



PRÁTICAS DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA PARA AGROECOSSISTEMAS DA BACIA LEITEIRA CAPRINA INTEGRADA DA PARAÍBA E PERNAMBUCO

Maria Sonia Lopes da Silva¹
Manoel Batista de Oliveira Neto²
Alineaurea Florentino Silva³
Francisco Éden Paiva Fernandes⁴
Leandro de Oliveira Silva⁵

1. Pesquisadora/Doutora em Ciência do Solo. Embrapa Solos, Recife, PE. sonia.lopes@embrapa.br
2. Pesquisador/Mestre em Ciência do Solo. Embrapa Solos, Recife, PE. manoel.neto@embrapa.br
3. Pesquisadora/Doutora em Meio Ambiente. Embrapa Semiárido, PE. alinepurea.silva@embrapa.br
4. Analista/Doutor em Agroecologia. Embrapa Caprinos e Ovinos, CE. eden.fernandes@embrapa.br
5. Analista/Doutor em Zootecnia. Embrapa Caprinos e Ovinos, Núcleo Regional de Campina Grande, PB. leandro.silva@embrapa.br

RESUMO

Os sistemas de produção de caprinos leiteiros dos estados da Paraíba e de Pernambuco, nas últimas três décadas, passaram por modificações importantes com tendência à intensificação e aumento de produtividade. Neste sentido, ações voltadas a promover ambientes de interação que possibilitem a adoção de práticas inovadoras de manejo e conservação do solo e da água, pelos NSGAs, com impactos na segurança alimentar (homem e animal), redução do custo de produção, aumento da produtividade, estabilidade da oferta de produtos e melhoria da qualidade do leite, entre outras, são necessárias e fundamentais para a gestão sustentável de agroecossistemas da bacia leiteira caprina integrada da Paraíba e Pernambuco. É para se alcançar uma gestão sustentável nos agroecossistemas da referida bacia leiteira caprina, é básico que se busque a eficiência de ações de uso, manejo e conservação do solo de forma sistêmica, visando a sustentabilidade socioecológica das atividades agrícolas. No presente estudo, práticas de manejo e conservação do solo e da água para melhor adequação ambiental na gestão sustentável de sistema agrícola familiar, foram codesenvolvidas, visando proporcionar a resiliência socioecológica e econômica às adversidades do clima Semiárido. A pesquisa foi realizada em seis microrregiões que compõem a bacia leiteira integrada caprina do país: Cariri Ocidental e Cariri Oriental, no estado da Paraíba; Pajeú, Sertão do Moxotó, Agreste Ocidental/Vale do Ipanema e Agreste Meridional/Vale do Ipojuca, em Pernambuco. Para realização das recomendações, os resultados do diagnóstico foram vivenciados por meio de caminhadas transversais, reflexões nos desafios e perspectivas de cada NSGS, bem como no conhecimento dos saberes tradicionais locais, científicos, de gestão e no redesenho do agroecossistema após o diagnóstico. Para esta fase da pesquisa, foram utilizadas ferramentas do Diagnóstico Rural Participativo (DRP) e metodologias de avaliação de impacto. Os resultados apontam que o estudo sistêmico das práticas agroecológicas de manejo e conservação do solo e da água estabeleceu espaços de simulações que constituíram verdadeiros laboratórios de inovação social, com diálogos abertos e horizontais entre as famílias agricultoras, técnicos de ATER e Desenvolvimento Rural Sustentável locais



(ADRSL), a partir de uma leitura integradora, para a construção coletiva de saberes sobre a complexidade do manejo do solo e da água.

Palavras-chave: semiárido; gestão ambiental do agroecossistema familiar; resiliência socioecológica e econômica; manejo do solo e água em sistemas de produção com caprinocultura leiteira.

ABSTRACT

The dairy goat production systems in the states of Paraíba and Pernambuco, in the last three decades, have undergone important changes with a tendency towards intensification and increased productivity. In this sense, actions aimed at promoting interaction environments that enable the adoption of innovative soil and water management and conservation practices by NSGAs, with impacts on food security (human and animal), reduction of production costs, increased productivity, stability of product supply and improvement of milk quality, among others, are necessary and fundamental for the sustainable management of agroecosystems in the integrated goat dairy basin of Paraíba and Pernambuco. And to achieve sustainable management in the agroecosystems of the aforementioned goat dairy basin, it is essential to seek the efficiency of soil use, management and conservation actions in a systemic way, aiming at the socio-ecological sustainability of agricultural activities. In the present study, soil and water management and conservation practices for better environmental adequacy in the sustainable management of a family agricultural system were co-developed, aiming to provide socio-ecological and economic resilience to the adversities of the semi-arid climate. The research was carried out in six micro-regions that make up the country's integrated goat dairy basin: Cariri Oeste and Cariri Oriental, in the state of Paraíba; Pajeú, Sertão do Moxotó, Western Agreste/Ipanema Valley and Southern Agreste/Ipojuca Valley, in Pernambuco. To carry out the recommendations, the results of the diagnosis were experienced through transversal walks, reflections on the challenges and perspectives of each NSGS, as well as knowledge of local traditional, scientific, management knowledge and the redesign of the agroecosystem after the diagnosis. For this phase of the research, Participatory Rural Diagnosis (DRP) tools and impact assessment methodologies were used. The results indicate that the systemic study of agroecological soil and water management and conservation practices established spaces for simulations that constituted true laboratories of social innovation, with open and horizontal dialogues between farming families, ATER technicians and local Sustainable Rural Development (ADRSL), based on an integrative reading, for the collective construction of knowledge about the complexity of soil and water management.

Key words: semiarid; environmental management of the family agroecosystem; socio-ecological and economic resilience; Soil and water management in dairy goat production systems



Introdução

O solo proporciona inúmeros serviços à sociedade. Considerando apenas as atividades agrícolas, ele garante segurança alimentar via produção de alimentos, tanto de origem vegetal quanto animal e possibilita a produção de fibras, madeira e combustível. O solo contribui

também para a regularização do clima, via retenção de carbono e na sua relação natural com a água, tem a função de receber, infiltrar, filtrar e armazenar. É, portanto, imprescindível para o bem estar e para a qualidade de vida do homem e para a sobrevivência de todos os seres vivos. Já a água constitui o principal suporte à vida. De forma crescente, tem sido fundamental para atividades econômicas importantes, como a irrigação, produção de alimentos, criação de animais e geração de energia, entre outras contribuições (Casalinho et al., 2017).

Quando se fala em manejar e conservar solo e água se pensa logo em controle da erosão, porém o objetivo vai muito além, perpassa pela qualidade química, física e biológica do solo. Na química, diz respeito a manutenção da fertilidade do solo. É adubar o solo, conforme o tipo de cultivo, de forma equilibrada, visando repor nutrientes e produzir alimentos, biomassa, fibras, proteínas e proteção ambiental, contribuindo significativamente para a manutenção da matéria orgânica do solo, essencial para a sustentabilidade do sistema. Quanto ao manejo físico do solo, diz respeito ao manejo do maquinário, evitando ou minimizando a degradação deste, mantendo-o bem estruturado, garantindo sua permeabilidade e retenção da água. Já na biologia, o objetivo é manter ativa a biota do solo, propiciando maior biodiversidade e sobrevivência de todo o ecossistema (Zonta et al., 2012).

A gestão sustentável de um Núcleo Social de Gestão do Agroecossistema (NSGA) considera o agroecossistema uma estrutura com a qual é possível analisar os sistemas de produção de alimentos como um todo, incluindo seus conjuntos complexos de insumos e produção, bem como as interconexões entre as partes que o compõem. A abordagem holística permite a integração dos três componentes mais importantes da sustentabilidade: princípios ecológicos, viabilidade econômica e equidade social (Gliessman, 2009).

O Brasil desponta como o maior produtor de leite caprino do continente Americano - 26 milhões de litros/ano, constituindo importante fonte alternativa de renda e de alimentos (carne e leite) para as famílias agricultoras (FAO, 2020; IBGE, 2019). E dentro deste escopo, o Nordeste se destaca como a sua principal região produtora, sendo responsável por 70% da produção brasileira (IBGE, 2019). Está localizada na região do Semiárido, entre os estados da Paraíba e Pernambuco, abrangendo as microrregiões do Cariri Ocidental e Oriental na Paraíba, Pajeú, Sertão do Moxotó, Vale do Ipojuca e Vale do Ipanema em Pernambuco. As referidas microrregiões são responsáveis pela produção de 7,4 milhões de litros/ano, que corresponde a 81% do leite total produzido nos dois estados e 28% da produção nacional (IBGE, 2019).

A partir da década de 2000, iniciativas socioprodutivas governamentais e não governamentais, estaduais e federais, a exemplo do Programa de Aquisição de Alimentos, modalidade Leite (PAA - Leite do Governo Federal) impulsionaram a caprinocultura leiteira no Nordeste, particularmente nos estados da Paraíba e de Pernambuco, que até então era basicamente de produção de carne e pele, implantando-se um processo organizado de captação, beneficiamento e distribuição do leite caprino (Gonçalves Junior; Martes, 2015).



Os sistemas de produção de caprinos leiteiros dos estados da Paraíba e de Pernambuco, nas últimas três décadas, passaram por modificações importantes com tendência à intensificação e aumento de produtividade. O que tem demandado ambientes mais sustentáveis e produtivos dentro do contexto das unidades agrícolas de caprinos leiteiros familiar. Neste sentido, ações voltadas a promover ambientes de interação que possibilitem a adoção de práticas inovadoras de manejo e conservação do solo e da água, pelos NSGAs, com impactos na segurança alimentar (homem e animal), redução do custo de produção, aumento da produtividade, estabilidade da oferta de produtos e melhoria da qualidade do leite, entre outras, são necessárias e fundamentais para a gestão sustentável de agroecossistemas da bacia leiteira caprina integrada da Paraíba e Pernambuco (Oliveira, 2020).

E para se alcançar uma gestão sustentável nos agroecossistemas da bacia leiteira caprina integrada da Paraíba e Pernambuco, bem como em outros sistemas de produção agrícola, é básico que se busque a eficiência de ações de uso, manejo e conservação do solo de forma sistêmica, visando a sustentabilidade socioecológica das atividades agrícolas. O enfoque sistêmico aqui considerado, se refere a aplicação das práticas conservacionistas, a integração dos espaços geográficos objeto da intervenção e a atuação da rede sociotécnica que aplica as ações conservacionistas.

Considerando a necessidade do enfoque sistêmico, ou seja, a integração entre ações conservacionistas e ações voltadas aos processos produtivos, a integração de todos os espaços geográficos e, ainda, a necessidade de desenvolver ações tanto individuais quanto coletivas, o manejo e conservação do solo e da água deve ser conduzido por meio da combinação de um conjunto de práticas de melhoria das condições químicas, físicas e biológicas do solo, associado a um conjunto de práticas de controle do escoamento superficial.

Pesquisas e experiências acumuladas pela assistência técnica e famílias agricultoras, têm mostrado que para o êxito de uma gestão sustentável do solo e da água é fundamental atuar sobre as causas que promovem a degradação destes dois recursos. A partir daí, contando com oportunidade real de se codesenvolver estratégias técnicas econômica e ambientalmente sustentáveis, que contribuam com a melhoria da qualidade do solo, da infiltração e estocagem da água no solo (Oliveira, 2020), permitindo a família organizar e planejar, de forma racional, suas atividades agrossilvipastoris e de serviços ecossistêmicos.

No presente estudo, práticas de uso e manejo e conservação do solo e da água para melhor adequação ambiental na gestão sustentável de sistema agrícola familiar, foram codesenvolvidas com uma rede sociotécnica local, visando proporcionar a resiliência socioecológica e econômica às adversidades do clima Semiárido. Ampliando, assim, as capacidades técnicas locais e a sustentabilidade de unidades de produção familiar pertencentes à bacia leiteira caprina integrada entre a Paraíba e Pernambuco.

Objetivo

Primou por fortalecer a rede de produção de derivados lácteos caprinos com qualidade diferenciada, associados à agricultura familiar, nos territórios da caprinocultura leiteira da Paraíba e Pernambuco, através de práticas agroecológicas de uso, manejo e conservação do solo e da água na gestão sustentável de Núcleos Sociais de Gestão dos Agroecossistemas (NSGAs), visando impulsionar a inserção socioprodutiva de agricultores/as familiares envolvidos na maior bacia leiteira caprina do Brasil.



Metodologia

Fase I - Informações sobre a pesquisa, monitoramento e avaliação dos indicadores ambientais: Projeto Siscapri

A presente pesquisa foi realizada no âmbito de dois projetos. Foi iniciado no projeto “Estratégias para aumentar a sustentabilidade de sistemas de produção em Arranjos

Produtivos Locais de leite caprino no Nordeste - Siscapri - 14.16.04.006.00.00”, liderado pela Embrapa Caprinos e Ovinos, e desenvolvido no âmbito da atividade “Monitoramento e avaliação dos indicadores ambientais - 14.16.04.006.00.03.002”, sob a responsabilidade da Embrapa Solos UEP Recife e parceiros.

Com a finalização do Siscapri, a pesquisa prosseguiu em projeto subsequente, avançando na maturidade da cocriação das práticas, passando do nível de TRL/MRL 4 para o TRL/MRL 5, conforme o Método Technology Readiness Level (TRL) ou Manufacturing Readiness Levels (MRL), desenvolvido por Mankins (1995).

A nova fase de execução da pesquisa se deu no âmbito do projeto “Rede de inovação em produção, beneficiamento e comercialização de derivados lácteos caprinos dos Cariris Oriental e Ocidental Paraibanos, Sertões do Pajeú e do Moxotó e Agrestes Central e Meridional Pernambucanos - InovaCapri - 30.19.00.155.00.00”, liderado, também, pela Embrapa Caprinos e Ovinos, e compondo a atividade “Diagnóstico ambiental das unidades de aprendizagens do Projeto Territorial PB/PE - Programa InovaSocial - 30.19.00.155.00.03.010”, sob a responsabilidade, da Embrapa Solos UEP Recife e parceiros.

O TRL/MRL é um método criado pela NASA (National Aeronautics and Space Administration) na década de 1970 e constitui sistemática que permite avaliar o nível de maturidade técnica de uma tecnologia/prática/processo. O TRL/MRL é um sistema métrico, dividido em nove níveis, que corresponde a escala de maturidade ou prontidão tecnológica, que varia de 1 a 9 (Figura 1). Conforme a evolução da maturidade das entregas/resultados, o nível 1 corresponde ao início das pesquisas, enquanto o nível 9, significa que o produto está pronto e sendo implementado ou comercializado no setor produtivo. Em síntese, para elencar o TRL/MRL, analisa-se a progressão da tecnologia em etapas de: pesquisa, desenvolvimento e implementação. Esta escala permite que as pessoas tenham dados de referência consistentes para entender a evolução das tecnologias, independente do conhecimento sobre o assunto.

Pelo Projeto Siscapri, foram realizados os monitoramento e avaliação dos indicadores ambientais com posterior espacialização de geoambientes dos núcleos familiares, que corresponde a prova de conceito, a fase de laboratório, ou seja, etapa de cocriação das práticas classificada em TRL/MRL 4 (Mankins, 1995).

Na presente fase do estudo, as ações das atividades foram desenvolvidas de forma integrada e simultânea por uma rede sociotécnica visando identificar as vocações para o uso, manejo e conservação do solo e da água, conforme geoambientes de cada núcleo familiar.

Local do estudo/pesquisa

A pesquisa foi realizada em seis microrregiões que compõem a principal bacia leiteira integrada caprina do país: Cariri Ocidental e Cariri Oriental, no estado da Paraíba; Pajeú, Sertão do Moxotó, Agreste Ocidental/Vale do Ipanema e Agreste Meridional/Vale do Ipojuca, em Pernambuco (Figura 1). Desenvolvida em 18 agroecossistemas, que constituíram as

Unidades de Aprendizagem/NSGAs.

(Tabela 1), localizados em 17 municípios, conforme constante em Silva et al. (2022).



Figura 1. Microrregiões participantes do estudo nos estados da Paraíba e de Pernambuco. Mapa: Davi Ferreira Silva - Laboratório de Geoprocessamento da Embrapa Solos UEP Recife.

Tabela 1. Lista dos NSGAs/Unidades de Aprendizagem.

Microrregiões	Municípios	Unidades de aprendizagens	Coordenadas geográficas
Paraíba			
Cariri Ocidental	Monteiro	Garapa	7°56'12.41" S e 37°03'08.28" W
	Serra Branca	Várzea Grande	7°27'30.00" S e 36°38'01.13" W
	Zabelê	Zabelê	8°04'07.54" S e 37°06'20.29" W
	Monteiro	Serrote de Cima	7°55'59.55" S e 37°07'08.18" W
	São José dos Cordeiros	Lagoa de Roça	7°24'46.19" S e 36°51'33.94" W
	Sumé	Poço da Pedra	7°39'08.02" S e 36°56'57.46" W
	Ouro Velho	Olho D'Água	7°35'20.83" S e 37°11'42.70" W
Cariri Oriental	Cabaceira	Ema	7°29'05.97" S e 36°18'04.87" W
	São João do Cariri	Macambira	7°28'49.33" S e 36°25'43.88" W
Pernambuco			
Sertão do Pajeú	São José do Egito	Queimadas	7°30'43.07" S e 37°16'12.46" W
	Tuparetama	Carnaúba	7°40'06.26" S e 37°19'58.82" W
Vale do Ipojuca	Pesqueira	Cachoeira	8°22'25.31" S e 36°38'18.30" W
	Poção	Saquinho	8°11'40.33" S e 36°44'39.31" W
	Alagoinha	Barrinhos	8°31'42.39" S e 36°45'07.15" W
Vale do Ipanema	Venturosa	Pau Ferro	8°34'39.30" S e 36°51'46.99" W
	Venturosa	Barbado	8°34'47.39" S e 36°50'27.50" W
Sertão do Moxotó	Pedra	Laranjo	8°48'07.37" S e 36°53'15.35" W
	Sertânia	Assentamento Hortifrutigranjeiro	8° 04'15.95" S e 37°21'39.07" W

Fase II da pesquisa - avanço da pesquisa para TRL 5: Projeto InovaCapri

O avanço da pesquisa para TRL 5, se deu no âmbito do Projeto InovaCapri, com aporte financeiro do BNDES, no âmbito do Programa Inovação Social, através da maturação



das práticas que constituem tecnologias/processos, ainda em fase de laboratório, e que deve passar por simulações em ambientes que são próximos do real possível.

O Projeto InovaCapri, integra o Programa InovaSocial, desenvolvido com o apoio do Fundo Social do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social – BNDES, para investimento local em produtos e serviços. Possui vigência até abril de 2024 e tem como objetivo fortalecer uma rede de produção, beneficiamento e comercialização de derivados lácteos caprinos com qualidade diferenciada, identidade regional e associados à agricultura familiar nos “territórios da caprinocultura leiteira”, constituídos pelos Cariris PB e Sertões de Pajeú, Moxotó e Agrestes Central e Meridional de PE, que possa impulsionar a inserção social e produtiva de agricultores familiares envolvidos na bacia leiteira caprina do Nordeste do Brasil.

O InovaCapri conta com a consolidação e a participação ativa de uma rede de associações e cooperativas, constituídas e geridas por agricultores familiares, proprietárias de pequenas agroindústrias para beneficiamento de leite caprino liderando um processo para intercâmbio de conhecimentos e experiências nos segmentos de produção, beneficiamento de leite e ações para comercialização coletiva de seus derivados lácteos. Conta com o apoio técnico de instituições parceiras de Pesquisa, Ensino, Assistência Técnica e Extensão Rural, bem como ONGs e empresas locais. A rede de produção, beneficiamento e comercialização conta com a participação de associações/cooperativas gestoras de laticínios; dezoito agricultores experimentadores; e instituições parceiras de pesquisa, ensino, de Ater e de apoio atuantes na região.

Nesta fase, foram realizados o diagnóstico dos agroecossistemas/núcleo familiar, com identificação das espacializações dos diferentes geoambientes, realizado segundo Petri e Fúlfaro, 1983;); caracterização e classificação de solos, seguida de coleta de amostras para análise, conforme recomendações de Teixeira et al., (2017), assim como coleta de água para análise, segundo Richard, 1976. De posse dos resultados analíticos de solo e água e do diagnóstico, foram realizadas as recomendações das práticas de uso e manejo do solo e da água para cada Núcleo Familiar. Foram realizadas discussões e simulações para a realidade de cada NSGA, com devolutiva dos resultados para às famílias.

Para realização das recomendações, os resultados do diagnóstico foram vivenciados por meio de caminhadas transversais (Figura 2), reflexões nos desafios e perspectivas de cada NSGS, bem como no conhecimento dos saberes tradicionais locais, científicos, de gestão e no redesenho do agroecossistema após o diagnóstico. Para esta fase da pesquisa, foram utilizadas ferramentas do Diagnóstico Rural Participativo (DRP) (Verdejo, 2006) e metodologias de avaliação de impacto MESMIS (Maser et al., 1999) e Lume (Petersen, et al., 2021).

As recomendações técnicas e gerenciais foram elaboradas em função das reais condições edafoclimáticas dos agroecossistemas e, fundamentalmente, com a participação da família agricultora (Silva et. 2022).

Resultados e Discussão

A partir do diagnóstico ambiental dos agroecossistemas, utilizando as ferramentas da linha do tempo, caminhada transversal, entrevista semiestrutura, e do mapa da propriedade, realizados em campo, com as famílias, bem como de levantamentos bibliográficos nas bases do IBGE, foram efetuadas a caracterização e reflexões das microrregiões em estudo:



Cariris Ocidental e Oriental Paraibanos

Geomorfologia

O Cariri paraibano está localizado na parte centro-sul do Planalto da Borborema, inserido em terreno cristalino do complexo gnáissico-migmatítico-granodiorítico. O Cariri Paraibano é composto por 29 municípios, sendo 12 na sua porção Oriental e 17 no lado

Ocidental. A geomorfologia é composta por serras e morros e afloramento de rochas graníticas em longos trechos, incluindo alguns lajedos e solos pedregosos com vários seixos (Carvalho, 2012).

Uso e ocupação do solo

Estudos realizados na região demonstram que a maior parte da vegetação é composta de Caatinga arbustiva, além do elevado grau de áreas degradadas resultantes de ações antrópicas. A agricultura é desenvolvida, em sua grande parte, em regime de subsistência e com grande risco produtivo, dada a inconsistência do período chuvoso no Semiárido. A maior parte da produção é explorada em regime de sequeiro, destacando-se o feijão e o milho como as culturas de maior importância econômica. Essas culturas são geralmente produzidas em consórcio com forrageiras como capim buffel e/ou palma forrageira.

O uso do mosaico pastagens/agricultura é a principal classe de uso agropecuário do solo no Cariri paraibano. É importante destacar que os resultados demonstram o uso múltiplo do solo nessa microrregião, com a intercalação de uso agrícola e posterior destinação dessas áreas para a criação de animais.

Solos

Os solos predominantes no Cariri paraibano são da classe dos Luvisolos, havendo também a presença de solos Neossolos, Vertissolos e os solos Planossolos (PARAIBA, 1985).

Sertão do Pajeú, Pernambuco

Geomorfologia

Sertão do Pajeú está inserido na unidade geoambiental da Depressão Sertaneja, que representa a paisagem típica do Semiárido nordestino, com relevo suavemente ondulado com elevações residuais, cristas pontuam a linha do horizonte, cortada por vales estreitos, com vertentes dissecadas. É formado por vastas superfícies pediplanizadas apresentando maiores elevações ao norte, na serra da Baixa Verde, na cidade de Triunfo, o ponto mais alto do estado com 1.270 m, tem um microclima muito especial procurado pelos turistas pelas suas condições climáticas diferenciadas no contexto Semiárido (Versyphe et al., 2015).

Uso e ocupação do solo

No Pajeú o uso se deu num contexto de ocupação desordenada. A própria forma histórica de agricultura nômade, ou seja, itinerante, desenvolvida no Semiárido, já se constitui num fator de contribuição para a redução da biodiversidade da Caatinga, pois os agricultores desmatam, queimam e plantam num período (em torno de dois ou três anos), e mudam para outras áreas repetindo a mesma prática. O processo histórico de ocupação da Caatinga teve como principais atividades produtivas a pecuária (Bovino e caprino) e a agricultura de subsistência (Coelho et al., 2014).



Solos

O clima quente e seco da região restringe o desenvolvimento dos solos, bem como a lixiviação de bases. Em função desses fatores, predominam no Pajeú os solos pouco profundos ou rasos, com presença marcante de pedregosidade e rochiosidade, argilosos e com alta saturação por bases (solos eutróficos). Nessa região a grande variabilidade dos solos está relacionada com o material de origem (geologia). Isso explica porque esses solos são pouco propícios para um melhor aproveitamento econômico e estão mais voltados para culturas agrícolas de subsistência (como a mandioca) ou então para a prática da pecuária extensiva. São solos susceptíveis a erosão (Araújo Filho et al., 2000).

Os solos do Sertão do Pajeú são amplamente dominados pelos solos Luvisolos, seguidos por Solos Neossolos (Litólicos e Quartzarênicos), ocorrendo ainda Regossolos, Planossolos (Araújo Filho et al., 2000).

Sertão do Moxotó, Pernambuco

Geomorfologia

A região do Vale do rio Moxotó pertence ao domínio da *Zona Transversal* delimitada entre os lineamentos Patos e Pernambuco representando os terrenos tectono estratigráficos do Alto Moxotó e Rio Capibaribe.

As litologias predominantes são ortognaisses e migmatitos dos Complexos Floresta e Pão de Açúcar (paleoproterozóico), metamáficas - ultramáficas - tipo Malhada Vermelha (paleo/mesoproterozóico), ortognaisses do evento Cariris Velhos (meso - neoproterozóico) e supracrustais mesoproterozóicas dos Complexos Sertânia, São Caetano, Vertentes, Belém de São Francisco e Lagoa das Contendas. Ocorrem ainda diversas suítes graníticas e granitóides indiscriminados, gnaisses - Complexo Irajá - e xistos do Complexo Caraolina pertencente ao neoproterozóico.

Completando a litoestratigrafia, ocorrem as coberturas sedimentares paleozóicas e cenozóicas representadas, respectivamente, pelos arenitos da Formação Tacaratu, elúvios e colúvios (terciário) e aluviões recentes.

O relevo é plano a suave ondulado em sua parte central e varia de ondulado a forte-ondulado nas porções norte e nordeste. A vegetação predominante é do tipo Floresta Subperenifólia, nas proximidades de Arcoverde e Caatinga Hiperxerófilas no restante da região (Santos et al., 1999).

Uso e ocupação do solo

O principal uso e ocupação do solo no Moxotó é com as cadeias produtivas do cultivo de melão e com a Ovinocaprinocultura. A fruticultura de melão da região coloca Pernambuco como um dos maiores exportadores de melão do Brasil (Santos et al., 1999).

Solos

Os solos mais frequentes no Sertão do Moxotó são os Neossolos, Vertissolos, com Luvisolos, com ocorrência de Planossolos e Cambissolos.



Agrestes Central e Meridional, Pernambuco

Geomorfologia

O Agreste é uma zona de transição entre a zona da Mata e o Sertão, e está localizada sobre a borda ocidental do Planalto da Borborema, com altitude média de 400 m até mais que

1000 m nos pontos mais elevados. A estrutura geológica predominante é a cristalina, sendo responsável, junto com o clima semiárido, por formações abruptas (pedimentos e pediplanos). A região apresenta uma vegetação de transição e suas características se misturam com a da Mata Atlântica, na parte mais oriental e com a Caatinga, na parte mais ocidental (Lira et al., 2010).

Uso e ocupação do solo

Apresentam vários polos industriais, sobretudo no setor alimentício, além de atividades agrícolas diversificadas e criação de gado, caprinos e ovinos.

Solos

Predominantemente domina nos Agrestes Central e Meridional as classes de solo Argissolos, Latossolos, Luvisolos, Neossolos, Planossolos e Vertissolos.

Práticas de manejo e conservação do solo e da água para agroecossistemas da bacia leiteira caprina integrada da Paraíba e Pernambuco

A partir dos resultados quali e quantitativos obtidos nos diagnósticos realizados nos 18 agroecossistemas, foram realizadas simulações para cada NSGA das principais práticas de manejo e conservação do solo e da água mais indicadas para a saúde dos respectivos agroecossistemas (Tabelas 2 e 3).

Observando as tabelas 2 e 3, percebe-se que para todos os NSGAs foram recomendadas três práticas que são essenciais para agroecossistemas do Semiárido, a saber: cobertura do solo, adubação orgânica e de cultivo à tração animal, visando a conservação ou o aumento do teor e qualidade da matéria orgânica e a proteção do solo contra a erosão e a compactação. As práticas recomendadas se deram de acordo com as aptidões de cada terra, valorizando os recursos naturais para que tenham melhores usos e benefícios, garantindo a produtividade agrícola no presente e no futuro.

Quanto ao manejo adequado da água, é fundamental na obtenção de boa produtividade em qualquer sistema agrícola, que seja efetuado o monitoramento contínuo da qualidade da água, principalmente no que diz respeito à presença de sais, uma vez que se trata de agroecossistemas inseridos na região semiárida, onde a evapotranspiração média anual é de 2.000 mm e a média das chuvas oscilando entre 400 - 600 mm, ou seja, a evapotranspiração é, aproximadamente, 3 vezes maior que a média das chuvas.

Tabela 2. Práticas de manejo e conservação do solo para agroecossistemas dos Cariris Paraibano.

Microrregiões	NSGA	Práticas Manejo e Conservação do solo
Cariri Ocidental	Garapa	Cobertura do solo Cultivo à tração animal Cultivo consorciado
	Várzea Grande	Cobertura do solo Cultivo à tração animal Adubação orgânica Cultivo consorciado
	Zabelê	Cobertura do solo Cultivo à tração animal Rotação de cultura Controle de queimadas
	Serrote de Cima	Cobertura do solo Cultivo à tração animal Cultivo consorciado Controle de queimadas
	Lagoa da Roça	Cobertura do solo Cultivo à tração animal Cultivo consorciado Rotação de cultura
	Poço da Pedra	Cobertura do solo Cultivo à tração animal Cultivo consorciado Rotação de cultura
	Olho D'Água	Cobertura do solo Cultivo à tração animal Cultivo consorciado
Cariri Oriental	Ema	Cobertura do solo Cultivo à tração animal Cultivo consorciado Cultivo em nível
	Macambira	Cobertura do solo Cultivo à tração animal Cultivo consorciado Controle de queimadas

Tabela 3. Práticas de manejo e conservação do solo para agroecossistemas dos Sertões e Agrestes Pernambucanos.

Microrregiões	NSGA	Práticas Manejo e Conservação do solo
Sertão do Pajeú	Queimadas	Cobertura do solo Cultivo à tração animal Adubação orgânica
	Carnaúba	Cobertura do solo Cultivo à tração animal Cultivo consorciado
	Cachoeira	Cobertura do solo Cultivo à tração animal Adubação orgânica Controle de queimadas
Sertão do Moxotó	Sertânia	Cobertura do solo Cultivo à tração animal Controle de queimadas
Agreste Central	Poção	Cobertura do solo Cultivo à tração animal Adubação orgânica Controle de queimadas
	Alagoinha	Cobertura do solo Cultivo à tração animal Controle de queimadas
Agreste Meridional	Venturosa	Cobertura do solo Cultivo à tração animal Controle de queimadas Cultivo em contorno
	Venturosa	Cobertura do solo Cultivo à tração animal Controle de queimadas Cultivo consorciado
	Pedra	Cobertura do solo Cultivo à tração animal Cultivo em contorno

A partir dos resultados das análises físico-químicas as águas foram classificadas em C1S1, C2S1, C4S1 e C4S4. As águas de chuva na classe C1S1 apresenta salinidade e sodicidade baixa, podendo ser utilizadas para diversos cultivos, apresentando baixa probabilidade de causar problemas de salinidade e sodicidade. As águas que estão na classe C2S1 apresentam média salinidade e baixo risco de sodificação do solo. Essa salinidade média detectada nas águas de alguns agroecossistemas permite a utilização dessas águas por cultivos que possuam moderada tolerância aos sais, sem ser necessário práticas especiais de controle da salinidade. Já os agroecossistemas na classe C4S1 apresentaram salinidade alta e sodicidade baixa, o que impõe certa limitação ao cultivo de algumas espécies vegetais, exigindo por parte da família um acompanhamento mais criterioso dos níveis de sais. E as águas classificadas como C4S4 são consideradas de má qualidade para cultivos, ou seja, apresentam alto perigo de salinidade e sodicidade, podendo ser utilizadas apenas sob boas condições de drenagem e em culturas tolerantes. O manejo adequado da água é fundamental na obtenção de boa produtividade em qualquer sistema agrícola (Silva et al, 2022).



Observando as tabelas 2 e 3, percebe-se que para todos os NSGAs foram recomendadas três práticas que são essenciais para agroecossistemas do Semiárido, a saber: cobertura do solo, adubação orgânica e de cultivo à tração animal, visando a conservação ou o aumento do teor e qualidade da matéria orgânica e a proteção do solo contra a erosão e a compactação. As práticas recomendadas se deram de acordo com as aptidões de cada terra, valorizando os recursos naturais para que tenham melhores usos e benefícios, garantindo a produtividade agrícola no presente e no futuro.

Quanto ao manejo adequado da água, é fundamental na obtenção de boa produtividade em qualquer sistema agrícola, que seja efetuado o monitoramento contínuo da qualidade da água, principalmente no que diz respeito à presença de sais, uma vez que se trata de agroecossistemas inseridos na região semiárida, onde a evapotranspiração média anual é de 2.000 mm e a média das chuvas oscilando entre 400 - 600 mm, ou seja, a evapotranspiração é, aproximadamente, 3 vezes maior que a média das chuvas.

A partir dos resultados das análises físico-químicas as águas foram classificadas em C1S1, C2S1, C4S1 e C4S4. As águas de chuva na classe C1S1 apresenta salinidade e sodicidade baixa, podendo ser utilizadas para diversos cultivos, apresentando baixa probabilidade de causar problemas de salinidade e sodicidade. As águas que estão na classe C2S1 apresentam média salinidade e baixo risco de sodificação do solo. Essa salinidade média detectada nas águas de alguns agroecossistemas permite a utilização dessas águas por cultivos que possuam moderada tolerância aos sais, sem ser necessário práticas especiais de controle da salinidade. Já os agroecossistemas na classe C4S1 apresentaram salinidade alta e sodicidade baixa, o que impõe certa limitação ao cultivo de algumas espécies vegetais, exigindo por parte da família um acompanhamento mais criterioso dos níveis de sais. E as águas classificadas como C4S4 são consideradas de má qualidade para cultivos, ou seja, apresentam alto perigo de salinidade e sodicidade, podendo ser utilizadas apenas sob boas condições de drenagem e em culturas tolerantes. O manejo adequado da água é fundamental na obtenção de boa produtividade em qualquer sistema agrícola (Silva et al, 2022).

Considerações Finais

O estudo sistêmico das práticas agroecológicas de manejo e conservação do solo e da água estabeleceu espaços de simulações que constituíram verdadeiros laboratórios de inovação social, com diálogos abertos e horizontais entre as famílias agricultoras, técnicos de ATER e Desenvolvimento Rural Sustentável locais (ADRSL), a partir de uma leitura integradora, para a construção coletiva de saberes sobre a complexidade do manejo do solo e da água nos agroecossistemas de cada microrregião de cada família.

A participação do agricultor/a foi determinante para a sua interveniência na análise de sua realidade e na busca de alternativas apropriadas. Nesta lógica, o agricultor/a não foi um mero informante, mas um dos autores do diagnóstico. A coparticipação do agricultor/a no diagnóstico permitiu que ele analisasse e discutisse sobre os problemas de suas áreas de produção e a necessidade ou não de um resenho de seu agroecossistema. A participação da família agricultora propiciou recomendações de práticas mais apropriadas ao agroecossistema/NSGA, o que proporcionou simulações com maior grau de aproximação da realidade da família.



Agradecimentos

Às famílias agricultoras e parceiros institucionais, que contribuíram significativamente no codesenvolvimento das ações do presente estudo.

Bibliografia

ARAÚJO FILHO, José Coelho de; et al. Levantamento de reconhecimento de baixa e média intensidade dos solos do Estado de Pernambuco. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2000.

CARVALHO, M. G. F. de. **Estado da Paraíba - Classificação Geomorfológica**. João Pessoa: Editora Universitária, 1982.

CASALINHO, H. D.; LIMA, A. C. R.; MARTINS, S. R.; SILVA, L. M. S.; CARDOSO, I. M.; HENTZ, A. de M.; VERONA, L. A. F.; SCHWENGBER, J. E.; MARTINEZ, E. A.; CATIXTO, J. Construindo uma reflexão coletiva sobre a noção de sustentabilidade a partir de percepções de agroecologia e agricultura familiar. *Agricultura Familiar*, v. 11, p. 139-156, 2017.

COELHO, V. H. R. et al. Dinâmica do uso e ocupação do solo em uma bacia hidrográfica do Semiárido brasileiro. **Revista Brasileira da Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 18, n. 1, p. 64-72, 2014.

FAO. **Production: Livestock Primary**. 2020. Disponível em: [http://fenixservices.fao.org/faostat/static/bulkdownloads/Production_LivestockPrimary_E_All_Data_\(Normalized\).zip](http://fenixservices.fao.org/faostat/static/bulkdownloads/Production_LivestockPrimary_E_All_Data_(Normalized).zip)>. Acesso em: 14 nov. 2022

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. 2. ed. Porto Alegre: UFRGS, 2001. 652 p.

GONÇALVES JÚNIOR, O.; MARTES, A. C. B. Democracy, markets, and rural development: the case of Small goat-milk farmers in the brazilian northeast. **Economic sociology_the european electronic newsletter**, v. 16, p. 25-33, 2015.

IBGE. **Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA, Censo Agropecuário 2017 – Resultados Preliminares**. 2019.

LIRA, D. R.; ARAÚJO, M. S. B.; Sampaio, E. V. S. B.; Silva, H. A. Mapeamento e Quantificação da Cobertura Vegetal do Agreste Central de Pernambuco Utilizando o NDVI. **Revista Brasileira de Geografia Física, Recife**, v. 03, 157-162, 2010.

MANKINS, J. C. Technology Readiness Levels. A White Paper. April 6, 1995. Advanced Concepts Office. Office of Space Access and Technology. NASA. Disponível em: < http://www.artemisinnovation.com/images/TRL_White_Paper_2004-Edited.pdf>.



MARQUES, A. K.; MANCILLA, G. D.; FIGUEIREDO, A. M. R.; BONJOUR, S. C. de M. A caracterização ambiental da pequena propriedade rural de Lucas de Rio Verde, Mato Grosso. **Revista de Política Agrícola, Brasília, DF**, ano 18, n. 3, p. 70-84, 2009.

MASERA, O.; ASTIER, M.; LÓPEZ-RIDAURA, S. **Sustentabilidad y manejo de recursos naturales: el marco de evaluación MESMIS**. México: Mundi Prensa, 1999. 109 p.

OLIVEIRA, L. S. **Características e sustentabilidade de sistemas de produção de caprinos leiteiros no Nordeste do Brasil**. 2020. 159 f. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias e Veterinárias). Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP.

PARAÍBA, GOVERNO DO ESTADO. Secretaria de Educação. Universidade Federal da Paraíba. **Atlas Geográfico da Paraíba**. João Pessoa: Grafset, 1985.

PETERSEN, P et al. **LUME: método de análise econômico: ecológico de agroecossistemas**. 1. ed. -- Rio de Janeiro: AS.PTA - Agricultura Familiar e Agroecologia, 2021.

SA, M. A. C. de; SANTOS JUNIOR, J. de D. G. dos; FRANZ, C. A. B. **Manejo e conservação do solo e da água em sistema de plantio direto no Cerrado**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2009. (Embrapa Cerrados. Documentos, 258). 53 p.

SANTOS, E. J.; Moraes, F.; Galvão, M.J.T.G.; **Mapa Geológico do Alto Vale do Rio Moxotó**. CPRM.

SANTOS, J. C. P. dos; ARAÚJO FILHO, J. C. de (ed.). **Avaliação detalhada do potencial de terras para irrigação nas áreas de reassentamento de colonos do Projeto Jusante - área 3**, Glória, BA. Recife: Embrapa Solos - UEP/NE, 2008. 112p

SILVA, M. S. L. da; OLIVEIRA NETO, M. B. de; SILVA, A. F.; FERNANDES, F. E. P.; SOUZA, S. L. de; OLIVEIRA, L. S.; FELISBERTO, N. R. de O.; ARAUJO FILHO, J. C. de; PARAHYBA, R. da B. V.; SILVA, T. D. S. da; LIMA, L. M. J. M.; LIMA, R. A. **Práticas de manejo de solo e água para agroecossistemas de caprinos leiteiros do Semiárido do Nordeste brasileiro**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2022. 17 p. (Embrapa Solos. Comunicado técnico, 81). ODS.

TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEXEIRA, W. G. (ed.). **Manual de métodos de análise de solo**. 3. ed. rev. e amp. Brasília: Embrapa, 2017. 574 p.

VERDEJO, M. E. **Diagnóstico Rural Participativo: guia prático**. Brasília: Ministério do Desenvolvimento Agrário - Secretaria da Agricultura Familiar, 2006. 62 p

VERSYPLE, N. I; MACHADO, J; ANDRADE; J. da S. C. de O; WANDERLEY, R. A. Microrregião Pajeú: economia, clima e desenvolvimento da agricultura através de modelo digital do terreno. **Revista GEAMA**, Recife, v.1, n.1, março 2015.

ZONTA, J. H.; SOFIATTI, V.; COSTA, A. G. F.; SILVA, O. R. R. F.; BEZERRA, J. R. C.; SILVA, C. A. D. da; BELTRAO, N. E. de M.; ALVES, I.; CORDEIRO JUNIOR, A. F.;



CARTAXO, W. V.; RAMOS, E. N.; OLIVEIRA, M. C. DE; CUNHA, D. DA S.; MOTA, M. O. S. DA; SOARES, A. N.; BARBOSA, H.F.F. **Práticas de conservação de solo e água.** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2012. (Embrapa Algodão. Circular Técnica, 133).