvolvimento Rural Sustentável do Estado do Ceará – Projeto São José IV**, Marco de Gestão Socioambiental. 2019
- CEARÁ. **Sistema plantio direto no Semiárido do Ceará**. In: *Cartilhas temáticas tecnologias e práticas hidroambientais para convivência com o Semiárido*, v. 7, 23p. Fortaleza, 2010.
- CHABARIBERY D. *et al.* **Recuperação De Matas Ciliares: sistemas de formação de**

floresta nativa em propriedades familiares. *Informações Econômicas*, SP, v.38, n.6, jun. 2008.

CIRNE, M.B; SOUZA, A.G.S.M. **Pousio**: o que é e quais são os seus possíveis reflexos nas questões ambientais. *Veredas do Direito*, Belo Horizonte.v.11 . n.21. p.75-106. Jan/jun, 2014.

DANTAS, H.R. **Caracterização do uso e cobertura do solo na encosta sudoeste da serra de santana – rn, trecho são vicente – florânia**. Monografia (Bacharel em Geografia), Centro de Ensino Superior do Seridó, da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Caicó, RN, 2017.

DRUMOND, M. A. *et al.* **Estratégias para o uso sustentável da biodiversidade da caatinga**. In: SILVA, J. M. C. da; TABARELLI, M.; FONSECA, M. T. da; LINS, L. V. (Org.). *Biodiversidade da caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação*. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente: Universidade Federal de Pernambuco, 2004. p. 329-340.

FALCÃO SOBRINHO, J. & FALCÃO, C.L.C. **O processo erosivo e a mata ciliar do rio Acaraú na serra das matas (CE)**. *Revista Mercator*. Fortaleza, Ceará. 2005. 121-134.

FALCÃO SOBRINHO, J; FALCÃO, C. L. C; NUNES, L. A.L. **O relevo e o manejo do solo no processo erosivo em ambiente de enclave úmido do semi-árido cearense**. In: VI Simpósio Nacional de Geografia/ Regional Conference on Geomorphology. Goiânia, setembro 6-10, 2006.

FALTA de conservação do solo causa erosão e perda de lavouras no PR. 2014 Disponível em: <http://g1.globo.com/economia/agronegocios/noticia/2014/09/falta-de-conservacao-do-solo-causa-erosao-e-perda-de-lavouras-no-pr.html> > . Acesso em : 27 de Abr. 2019.

FÁVERO, Luiz Paulo *et al.* **Análise de dados: modelagem multivariada para tomada de decisões**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009. p. 672.

FERREIRA, R. R. M. **Recuperação de voçorocas de grande porte**. In: encontro brasileiro sobre ravinas, voçorocas, erosão hídrica do solo e movimentos de massa, 2015, porto alegre. Anais... Porto alegre: ufrgs, 2015.

FUNDAÇÃO KONRAD ADENAUER e GTZ. **Tecnologias Apropriadas para Terras Secas**: Manejo sustentável de recursos naturais em regiões semi-áridas no Nordeste do Brasil. Fortaleza, p. 212, 2006.

GARRIDO FILHA I.; **Manejo florestal: questões econômico-financeiras e ambientais**. *Estudos Avançados* 16 (45), 2002.

GHINI, R.; BETTIOL W. **Proteção De Plantas Na Agricultura Sustentável**. *Cadernos de Ciência & Tecnologia*, Brasília, v.17, n.1, p.61-70, jan/abr. 2000.

GIONGO, V. et al. Carbono no Sistema Solo-Planta no Semiárido Brasileiro. *Revista Brasileira de Geografia Física*. [s.l]. 06. P.1233-1253, 2011.

GUERRA, A. J. T. **Processos erosivos nas encostas**. *Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos*, 3ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. v. 2, p. 149 - 209, 1998.

GUIMARÃES, J.C.C. *et al.* **Abordagem de práticas conservacionistas na recuperação de**

voçorocas. ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.8, n.14; p. 977-989, 2012.

GONÇALVES, M.P.M.; CHAGAS, A. O. V. **Restauração de áreas na percepção de proprietários rurais do Entorno da reserva Serra das Almas.** Polêm!ca, v. 17, n.1, p. 37-53, jan/fev/mar, 2017.

HIGUCHI, N. **Utilização e manejo dos recursos madeireiros das florestas tropicais úmidas.** Acta Amazônica. [s.l], p. 275-288. 1994.

INSA. **Desertificação e mudanças climáticas no semiárido brasileiro.** Campina Grande: INSA-PB, 2011. 209p.

ISGA. **Manual De Melhores Práticas Agrícolas.** 1ª Versão, [s.l], Janeiro, 2010.

LEITE L. F. C.; SAGRILO V. G. P. **Sequestro de carbono em solos da região Semiárida brasileira estimado por modelo de simulação em diferentes sistemas produtivos.** In: ICID+18, 2a Conferência Internacional: Clima, Sustentabilidade e Desenvolvimento em Regiões Semiáridas, Fortaleza 16-20 de Agosto, 2010.

MACHADO, P.L.O.A. **Carbono do Solo e a Mitigação da Mudança Climática Global.** Química Nova, São Paulo, v. 28, n. 2, p. 329-334,2005.

MAGALHÃES, R. A. **Erosão: definições, tipos e formas de controle.** In: **Simpósio Nacional de Controle de Erosão, VII, 2001, Goiânia.** Anais...(CD-ROM). ABGE.

MARQUELLI, R. P. **O Desenvolvimento Sustentável Da Agricultura No Cerrado Brasileiro.** 2003. 64 f. Especialização (Gestão Sustentável da Agricultura Irrigada, com área de concentração em Planejamento Estratégico). ISEA-FGV/ECOBUSINESS SCHOOL Brasília, Distrito Federal, 2003.

MARTINS S.C.S, *et al.* **Efeito Do Pousio Na Recuperação De Um Solo Sob Caatinga No Semiárido Brasileiro.** ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.10, n.19; p. 2014.

MARTINS, P.F. da S. *et al.* **Conseqüências do cultivo e do pousio sobre a matéria orgânica do solo sob floresta natural na Amazônia oriental.** Acta Amazônica, [s.l]. p. 19-28, 1990.

MARQUES, M. **Agricultura Sustentável: Pontos Para Reflexão.** Revista de Política Agrícola, Ano .10, n. 02, Abr/ Mai/Jun, 2001.

MATTOS, N.A.N. *et al.* **Práticas conservacionistas recomendadas para a cultura da seringueira.** In: APABOR - Associação Paulista de Produtores e Beneficiadores de Borracha (www.apabor.org.br) ,15 de maio de 2011.

MEDEIROS M.C. SOUZA E. S. **Forma sustentável de convivência com o semiárido: estudo em agroflorestas no Sertão Do Rio Pajeú.** In: III Workshop Internacional sobre Água no Semiárido Brasileiro, [s.l], 2019.

MELO FILHO, J. F.; SOUZA, A. L.V. **O manejo e a conservação do solo no Semi-árido baiano: desafios para a sustentabilidade.** Bahia Agríc., v.7, n.3, nov. 2006

MENEZES, R. I. Q.; NUNES, L. A. P. L.; ARAUJO FILHO, J. A. de; SILVA, N. L. da. **Efeito da queimada e do pousio sobre a produtividade e as propriedades físicas e químicas de**

um solo sob caatinga no semi-arido Nordestino. In: Reunião Anual Da Sociedade Brasileira De Zootecnia, 42., 2005, Goiânia. A produção animal e o foco no agronegócio: anais. Goiânia: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2005. 5 f.

MINAS GERAIS. **Perfil da Agricultura Familiar de Minas Gerais.** Governo do Estado de Minas Gerais e Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural de Minas Gerais: 2014.

NARDIN, C. F. et al. **Uso de medida física para recuperação de áreas degradadas em ambiente de cerrado. Resultado para o uso de barreiras com material de baixo custo na recuperação de voçorocas.** Revista de Geografia. Recife: UFPE –DCG/NAPA, v. especial VIII SINAGEO, n. 2, Set. 2010.

NEUMANN, P.S.; LOCH, C. **Legislação Ambiental, Desenvolvimento Rural E Práticas Agrícolas.** Ciência Rural, Santa Maria, v.32, n.2, p.243-249, 2002.

NUNES, L. A. P.L; ARAÚJO FILHO, J. A. de; MENEZES, R. Í. de Q. **Diversidade da fauna edáfica em solos submetidos a diferentes sistemas de manejo no semi-árido nordestino.** Scientia Agraria, Paraná, vol. 10, n. 1, pp. 43-49, jan/fev, 2009

OLIVEIRA, D. N. **Desenvolvimento rural sustentável: Base de segurança alimentar.** Revista Direito & Dialogicidade - Crato, CE, vol. 06, n. 02, jul/dez. 2015

OLIVEIRA, R.R.; BARROS, J. D. S.; SILVA, M.F.P. **Desertificação e degradação ambiental: percepção dos agricultores no município de Cachoeira dos Índios/PB.** Polêm!ca, Rio de Janeiro, v. 11, n. 2 , abril/junho 2012.

PAULUS, G.; MULLER, A.M.; BARCELLOS, L.A.R. **Agroecologia aplicada: práticas e métodos para uma agricultura de base ecológica.** Alegre: EMATER/RS, p. 86. 2000.

PEREIRA, I.M.; ANDRADE, L.A.; COSTA, J.R.M.; Dias, J.M. **Regeneração natural em um remanescente de Caatinga sob diferentes níveis de perturbação, no agreste Paraibano.** Acta Botânica Brasilica, v.15, p.413-426. 2001.

PEREZ-MARIN, A. M. **Núcleos de desertificação no semiárido brasileiro: ocorrência natural ou antrópica?** Parc. Estrat., Brasília-DF, v.17, n.34, p.87-106, jan/jun 2012.

RANGEL-VASCONCELOS, L.G.T.; KATO, O.R.; VASCONCELOS, S.S. **Matéria orgânica leve do solo em sistema agroflorestal de corte e trituração sob manejo de capoeira.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 47, n.8, p. 1142-1149, 2012.

RIBEIRO, M. F.; FREITAS, M. Aurélio V. de; COSTA, V. C. da. **O desafio da gestão ambiental de zonas de amortecimento de unidades de conservação.** In: SEMINÁRIO LATINO-AMERICANO DE GEOGRAFIA FÍSICA, 6., 2010, Coimbra: 2010.

RICARDO, V.P. **Projeto de recuperação das matas ciliares.** Monografia (Curso de Administração, FACEP – Faculdade Centro Paulista de Ibitinga) Ibitinga, 2008

RODRIGUES, C. B. **Práticas agroecológicas com potencial de combate à desertificação no semiárido brasileiro.** Cadernos de Agroecologia –Anais do VI CLAA, X CBA e V SEMDF – Vol. 13, N° 1, Jul. 2018.

RODRIGUES, G. S.; CAMPANHOLA, C.; KITAMURA, P. C.; **Avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica agropecuária: ambitec-agro**. Embrapa Meio Ambiente. Documentos, 34. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 95p. 2003.

SÁ, I.B.; DRUMOND, M.A.; CUNHA, T.J.F.; TAURA, T.A. (2011). **Manejo florestal na Chapada do Araripe: uma técnica de combate à desertificação**. In: III Simpósio de Mudanças Climáticas e Desertificação no Semiárido Brasileiro. Anais... Petrolina: Embrapa Semiárido, Documentos, 239.

SAMPAIO, J.R. **Proteção de nascentes**. In: Os desafios da escola pública Paranaense na perspectiva do professor PDE: Produções didático pedagógicas. V. 02. LONDRINA, 2016

SANTANA, D. P. **A agricultura e o desafio do desenvolvimento sustentável**. Embrapa Milho e Sorgo. Comunicado Técnico, 132. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2005.

SANTOS, T.E.M *et al.* **Efeito do manejo do solo na contenção do escoamento superficial no semi-árido**. In: 6To. Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva. Belo Horizonte, MG, 09-12 de julho de 2007

SÃO PAULO. **Preservação e recuperação das nascentes de água e de vida**. Cad. Mata Ciliar, São Paulo, n. 1, 2009

SEAPA. **Minas implanta Política de Desenvolvimento Rural Sustentável da Agricultura Familiar**. 2014. Disponível em: <<http://www.agricultura.mg.gov.br/index.php/institucional/55-conteudo/noticias/2826-minas-implanta-politica-de-desenvolvimento-rural-sustentavel-da-agricultura-familiar>>. Acesso em: 05 nov, 2019.

SEMAM. **Manual de recuperação de nascentes**. Uberaba, abril de 2007

SERGIPE. **Plano de desenvolvimento regional do estado de Sergipe**. Editora IABS, Brasília-DF, Brasil - 2017.

SERRA, L. G. F. **Recuperação ambiental de taludes e encostas na rodovia br-116 pr/sc, administrada por concessionária de rodovias**. Artigo (Especialização em Gestão Ambiental, no Curso de Pós-Graduação em MBA Gestão Ambiental, Setor de Ciências Florestais, da Universidade Federal do Paraná). Curitiba, 2017

SILVA, D.V. **Agroecologia e Convivência com o Semiárido Brasileiro: uma análise preliminar**. Diversitas Journal, Vol. 3, Núm. 1, jan./abr. 2018. pp: 76-84.

SILVA, J. A. **Direito Ambiental Constitucional**. 8. ed. São Paulo: Malheiros Editores, 2010.

SILVA, J. M. **Impactos ambientais da produção vegetal no processo de desertificação do semiárido alagoano: o caso de Ouro Branco – AL**. Ciência Agrícola, Rio Largo, v. 16, número suplementar, p. 31-35, 2018.

SILVA L.C.M.; NETO, M.F.C. **Sustentabilidade socioeconômica de comunidades negras rurais do Semiárido Brasileiro frente à degradação ambiental e as pressões socioambientais locais**. In: V Congresso Latinoamericano de Agroecología – SOCLA, La Plata, 2015.

SILVA, M. N. B. da; ALVES, G. da S.; WANDERLEY JÚNIOR, J. S. A. **Manejo cultural do**

algodoeiro agroecológico no Semiárido brasileiro. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2009. (Embrapa Algodão. Circular Técnica, 126).

SILVA, P. C. G. da *et al.* **Caracterização do Semiárido brasileiro:** fatores naturais e humanos. In: SA, I. B.; SILVA, P. C. G. da. (Ed.). *Semiárido brasileiro: pesquisa, desenvolvimento e inovação.* Petrolina: Embrapa Semiárido, p. 18-48, 2010.

SILVA, S.Y. A. M. *et al.* **Sistema De Produção Com Manejo Agroecológico da Caatinga No Projeto De Assentamento Terra De Esperança no Semiárido Potiguar.** *Cadernos de Agroecologia*, [S.l.], v. 10, n. 3, may 2016. ISSN 2236-7934. Disponível em: <<http://revistas.aba.agroecologia.org.br/index.php/cad/article/view/18101>>. Acesso em: 17 nov. 2019.

SILVEIRA, P.M. *et al.* **Efeitos do preparo do solo, plantio direto e de rotações de culturas sobre o rendimento e a economicidade do feijoeiro irrigado.** *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v. 36, n. 2, p. 257-263, fev. 2001.

SIQUEIRA, T. V. de. **Desenvolvimento Sustentável: Antecedentes Históricos e Propostas para a Agenda 21.** *REVISTA DO BNDES, RIO DE JANEIRO*, v. 8, n. 15, p. 247-288, Jun. 2001.

SOUZA, O. T. de; SANTIN, M. F.; ALVIM A. M. **Desenvolvimento, agropecuária e meio ambiente no Brasil:** instrumentos e possibilidades de reconciliação. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, Editora UFPR n. 15, p. 57-65, jan./jun. 2007.

TEIXEIRA, N. C.; GUIMARÃES, C.D. de C. **Métodos de contenção e estabilização de processos erosivos avançados e voçorocas no Brasil.** *SABERES INTERDISCIPLINARES - São João Del-Rei, MG, NO 10, P. 73-92 - jul./dez. 2012*

WADT, P. G. S. **Práticas de conservação do solo e recuperação de áreas degradadas.** Rio Branco: Embrapa Acre, 2003. (Documentos 90).

WUTKE, E. B. *et al.* **Propriedades do solo e sistema radicular do feijoeiro irrigado em rotação de culturas.** *Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa*, vol. 24, núm. 3, 2000, p. 621-633.

ZAMBERLAN, J.F. **Caracterização de águas de reservatórios superficiais para uso em microirrigação.** Dissertação (Pós-graduação em engenharia agrícola – Universidade Federal de Santa Maria). Santa Maria. 2007.

ZAMBERLAN, J. F. *et al.* **Produção e manejo agrícola: impactos e desafios para sustentabilidade ambiental.** *Eng Sanit Ambient, Edição Especial*, p. 95-100, out/mai 2014.

ZONTA, J.H. *et al.* **Práticas de Conservação de Solo e Água.** Embrapa Algodão, Campina Grande, PB Setembro, 2012 (Circular Técnica 133).