

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP
CAMPUS DE JABOTICABAL**

**CARACTERÍSTICAS E SUSTENTABILIDADE DE SISTEMAS
DE PRODUÇÃO DE CAPRINOS LEITEIROS NO NORDESTE
DO BRASIL**

Leandro Silva Oliveira

Médico Veterinário

2020

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP
CAMPUS DE JABOTICABAL**

**CARACTERÍSTICAS E SUSTENTABILIDADE DE SISTEMAS
DE PRODUÇÃO DE CAPRINOS LEITEIROS NO NORDESTE
DO BRASIL**

Discente: Leandro Silva Oliveira

**Orientadora: Profa. Dra. Izabelle Auxiliadora Molina de Almeida
Teixeira**

Coorientador: Dr. Bruno Biagioli

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Campus Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Zootecnia.

O48c

Oliveira, Leandro Silva

Características e sustentabilidade de sistemas de produção de caprinos leiteiros no Nordeste do Brasil / Leandro Silva

Oliveira. -- Jaboticabal, 2020

159 p.: il., tabs., mapas

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal

Orientadora: Izabelle Auxiliadora Molina de Almeida Teixeira

Coorientador: Bruno Biagioli

1. Agricultura familiar. 2. Análise multivariada. 3. Sustentabilidade. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA TESE: CARACTERÍSTICAS E SUSTENTABILIDADE DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE CAPRINOS LEITEIROS NO NORDESTE DO BRASIL

AUTOR: LEANDRO SILVA OLIVEIRA

ORIENTADORA: IZABELLE AUXILIADORA MOLINA DE ALMEIDA TEIXEIRA

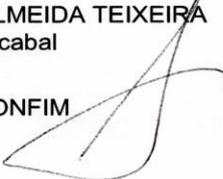
COORIENTADOR: BRUNO BIAGIOLI

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Doutor em ZOOTECNIA, pela Comissão Examinadora:

Profa. Dra. IZABELLE AUXILIADORA MOLINA DE ALMEIDA TEIXEIRA
Departamento de Zootecnia / FCAV / UNESP - Jaboticabal



Pesquisador Dr. MARCO AURÉLIO DELMONDES BONFIM
Embrapa Caprinos / Sobral/CE



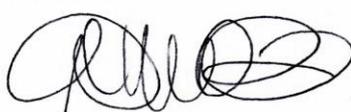
Prof. Dr. FERENC ISTVAN BÁNKUTI (VIDEOCONFERÊNCIA)
Departamento de Zootecnia / Universidade Estadual de Maringá - UEM



Prof. Dr. GESINALDO ATAÍDE CÂNDIDO (VIDEOCONFERÊNCIA)
Universidade Federal de Campina Grande-UFCG / Campina Grande/PB



Dra MÁRCIA HELENA MACHADO DA ROCHA FERNANDES
Departamento de Zootecnia / FCAV / UNESP - Jaboticabal



Jaboticabal, 05 de fevereiro de 2020

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Leandro Silva Oliveira, filho de Ademir Magalhães de Oliveira e Higina Maria Silva Oliveira (*in memoriam*), nasceu em 25 de dezembro 1981 na cidade de Feira de Santana, Bahia. Em 2001 ingressou no curso de graduação em Medicina Veterinária da Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), Ilhéus-BA. Durante a graduação, foi monitor da disciplina de Nutrição Animal, sob orientação do Prof. José Augusto Gomes de Azevedo, e bolsista de Iniciação Científica do então Prof. Luiz Gustavo Ribeiro Pereira, atualmente pesquisador da Embrapa Gado de Leite. Em 2006, concluiu a graduação em Medicina Veterinária, apresentando a monografia “Composição bromatológica, produção e cinética de fermentação ruminal de genótipos de amendoim forrageiro (*Arachis pintoï*)”. Em 2006, iniciou o Mestrado em Zootecnia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), Itapetinga/BA, sob orientação do Prof. Márcio dos Santos Pedreira, defendendo a dissertação “Caracterização nutricional da silagem do co-produto da extração do palmito de pupunha”, em março de 2008. Em novembro de 2006, ingressou na Embrapa Caprinos e Ovinos, na função de Analista, para atuar nas áreas de Transferência de Tecnologia e Pesquisa e Desenvolvimento. Em 2016 iniciou o Doutorado em Zootecnia na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Jaboticabal/SP, sob orientação da Profa. Dra. Izabelle Auxiliadora Molina de Almeida Teixeira. No período de 02 de agosto a 31 de novembro de 2019, realizou estágio de pesquisa no Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad da Universidad Nacional Autónoma de México, sob orientação do Dr. Carlos Gonzalez Esquivel.

“Doce Luz”

Doce Luz

Eu sinto seu cheiro de flor

Eu sei que você está aqui

Sua presença é de amor

Luz, olhar de esperança

Luz, das doces palavras

Luz, me dá confiança

Luz...

Luz que cuida de mim

Que acalma o meu coração

Me acolhe com seu abraço

Afasta a solidão

Luz que luta por mim

Que ampara e estende a mão

Que nunca duvida do amor

Quem em nome do sim

Não tem medo do não

Doce Luz

Eu sinto seu cheiro de flor

Eu sei que você está aqui

Sua presença é de amor

Doce Luz

Que nunca abandona um irmão

Conceda sua força de fé

Me guia, minha luz, pela escuridão

Se o fardo é pesado

Com amor tudo passa

Se a dor dilacera

Com amor tudo passa

Completo abandono

Com amor tudo passa

Se aperta a saudade

Com amor tudo passa

Se a porta se fecha

O amor escancara

Se há desespero, o amor leva calma

Se há solução, com amor você acha

Estou onde o amor estiver

Pois se tem amor, tudo passa

Doce Luz

Eu sinto seu cheiro de flor

Eu sei que você está aqui

Sua presença é de amor

Doce Luz

Que nunca abandona um irmão

Conceda sua força de fé

Me guia, minha luz, pela oração

Composição: Léo Passos e Chico Gomes

Dedico

À Luz que me guia e protege, o seu Amor transcende a sua ausência física e me inspira para seguir em frente. TE AMO minha mãe, Higina Maria Silva Oliveira (*In memoriam*).

À minha amiga Nívea Felisberto, que esteve comigo desde o início dessa travessia, me incentivou e aconselhou e colaborou decisivamente para a realização do Doutorado.

A toda a minha família, especialmente minha irmã Karina, e todos os meus amigos que me abraçaram nos momentos difíceis.

À minha companheira Cláudia Brandão, por todo carinho, à nossa nova família e à nossa bebê Lara, que iluminará as nossas vidas!

Agradecimentos

A Deus, sempre ao meu lado nas horas felizes e também nos momentos difíceis.

À Embrapa Caprinos e Ovinos, empresa pública, séria e comprometida com a caprino e ovinocultura brasileira, que trata os seus colaboradores de forma honesta, disponibilizando as melhores oportunidades e condições de trabalho, meu muitíssimo obrigado por conceder essa oportunidade de aperfeiçoamento. A todos colaboradores, representados pelo Chefe Geral Marco Aurélio Delmondes Bomfim, amigo e exemplo de profissional, e ao Núcleo Regional Nordeste, gerenciado por Antônio Egito, que apoiou e disponibilizou toda a infraestrutura necessária para a minha estância na Paraíba, durante a fase de campo, tabulação e análise de dados.

À minha amiga-irmã e parceira de trabalho Nívea Felisberto, que exerceu vários papéis durante o Doutorado – conselheira acadêmica, responsável por captar os recursos financeiros necessários para a pesquisa, parceira de campo, revisora da tese e, acima de tudo, minha amiga confidente e maior incentivadora, sendo testemunha de minha evolução acadêmica e pessoal.

Ao amigo Tiago Perdigão, pela amizade, atenção e colaboração na confecção dos mapas, e ao pequeno Antônio Felisberto Perdigão, amiguinho sempre amável.

Ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual Paulista, UNESP – campus de Jaboticabal e seus professores, pelos ensinamentos e pela oportunidade de realização do Doutorado.

À minha orientadora, Profa. Izabelle Auxiliadora M. de A. Teixeira, pela atenção, orientação e pelos conselhos, por aceitar o desafio de me orientar em outra área do conhecimento e por extrair o melhor de mim, proporcionando meu crescimento acadêmico e profissional.

Ao meu coorientador e amigo Bruno Biagioli, pela amizade, orientação, pelo aconselhamento e por estar sempre à disposição para colaborar em tudo que era solicitado.

Ao meu supervisor de estágio-sanduíche, Carlos Gonzalez Esquivel e toda equipe Laboratório de Agroecologia do Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad/UNAM, pela convivência e pelos ensinamentos.

Aos amigos do projeto SISCAPRI que participaram de várias etapas do projeto: Daniel Nogueira e Alineaurea Florentino da Embrapa Semiárido; Sônia Lopes, Manoel Neto, José Coelho e Roberto Parahyba da Embrapa Solos (UEP Recife); Agenor Trindade, Francisco Eden, Agenor Trindade, Rafael Tonucci, Thiago Mesquita e Zenildo Holanda da Embrapa Caprinos e Ovinos; e Marcelo Casimiro da UNILAB.

À Empresa Paraibana de Pesquisa, Extensão Rural e Regularização Fundiária – EMPAER, em especial Everaldo Cadena, Firmino Manoel, Karina Gaudêncio e Geneilson Evangelista, que cederam informações e realizaram as visitas e entrevistas no estado da Paraíba.

Ao Instituto de Pesquisas Agronômicas – IPA, em especial Marcelo Rabelo e Oscar Gomes, que colaboraram na articulação com os produtores e participaram das visitas e entrevistas no estado de Pernambuco.

Ao Centro Diocesano de Apoio ao Pequeno Produtor – CEDAPP, em especial à Elizabeth, Paulo, Eder e João Paulo, que colaboraram na articulação com os produtores e participaram das visitas e entrevistas no estado de Pernambuco.

A todos os produtores e caprinos leiteiros dos Estados da Paraíba e de Pernambuco, que concederam um pouquinho do corrido e exaustivo tempo de lida no campo para dar atenção à equipe do projeto em diferentes momentos.

À Profa. Mônica Tejo, que disponibilizou os bolsistas Luan Xavier e Neto Medeiros, aos quais também agradeço pela colaboração na preparação do banco de dados do trabalho.

Aos colegas da Embrapa Júlio Evaristo, Maíra Vergne, Neuza Helena, Rossana Pinheiro e Tânia Campêlo, sempre prestativos nos trâmites internos da Embrapa e colaboradores em consultas bibliográficas e formatação da tese.

Aos colegas Olivardo Facó e Ana Clara Cavalcante, supervisores imediatos ao longo do doutorado, que estavam sempre disponíveis em ajudar.

A Marcelo Gindri, parceiro de Doutorado do início até o fim, pela amizade, convivência, pelas conversas acadêmicas e pessoais e por toda a disponibilidade de ajudar.

Aos amigos do Grupo Cabritolândia: Marina Elizabeth, Raiza Silveira, Ana Rebeca, Anaiane Souza, Julián Vargas, Paola Rezende, Prof. Kléber Resende, a Dra. Márcia Helena, pela amizade, convivência e aprendizagem que tive com cada um de vocês.

A todos os colegas da pós-graduação em Zootecnia e de outros programas, pela convivência e aprendizagem durante todo o doutorado.

Aos amigos Andrés Chaparro e Mariele de Santi, pela amizade e convivência durante o último ano de Doutorado.

À minha companheira, Cláudia Brandão, que, por força do acaso, se entrelaçou em minha vida para formamos uma nova família – nós, a querida Livia e nossa futura filha Lara, que está por chegar, o meu melhor presente.

À minha irmã Karina, meu pai Ademir e sobrinha Yasmim, que compreendem a minha distância física de anos e sempre estão de braços abertos para me receber.

Ao meu primo-irmão Adriano, que sempre esteve ao meu lado, nos momentos alegres e difíceis, um amigo com quem posso contar sempre.

Aos meus familiares, em especial tio Zé, tia Ninha, Adelmo, Janaina e tia Edvânia Magalhães, Soleide, Artur, Jonilza, Karine, Gabi e Paulinho, madrinha Francisca e tio Fernando Fonseca, sempre solidários e preocupados comigo.

À família Brandão, em especial Livia, Dona Zélia e Seu Assis, que me acolheram com carinho na Paraíba.

Aos meus grandes amigos Fernando Henrique Albuquerque, Humberto Memória e Lucas Fonseca (primo), que, mesmo distantes, me ajudaram e foram fundamentais durante o Doutorado.

Aos queridos Vinicius Guimarães, Diego Cabral, Jobel Beserra, Eduardo Gomes, Elza Muniz e Marcelo Fernandes.

A todos que não foram lembrados neste momento (ato falho).

SUMÁRIO

RESUMO	iii
ABSTRACT	v
CAPÍTULO 1 - Considerações gerais	1
1. Introdução.....	1
2. Revisão de literatura	2
2.1 Caprinocultura leiteira no Brasil	2
2.2 Mudanças na caprinocultura leiteira do Nordeste	4
2.3 Tipologia de sistemas agrícolas.....	7
2.4 Avaliação de sustentabilidade	11
3. Estratégia de pesquisa	19
4. Referências.....	21
CAPÍTULO 2 - Tipologia de sistemas de produção de caprinos leiteiros em região semiárida do Brasil	30
1. Introdução.....	32
2. Material e métodos	33
2.1 Área de estudo	33
2.2 Coleta dos dados.....	35
2.3 Análise dos dados	36
3. Resultados.....	40
3.1 Grupo I.....	40
3.2 Grupo II.....	45
3.3 Grupo III	47
4. Discussão	50
4.1 Características sociais do núcleo familiar	50
4.2 Características das áreas e dos rebanhos das propriedades.....	52
4.3 Manejo alimentar, sanitário, reprodutivo e composição genética do rebanho caprino	56
4.4 Estrutura, produção de leite e comercialização da caprinocultura leiteira	59
5. Conclusões	61
6. Referências.....	63
CAPÍTULO 3 – Sustentabilidade de sistemas de produção de caprinos leiteiros em região semiárida do Brasil	71
1. Introdução.....	73

2. Material e Métodos	75
2.1 Metodologia empregada	75
2.2 Área de estudo	75
2.3 Seleção dos sistemas de produção	78
2.4 Caracterização dos sistemas de produção	79
2.5 Seleção dos indicadores.....	81
2.6 Mensuração dos indicadores	83
2.7 Valores de referência.....	84
2.8 Análises estatísticas e integração dos indicadores	88
3. Resultados e Discussão.....	90
3.1 Relação entre os indicadores de sustentabilidade e os sistemas de produção	90
3.2 Avaliação de sustentabilidade	94
4. Conclusões	113
5. Referências.....	115
CAPÍTULO 4 - Considerações finais	126
APÊNDICES	129
Apêndice A – Cidades das microrregiões da área de estudo	130
Apêndice B – Questionário utilizado	131
Apêndice C – Modelos de representação gráfica e de fluxogramas.....	142
Apêndice D – Tabelas matrizes	144
Apêndice E – Valores dos parâmetros de água e solo.....	145

CARACTERÍSTICAS E SUSTENTABILIDADE DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE CAPRINOS LEITEIROS NO NORDESTE DO BRASIL

RESUMO – Objetivou-se caracterizar a diversidade socioeconômica, produtiva e estrutural e avaliar a sustentabilidade nas dimensões econômica, social e ambiental de sistemas de produção de caprinos nas principais regiões produtoras de leite dos estados da Paraíba e de Pernambuco. Foram realizados dois estudos: 1 - Tipologia de sistemas de produção de caprinos leiteiros em região semiárida do Brasil e 2 - Sustentabilidade de sistemas de produção de caprinos leiteiros em região semiárida do Brasil. Os estudos foram realizados em área que abrange as microrregiões do Cariri Ocidental e Oriental da Paraíba, Pajeú, Sertão do Moxotó, Vale do Ipojuca e Vale do Ipanema de Pernambuco. No primeiro estudo, realizou-se a tipologia de 554 propriedades de caprinos leiteiros por meio de informações coletadas por entrevista semiestruturada. Os dados foram analisados pelas Análises de Correspondência Múltipla e de Agrupamento em sequência, que evidenciaram três grupos de propriedades: Grupo I com 212, o Grupo II com 152 e o Grupo III com 190 propriedades. O Grupo I teve tamanho intermediário de propriedade (32 ha), menor número de produtores proprietários (38,2%) e menores áreas de palma forrageira (46,7%), rebanhos de bovinos e aves e renda de outras atividades econômicas não agrícolas. O Grupo II teve o menor tamanho de propriedades (8,6 ha), com 62,5% dos produtores proprietários, menores efetivos de ruminantes e forte presença da área de palma forrageira. O Grupo III apresentou maiores tamanho de propriedade (35,5 ha), presença de bovinos e ovinos e produção diária de leite caprino. O programa governamental foi o principal comprador de leite caprino de todos os grupos. Os três grupos de propriedades apresentaram diversificação nos aspectos socioeconômicos, estruturais e produtivos, porém com características semelhantes na comercialização dos principais produtos da caprinocultura. No segundo estudo, avaliou-se a sustentabilidade nas dimensões ambiental, econômica e social de 18 sistemas de produção de caprinos leiteiros nos estados da Paraíba e de Pernambuco, pertencentes aos três grupos de propriedades identificados no primeiro estudo. Utilizou-se o Marco para Avaliação de Sistemas de Manejo dos Recursos Naturais Incorporando Indicadores de Sustentabilidade - MESMIS, que possibilitou a identificação de pontos críticos, e posteriormente a seleção de 22 indicadores classificados em sete atributos de sustentabilidade: produtividade, estabilidade, resiliência, confiança, adaptabilidade, equidade e autossuficiência. Os indicadores foram padronizados e apresentados em escala de 0 a 100%, interpretados em três faixas em função de ações necessárias para melhoria: 1 - não foram necessárias ações de melhorias (≥ 75 a 100%); 2 - são necessárias ações de melhoria de curto e médio prazos (≥ 50 a 75%) e 3 - são necessárias ações corretivas imediatas e representam estado crítico dos sistemas de produção ($< 50\%$). Independentemente dos grupos, a maioria dos indicadores ficou na faixa que necessita de ações de melhorias de curto a médio prazo. O indicador mercado para lácteos caprinos foi o mais crítico, ficando na faixa que necessita de ações corretivas imediatas. A avaliação de sustentabilidade por intermédio da MESMIS forneceu informações relevantes para os sistemas de produção de caprinos leiteiros, identificando pontos críticos que deverão ser melhorados para o alcance da sustentabilidade dentro dos parâmetros selecionados.

Palavras chave: agricultura familiar, análises multivariadas, indicadores de sustentabilidade, MESMIS, tipologia

CHARACTERISTICS AND SUSTAINABILITY OF DAIRY GOAT PRODUCTION SYSTEMS IN NORTHEAST BRAZIL

ABSTRACT – The present dissertation aimed to characterize the socioeconomic, productivity, and structural diversity by evaluating the sustainability in the economic, social, and environmental dimensions of dairy goat production systems in the main goat milk producing regions of Paraíba and Pernambuco states. Two studies were carried out: 1 - Typology of dairy goat production systems in semi-arid region of Brazil; and 2- Sustainability of dairy goat production systems in semi-arid region of Brazil. These studies were carried out in an area that encompasses the Paraíba's microregions of Cariri Ocidental and Cariri Oriental, and Pernambuco's microregions of Pajeú, Sertão do Moxotó, Vale do Ipojuca, and Vale de Ipanema. In the first study, a typology of 554 dairy goat farms was carried out through information collected by semi-structure interview. Data were analyzed by Multiple Correspondence Analysis (MCA) and Hierarchical Analysis (CA) in sequence, that showed three groups of farms: Group I had 212 farms, Group II had 152 farms, and Group III had 190 farms. Group I had intermediate farm size (32 ha), smallest frequency of farmers who own their own land (38.2%), smaller areas of spineless cacti plantation (46.7%), cattle and poultry herds, and income from other off-farm activities. Group II had the smallest farm size (8.6 ha), 62.5% of farmers who own their own land, smallest ruminant herds and greater areas of spineless cacti plantation. Group III had the largest farm size (35.5 ha), the largest presence of cattle and sheep, and the highest daily goat milk production. Government program was the main goat milk customer for all the three presented groups of farms. The three presented groups of farms had diverse socioeconomic, structural, and productive aspects, however, they had similar characteristics in the commercialization of the main goat products. In the second study, 18 dairy goat farms, from the three identified groups of farms from the first study, were evaluated for sustainability in the environmental, economic and social dimensions. The Framework for Evaluation of Natural Resource Management Systems Incorporating Sustainability Indicators (MESMIS) was used to identify critical points and later selection of 22 indicators, classified into seven sustainability attributes (productivity, stability, resilience, confidence, adaptability, equity, and self-sufficiency). The indicators were standardized in a scale from 0 to 100% and interpreted in three ranges according to actions needed to improve them. Range 1 - no improvement actions were required (≥ 75 to 100%), range 2 - short- and medium-term improvement actions (≥ 50 to 75%), and range 3 - immediate corrective actions are required and represent critical state of production systems ($< 50\%$). Goat dairy market indicator was most critical, keeping in the range requiring immediate corrective action. The sustainability assessment through MESMIS provided relevant information for dairy goat production systems, identifying critical points that should be improved to achieve sustainability within the selected parameters.

Keywords: household agriculture, multivariate analyzes, sustainability indicators, MESMIS, typology

CAPÍTULO 1 - Considerações gerais

1. Introdução

A caprinocultura leiteira no Brasil é uma alternativa eficaz para aumentar a renda de pequenos produtores, em especial na região Nordeste. Até a década de 1990, a maioria dos sistemas de produção de caprinos que produziam leite era de dupla aptidão, com foco prioritário na produção de carne e pele. Nessa época, o leite produzido destinava-se principalmente ao consumo familiar e mínima parte era comercializada em mercados da própria região (Souza Neto et al., 1987; Gonçalves Júnior, 2010). Entretanto, nas últimas duas décadas, especialmente após a implantação de programas governamentais e não governamentais socioproductivos, os sistemas de produção de caprinos evoluíram quanto a direcionamento produtivo, intensificação e grau de importância perante outras atividades realizadas concomitantemente, como a bovinocultura e a ovinocultura (Costa et al., 2010; Meneses, 2015; Sampaio et al., 2009). A intensificação seguiu claramente a especialização dos sistemas com prioridade em produção de leite, alterações no manejo alimentar com preferência de alimentos concentrados, incorporação de raças leiteiras especializadas no rebanho e instalações de infraestruturas específicas para a produção de leite, como a sala de ordenha (Costa et al., 2010; Dal Monte et al., 2010).

Diante do novo cenário da caprinocultura leiteira no Nordeste, em especial nos estados da Paraíba e de Pernambuco, que detém 50% da produção leiteira regional e 35% da nacional (IBGE, 2019), são necessários estudos que caracterizem a diversidade socioeconômica, produtiva e estrutural e avaliem a sustentabilidade dos atuais sistemas de produção de caprinos leiteiros, constituindo importantes instrumentos na orientação de políticas públicas, bem como no planejamento e nas ações de pesquisa e de extensão rural que visam ao desenvolvimento sustentável desses sistemas.

Para esse propósito, existem metodologias complementares, como a tipologia de sistemas agrários (Köbrich et al., 2003; Kostrowicki, 1977) e o método de avaliação de sustentabilidade MESMIS - *Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo*

Incorporando Indicadores de Sustentabilidad (Astier et al., 2012), que podem ser usadas para o conhecimento e a avaliação da sustentabilidade dos sistemas de produção.

Apesar da importância da caracterização por tipologias e da avaliação de sustentabilidade de sistemas de produção, identificando pontos positivos e negativos para posteriores ações de melhorias, estudos dessa natureza são escassos e até mesmo inexistentes para os sistemas de produção de caprinos leiteiros em região semiárida do Brasil. Um estudo sobre tipologia de sistemas de produção de caprinos leiteiro foi realizado na região do Cariri Paraibano a fim de traçar cinco perfis de sistemas de caprinos leiteiros (Costa et al., 2010) e outros na Paraíba (Costa et al., 2008; Guilherme et al., 2017) e no Ceará (Farias et al., 2014) para caracterizar sistemas diversificados de caprino, ovino e/ou bovino. Em relação à avaliação de sustentabilidade, não há registro de estudos com sistemas de caprinos leiteiros no Brasil. Portanto, a necessidade de caracterização e avaliação dos atuais sistemas de produção de caprinos leiteiros no Nordeste e a carência de informações científicas a respeito dos temas encorajam a realização de estudos sequenciais de tipologia e avaliação de sustentabilidade de sistemas de produção de caprinos leiteiros no Nordeste do Brasil.

Portanto, objetivou-se com o presente estudo caracterizar a diversidade socioeconômica, produtiva e estrutural e avaliar a sustentabilidade nas dimensões econômica, social e ambiental de sistemas de produção de caprinos leiteiros na principal região produtora de leite de cabra do Brasil.

2. Revisão de literatura

2.1 Caprinocultura leiteira no Brasil

A caprinocultura desempenha importante papel socioeconômico, é fonte de renda e de alimentos (carne e leite) e contribui largamente para a viabilidade de pequenos produtores em países em desenvolvimento como o Brasil (Baker e Souza Neto, 1989; Escareño et al., 2012), que é o maior produtor de leite caprino do continente Americano – 26 milhões de litros/ano (FAOSTAT, 2020; IBGE, 2019).

As regiões Nordeste e Sudeste são as duas principais produtoras de leite caprino, produzindo 70 e 24% da produção nacional, respectivamente, com valor de produção estimado em R\$ 57 milhões anuais, e envolvem diretamente 14.846 mil propriedades (IBGE, 2019). Entretanto, as duas regiões possuem distintas diferenças quanto às condições edafoclimáticas, aos modelos de sistemas de produção e à forma de comercialização do leite produzido das propriedades.

As propriedades do Sudeste localizam-se em regiões de clima de altitude subtropical e tropical montanhosas, com temperatura média anual entre 18 e 24°C e precipitação média anual superior a 1500 mm, enquanto as do Nordeste estão em regiões de clima tropical semiárido, com frequentes episódios de secas prolongadas, com temperatura média anual acima de 25°C e precipitação média anual inferior a 800 mm (Lobô et al., 2017).

O modelo de sistema de produção predominante da região Sudeste é o intensivo, que adota animais confinados durante todo ano, alimentados com dieta contendo alto teor de concentrado, e animais mais especializados para a produção de leite com produtividade média de 569 litros/cabra ordenhada/ano (Gonçalves et al., 2008; IBGE, 2019; Lopes et al., 2012; Santos Júnior et al., 2008). No Nordeste os sistemas de produção utilizam majoritariamente a pastagem nativa (Caatinga) no período chuvoso e a suplementação de concentrado e volumoso no período seco, em modelo semi-intensivo, além de animais menos especializados para produção de leite e produtividade média de 220 litros/cabra/ano (IBGE, 2019; Lôbo et al., 2017, Lopes et al., 2012).

A produção de leite caprino, na região Sudeste, é destinada às indústrias de laticínios para processamento de produtos lácteos e comercialização nas principais cidades da região ou ao beneficiamento no próprio local de produção de produtos sofisticados, prioritariamente queijos, buscando-se nichos de mercado específicos (Santos Júnior et al., 2008). No Nordeste, o principal destino da produção de leite caprino é o Programa de Aquisição de Alimentos, modalidade Leite – PAA Leite do governo federal em parceria com os estados, além da venda informal *in natura*, e em casos específicos, o beneficiamento de produtos lácteos para a comercialização local e eventualmente em grandes centros urbanos da região (Dal Monte, 2008; Gonçalves Júnior e Martes, 2015).

A região Nordeste pode ser considerada a mais importante bacia de produção de leite caprino do Brasil, localizada entre os estados da Paraíba e de Pernambuco, abrangendo as microrregiões do Cariri Ocidental e Oriental da Paraíba, Pajeú, Sertão do Moxotó, Vale do Ipojuca e Vale do Ipanema de Pernambuco, responsável por 7,4 milhões de litros/ano, que corresponde a 81% do leite total produzido nos dois estados e 28% da produção nacional (Tabela 1) (IBGE, 2019).

Tabela 1. Produção de leite caprino - Censo Agropecuário 2017

Local	Quantidade (mil litros)	Participação nacional	Participação Nordeste	Participação PB e PE
Brasil	26.100	100%	-	-
Nordeste	18.245	70%	100%	-
Paraíba e Pernambuco	9.064	35%	50%	100%
Bacia leiteira PB e PE ^a	7.374	28%	40%	81%

^a Bacia leiteira - microrregiões do Cariri Ocidental e Oriental da Paraíba, Pajeú, Sertão do Moxotó, Vale do Ipojuca e Vale do Ipanema de Pernambuco.

Fonte dos dados: IBGE (2019)

2.2 Mudanças na caprinocultura leiteira do Nordeste

A caprinocultura no Nordeste e, em especial, na principal bacia leiteira entre Paraíba e Pernambuco sempre esteve inserida em sistemas de produção diversificados, com a presença de outras atividades pecuárias (bovinos, ovinos, aves) e agrícolas (principalmente milho e feijão), a fim de responder a riscos econômicos e climáticos (longos períodos de estiagem). É considerada, portanto, uma “poupança”, em momentos específicos, para compra de insumo para outras atividades pecuárias e agrícolas, ou um fundo emergencial para a manutenção da família (Baker e Souza Neto, 1989; Costa et al., 2008; Neumaier, 1984), dada sua liquidez em mercados locais (feiras livres e venda para atravessadores e/ou marchantes).

Entre o final da década de 1980 e início dos anos 2000, a caprinocultura no Nordeste priorizava a produção de carne e pele, com a produção de leite relegada a segundo plano, servindo basicamente para o consumo familiar (Baker e Souza Neto, 1988; Gonçalves Júnior et al., 2010). Entretanto, no início do ano 2000, iniciativas socioprodutivas governamentais e não governamentais estaduais e, posteriormente, federais – programa Pacto Novo Cariri, criado em 2000 na Paraíba (Costa e Ferreira, 2010; Pereira et al., 2005), e o Programa de Aquisição de Alimentos, modalidade Leite

– PAA Leite do Governo Federal (Ministério da Cidadania, 2019) – impulsionaram a caprinocultura leiteira no Nordeste, particularmente nos estados da Paraíba, de Pernambuco e do Rio Grande do Norte, implantando-se um processo organizado de captação, beneficiamento e distribuição do leite caprino (Gonçalves Junior e Martes, 2015).

Essas mudanças nos sistemas de produção de caprinos são perceptíveis, observando os dados dos dois últimos Censos Agropecuários e os relatos de estudos que caracterizaram e prospectaram cenários em momentos distintos do ambiente produtivo nos estados da Paraíba e de Pernambuco, por exemplo:

- Estudos publicados no final da década de 1980 (Souza Neto et al., 1987; Baker e Souza Neto, 1989), avaliando propriedades de produção diversificadas que exploravam pecuária (bovino, caprino e ovino) e lavoura (milho, feijão e algodão) nos estados da Paraíba, de Pernambuco e do Rio Grande do Norte, constataram a não existência da exploração de caprinos leiteiros voltada para o mercado. Nesses sistemas, o leite e os queijos eram produzidos para atender o consumo da propriedade, e o pequeno e eventual excedente era comercializado em feiras locais ou em mercados das grandes cidades. Os caprinos desses sistemas não eram especializados na produção de leite, sendo encontrados basicamente animais das raças Anglo Nubiana e Bhuj ou seus mestiços. A média de produção de leite era de 0,8 litros por cabra/dia, com período de lactação de 134 dias, totalizando 107 litros por cabra por lactação. O único estado entre os três com laticínio para beneficiamento do leite caprino era Pernambuco, por meio da Companhia de Laticínios de Pernambuco - CILPE, entretanto, era um laticínio especializado em leite de vaca, sendo o leite de cabra incorporado ao primeiro;
- Na caracterização de 70 propriedades de caprinos leiteiros na região do Cariri da Paraíba, com o levantamento das informações realizado em 2006 (Costa et al., 2010), verificaram-se três níveis tecnológicos de produção de leite: alto, médio e baixo, separados segundo a eficiência técnica e econômica. O sistema de nível tecnológico alto foi predominante e representou 40% dos produtores pesquisados, caracterizado por produção de caprino exclusivamente voltada para a atividade leiteira. O estudo corroborou a importância da caprinocultura

inserida em sistemas diversificados, em que 20% dos produtores declararam que a atividade predominante era exclusivamente a caprinocultura leiteira e outros 49%, a integração da caprinocultura leiteira e lavoura;

- A produção e a venda de leite em âmbito nacional, segundo os dois últimos Censos Agropecuários (2006 e 2017), reduziram 26 e 25%, ao passo que, nos estados da Paraíba e de Pernambuco, no mesmo período, elevaram-se 27 e 16% e na venda de 10 e 64%, respectivamente (IBGE, 2006; 2018);
- Outro dado que comprova mudanças nos sistemas de produção de caprinos leiteiros orientados à especialização produtiva foi obtido por Baker e Souza Neto (1989), que registraram, nos anos 80, produção leiteira média de 89 e 174 litros/cabra/lactação, nos estados da Paraíba e de Pernambuco. O último Censo Agropecuário de 2017 (IBGE, 2019), porém, indicou que a produção leiteira no ano de 2017 foi de 283 e 368 litros/cabra/lactação nos mesmos estados, respectivamente, indicando aumento de 318% na Paraíba e 211% em Pernambuco, provavelmente devido às modificações nos sistemas, sobretudo nos aspectos nutricional e genético; e
- Em paralelo às transformações dos sistemas de produção de caprinos leiteiros no Nordeste, verificou-se a valorização da cultura da criação de caprinos em cidades produtoras, com a realização de eventos específicos para a caprinocultura leiteira, a exemplo da “Festa do Bode Rei” na Cidade de Cabaceiras/PB (Sales et al., 2014) e do “Laço de Bode” em Tuparetama/PE (Nunes, 2018), além dos diversos torneios leiteiros em várias cidades do Nordeste.

Apesar dos avanços nos sistemas de produção de caprinos leiteiros, nos estados da Paraíba e de Pernambuco, ainda existem diversos desafios dentro e fora da “porteira”, identificados em estudos recentes: manejo alimentar inadequado (Costa et al., 2008); baixa adoção de práticas de conservação de forragem (Costa et al., 2008, 2010); manejo sanitário inadequado; assistência técnica deficitária (Alencar et al., 2010; Riet-Correa et al., 2013); baixa qualidade (biológica e física) do leite produzido (Pereira et al., 2005), e acesso a diferentes canais de comercialização praticamente restrito ao mercado governamental.

Possíveis soluções para os diferentes desafios dos sistemas de produção de caprinos leiteiros da principal bacia produtiva do Brasil dependem de estudos que avaliem a diversidade e os aspectos ambientais, econômicos e sociais relativos ao desenvolvimento sustentável desses sistemas de produção.

2.3 Tipologia de sistemas agrícolas

Desde o início dos anos 50, expandiram-se estudos sobre classificação de sistemas agrícolas em todo mundo, a fim de colaborar com o desenvolvimento agrícola mundial. Entretanto, a maior parte desses estudos foi realizada com base em conhecimentos gerais e experiências dos respectivos autores, o que dificultou comparações entre esses para obtenção de propostas que auxiliassem na solução de problemas agrícolas e, conseqüentemente, no desenvolvimento do setor (Kostrowicki, 1977).

Para melhorar a compreensão e divulgação dos estudos dedicados à caracterização dos diversos sistemas agrários e, assim, colaborar decisivamente no desenvolvimento agrícola mundial, foi instituída a Comissão de Tipologia Agrícola da União Geográfica Internacional, durante o Congresso Geográfico Internacional em 1964, em Londres, com os objetivos de: 1 - estabelecer princípios comuns, critérios, métodos e técnicas de tipologia agrícola; 2 - iniciar, promover e coordenar estudos regionais sobre tipos agrícolas; e 3 - elaborar a classificação tipológica e regional da agricultura mundial. Além dos avanços obtidos pela Comissão, surgiram outros estudos que discutiram os critérios e métodos propostos para a tipologia agrícola, oferecendo novas soluções para aplicação em vários países. Com base em todos esses avanços técnicos e metodológicos, o conceito de tipologia agrícola foi aceito no final da década de 1960 e início de 1970 (Kostrowicki, 1977).

A tipologia agrícola vem atraindo a atenção de cientistas da área como ferramenta para diferenciar padrões em populações de sistemas de produção (Cortez-Arriola et al., 2015), especialmente na última década. Em consulta à base de periódicos *Scopus*, com o termo “Farm Typology” no período de 1984 a 2019, foram registradas 202 publicações, evidenciando relevante aumento na última década (Figura 1).

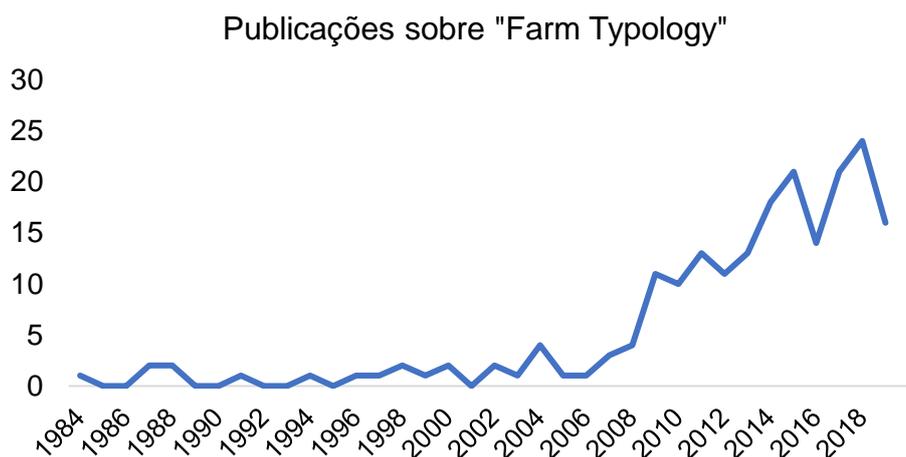


Figura 1. Publicações na base de periódicos Scopus com o termo “Farm Typology”, consultado em novembro de 2019. Fonte: Scopus (2019).

Segundo Landais (1998), o termo “tipologia” indica: 1 - a ciência de elaboração de “tipos”, que objetiva analisar realidades complexas e ordenar objetos que, embora diferentes, são de um tipo (os sistemas agrários, por exemplo); e 2 - o sistema de tipos resultantes destes procedimentos (a tipologia dos sistemas agrários de determinada região). Kuivanen et al. (2016a) relataram que programas de pesquisa que buscam o desenvolvimento sustentável da produção agrícola em determinado local devem considerar as oportunidades e limitações identificadas nas tipologias e adequar suas estratégias de desenvolvimento, intervenções e políticas de acordo com a diversidade dos sistemas encontrados.

A tipologia agrícola pode ter duas abordagens, a qualitativa e a quantitativa. A qualitativa é mais descritiva e baseia-se em avaliações subjetivas de especialistas com grande conhecimento dos problemas e da área em questão, possibilitando representação mais contextualizada da heterogeneidade entre os sistemas de produção em avaliação (Kostrowicki, 1977; Köbrich et al., 2003; Kuivanen et al., 2016b; Landais, 1998). A quantitativa, uma abordagem objetiva e reproduzível, baseia-se em análise rigorosa dos dados, por meio de procedimentos estatísticos, possibilitando a geração dos mesmos resultados, quando o mesmo método for aplicado aos mesmos dados, independentemente de quando e de quem coletará os dados (Köbrich et al., 2003; Kostrowicki, 1977; Kuivanen et al., 2016b). Há também estudos que utilizam as duas abordagens para estabelecer as tipologias, a fim de

usufruir das vantagens oferecidas em ambas e, conseqüentemente, melhorar a qualidade da tipologia (Kuivanen et al., 2016b).

Entre as técnicas estatísticas utilizadas para a construção de tipologias, as multivariadas são as mais frequentes, sendo possível analisar variáveis quantitativas e qualitativas conjuntamente (Todde et al., 2016). As técnicas mais empregadas são a Análise de Componentes Principais e Análise de Correspondência Múltipla, no intuito de reduzir grandes conjuntos de variáveis em conjuntos menores de componentes ou dimensões que resumem as informações contidas nos dados, e a Análise de Agrupamentos, para formação e grupos de objetos com base em um conjunto de características pré-definidas (Hair et al., 2009; Riveiro et al., 2013).

A Análise de Correspondência Múltipla é uma técnica de interdependência que tem se tornado cada vez mais popular para redução da dimensionalidade dos dados (Hair et al., 2009), possibilitando a análise conjunta de dados quantitativos e qualitativos e categorizando os primeiros (Abdi e Valentin, 2007). Atualmente vários estudos aliam essa técnica à Análise de Agrupamento para realização de tipologias de sistemas de produção (Blanco-Penedo et al., 2019; Robert et al., 2017; Rolesu et al., 2018).

Ao realizar tipologias quantitativas por meio de técnicas multivariadas, o processo de escolha das variáveis utilizadas na análise é uma etapa fundamental no processo de construção das tipologias, pois pode afetar o resultado final. O objetivo para o qual a tipologia é criada deverá impulsionar o processo de escolha das variáveis, devendo-se selecionar variáveis com impactos comprovados na diversidade estrutural das propriedades e incluir o conhecimento de especialistas locais no processo de identificação das variáveis (Pacini et al., 2014). As variáveis selecionadas devem basear-se em atributos internos dos sistemas de produção, e não em atributos externos, apesar destes últimos serem importantes para compreender melhor os tipos de sistemas de produção estabelecidos na análise. O conjunto de variáveis deve abranger características sociais, operacionais (técnicas), produtivas e estruturais (Kostrowicki, 1977).

É importante considerar a periodicidade na atualização das tipologias estabelecidas em estudos anteriores, pois condições socioeconômicas, ambientais e reguladoras e, conseqüentemente, as características dos sistemas de produção

mudam rapidamente, tornando as tipologias obsoletas ao longo do tempo (Landais et al., 1998). Segundo Kostrowicki (1977), as tipologias são como imagens estáticas, que representam a situação naquele momento, mas podem tornar-se dinâmicas quando realizadas periodicamente.

Vários estudos utilizaram a tipologia de sistema agrários por meio de técnicas de análises multivariadas para analisar diversos sistemas de produção de pequenos ruminantes em todo mundo, especialmente na Europa. Sistemas de caprinos leiteiros foram analisados na Espanha, França, Grécia e Itália (Castel et al., 2003, 2011; Gelasakis et al., 2017; Ruiz et al., 2008 e 2009; Usai et al., 2006) e sistemas de ovinos leiteiros, na Espanha e Grécia (Gelasakis et al., 2012; Milán et al., 2011; Riveiro et al., 2013; Toro-Mujica et al., 2012). Esses estudos coletaram dados qualitativos e quantitativos sobre aspectos socioeconômicos (idade e escolaridade do produtor, situação de posse da propriedade e recebimento de subsídio), infraestruturas (área da propriedade, área de pastagem, atividades pecuárias, equipamentos, e instalações), técnicos (composição genética, manejo nutricional, reprodutivo, sanitário e produção de leite do rebanho caprino).

No Brasil, foram realizados estudos sobre caracterização de sistemas de produção de caprinos leiteiros nas principais regiões produtoras, Nordeste e Sudeste, destacando-se o estudo de caracterização de 19 sistemas de caprinos dos municípios das regiões Centro-Serrana, Norte e Noroeste do estado do Rio de Janeiro e do município de Pedra Dourada, região da Zona da Mata de Minas Gerais (Santos Júnior et al., 2008), em que não se utilizaram técnicas multivariadas para classificar os sistemas, baseando-se somente na produção média diária de leite. Foi feito também um estudo sobre tipologia e caracterização de 70 sistemas de produção na região do Cariri Paraibano (Costa et al., 2010), no qual foram adotadas técnicas multivariadas (Análise de Agrupamentos e Análise Discriminatória Canônica) e estabelecidos cinco grupos de sistemas de produção de caprinos leiteiros.

Outros estudos de caracterização foram realizados na Paraíba (Costa et al., 2008; Guilherme et al., 2017) e no Ceará (Farias et al., 2014), em sistemas diversificados de caprino, ovino e/ou bovino, que necessariamente não realizavam a produção de leite caprino e não pertencia a uma região produtora, revelando a

escassez desse tipo de estudo com sistemas de produção de caprinos leiteiros nas principais regiões produtivas do Brasil, sobretudo na região Nordeste.

Dessa forma, a realização de novas tipologias nas principais regiões produtoras de leite caprino, como aquela localizada entre os estados da Paraíba e de Pernambuco, é necessária para possibilitar a geração de novos conhecimentos da atual situação dos sistemas de produção de caprinos leiteiros e, assim, buscar soluções através do apoio à fomentação de novas políticas públicas e novas tecnologias adaptadas a realidades dos sistemas de produção caracterizados.

2.4 Avaliação de sustentabilidade

É importante operacionalizar o conceito de sustentabilidade em sistemas de produção, haja vista a necessidade de se elevar a produtividade desses sistemas para atender à crescente demanda por alimentos (Thornton, 2010).

O primeiro e mais difundido conceito sobre sustentabilidade foi descrito em 1987 pela Comissão Brundtland, no documento “Nosso futuro comum” (*Our Common Future*), em que o conceito de sustentabilidade se baseia em “atender às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atender suas próprias necessidades” (Brundtland, 1987).

Essa definição para os sistemas de produção pode ser traduzida na capacidade de os sistemas serem produtivos por longos períodos, atendendo às perspectivas econômica, social e ambiental, ou seja, remunerando e satisfazendo as necessidades básicas e culturais e mantendo a qualidade sem prejudicar os recursos naturais (Yunlong e Smit, 1994). Conforme Pretty (2007), as preocupações com a sustentabilidade dos sistemas de produção concentram-se no desenvolvimento de tecnologias e práticas agrícolas, sem efeitos adversos no ambiente, que sejam acessíveis e eficazes para agricultores e melhorem a produtividade de alimentos, com efeitos colaterais positivos em bens e serviços ambientais.

Para operacionalizar o conceito de sustentabilidade em sistemas agrícolas, permitindo esclarecer e reforçar seus aspectos teóricos e formular recomendações técnicas e políticas que colaborarem no alcance de sistemas de produção sustentáveis, surgiram, especificamente nas últimas duas décadas, metodologias complexas de avaliação de sustentabilidade de sistemas agrícolas, pois envolvem

aspectos multidisciplinares (ambientais, econômicos e sociais), elementos culturais e de valor (Masera et al., 2008; Sala et al., 2015).

As metodologias e os sistemas de indicadores para avaliação de sustentabilidade agrícola variam quanto à finalidade, ao grau de participação de produtores, técnicos e demais partes interessadas (*stakeholders*), à escala espacial e temporal, aos componentes do sistema em avaliação e sua interação e ao conjunto de indicadores – esse último pode ser pré-estabelecido ou construído durante a aplicação da metodologia (Eichler Inwood et al., 2018). Entre as diversas metodologias, aquelas destinadas à agricultura familiar países em desenvolvimento (Shilomboleni, 2017), como a MESMIS - *Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo Incorporando Indicadores de Sustentabilidad*, norteiam a seleção de indicadores ambientais, sociais e econômicos específicos, com foco nas características importantes que orientam o desempenho dos sistemas de produção e o funcionamento e as possibilidades desses de maneira integrada (López-Ridaura et al., 2002).

Em meados de 1995, no México, surge a MESMIS com iniciativa da Fundação Rockefeller, que solicitou a elaboração de um método para avaliar a sustentabilidade dos projetos produtivos financiados por essa organização no México, objetivando responder a dois desafios: 1 - *Pequenos produtores podem responder às mudanças sociais e ecológicas através dos seus sistemas de produção?* 2 - *Esses agricultores são capazes de criar processos ecológicos funcionais e mutáveis que podem, ao mesmo tempo, reduzir a pobreza em suas comunidades?* Para este propósito, um grupo interdisciplinar e interinstitucional foi constituído com objetivo de traduzir os princípios gerais de sustentabilidade em definições operacionais, indicadores e práticas em contexto de sistemas de produção de pequenos produtores, com o qual foi aplicada a metodologia em cinco estudos de casos de agricultura, silvicultura e pecuária em diferentes regiões do México. Essa primeira fase foi frutífera e permitiu refinar teoricamente a metodologia, bem como encarar o desafio de torná-la aplicável a contextos ambientais e socioeconômicos contrastantes (Astier et al., 2012; López-Ridaura et al., 2002; Masera et al., 2008).

Desde as suas primeiras aplicações e até o presente momento, a MESMIS, com sua abordagem multidisciplinar, provou ser útil na avaliação da sustentabilidade

em diferentes sistemas de produção, sob condições biofísicas e socioeconômicas contrastantes (Speelman et al., 2007, 2008). Após sua concepção, foram desenvolvidos vários estudos sobre sustentabilidade na América Latina e na Europa, utilizaram a MESMIS em diferentes sistemas pecuários, agrícolas, bioenergéticos e diversificados. Foram avaliadas propriedades de caprinos e/ou ovinos (Nahed et al., 2006; Ripoll-Bosch et al., 2012) e bovinos (García et al., 2009), na Espanha; sistemas agrícolas de milho, no México (Dominguez-Hernandez et al., 2018); sistemas de soja, na Argentina (Ottmann et al., 2013); sistemas bioenergéticos, no México (Valdez-Vazquez et al., 2017) e no Brasil (Flores et al., 2018); sistemas de produção diversificados, como por exemplo o “chinampas”, no México (Merlín-Uribe et al., 2013); sistemas pecuários diversificados, na Espanha (Franco et al., 2012); sistemas animal e vegetal da região semiárida do Nordeste brasileiro; produção apícola (Felipe Neto et al., 2018); e cocoicultura (Alencar et al., 2018). Além da avaliação de sistemas de produção, a MESMIS foi aplicada para avaliar segurança alimentar e nutricional em aldeias, na Guatemala (Arnés et al., 2019), e mercados agroecológicos, na Colômbia (Chaparro-Africano, 2019).

Ao contrário de outras metodologias, a MESMIS é basicamente uma ferramenta de planejamento, visando à melhoria do sistema em direção à sustentabilidade, por intermédio de derivação, medição e monitoramento dos indicadores de sustentabilidade de maneira sistemática, participativa, interdisciplinar e flexível, adaptável a diferentes níveis de disponibilidade de dados e recursos técnicos e financeiros locais (López-Ridaura et al., 2002; Speelman et al., 2007).

A MESMIS está alicerçada em quatro premissas: 1 - a sustentabilidade é definida por sete atributos: produtividade, estabilidade, confiabilidade, resiliência, adaptabilidade, equidade e autossuficiência; 2 - as avaliações de sustentabilidade são válidas para um sistema específico em uma escala espacial e de tempo específicos; (3) a avaliação da sustentabilidade é um processo participativo que requer equipe multidisciplinar com participantes internos e externos ao sistema de produção; e (4) a sustentabilidade é avaliada a partir da comparação entre sistemas ao mesmo tempo (estudo transversal) ou ao longo do tempo (estudo longitudinal) (López-Ridaura et al., 2002).

Os atributos – características da sustentabilidade do sistema – são válidos em todas as dimensões da sustentabilidade (ambiental, econômica e social) e precisam ser determinados. Os atributos de produtividade, estabilidade, equidade e autossuficiência descrevem o funcionamento do próprio sistema, excluindo o impacto do seu ambiente externo. A produtividade é o rendimento do sistema em termos de serviços e bens, em determinado período; a estabilidade, a capacidade de o sistema manter o rendimento específico de bens e serviços em equilíbrio dinâmico e estável; a equidade, a capacidade de o sistema distribuir todos os custos e benefícios de maneira justa entre os participantes do sistema; e a autossuficiência, a capacidade de o sistema regular e controlar interações com sistemas periféricos e, ao mesmo tempo, manter seus próprios valores e identidades (Speelman et al., 2007).

Os atributos confiabilidade, resiliência e adaptabilidade representam a capacidade de o sistema permanecer, retornar ou encontrar novos estados de equilíbrio em ambiente de mudança. A confiabilidade é a capacidade de o sistema manter seu nível de entrega desejada próximo ao equilíbrio quando enfrenta perturbações normais em seu ambiente; a resiliência, a competência de o sistema retornar a um estado de equilíbrio estável após uma perturbação não estrutural; e a adaptabilidade, a habilidade de o sistema ajustar-se e encontrar novo estado de equilíbrio para mudança de longo prazo em seu ambiente (López-Ridaura et al., 2005; Speelman et al., 2007).

A estrutura operacional do processo de avaliação da MESMIS é cíclica e dividida em seis etapas, que iniciam pela definição de visão, contexto e objetivos do sistema em avaliação até as conclusões e recomendações, que, por sua vez, fornecem *feedback* às decisões gerenciais (López-Ridaura et al., 2002; Merlín-Uribe et al., 2013), conforme a Figura 2.

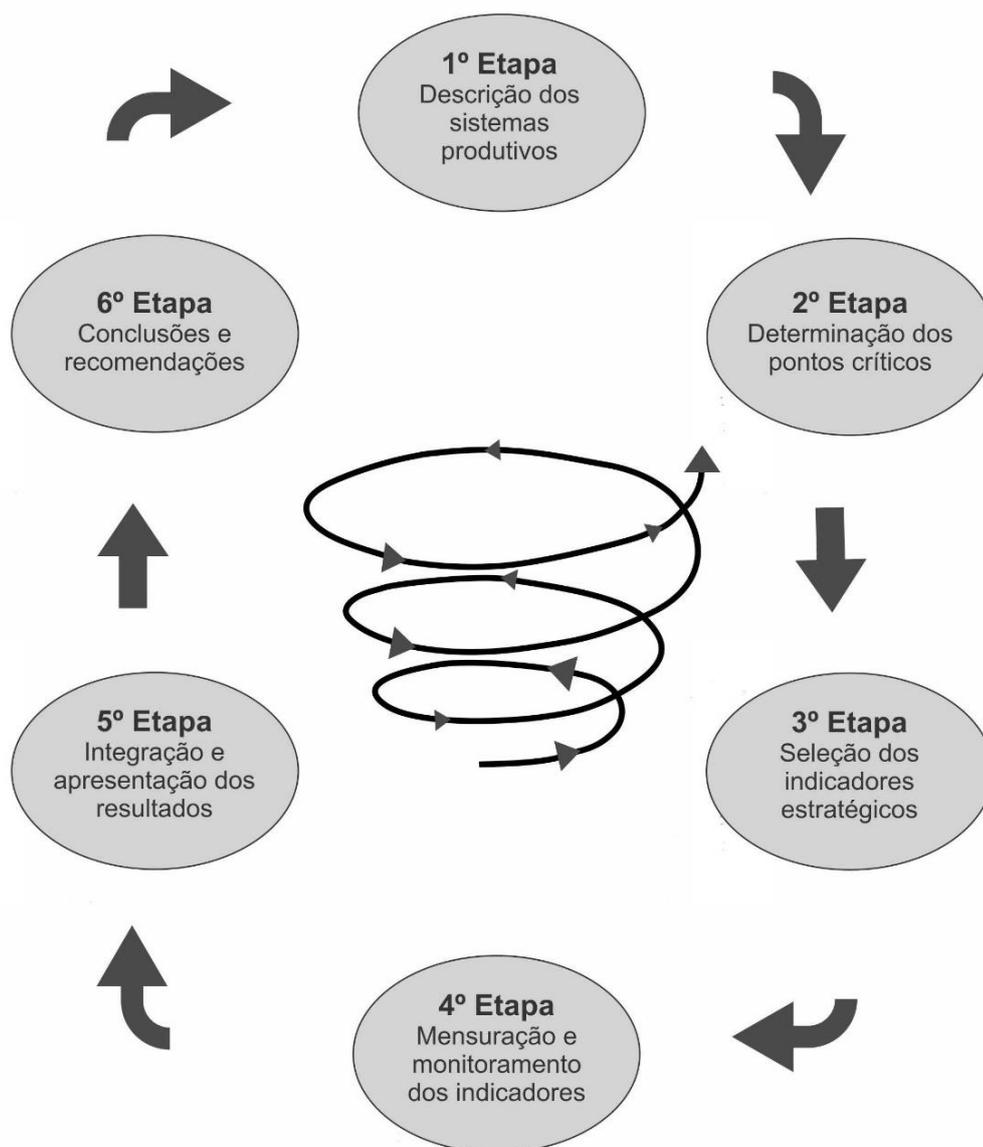


Figura 2. Etapas da MESMIS (adaptado de López-Ridaura et al., 2002).

Com base nos trabalhos de López-Ridaura et al. (2002), Masera et al. (2008), Ripoll-Bosch et al. (2012) e Speelman et al. (2007), são detalhadas as etapas da MESMIS:

- *Definição da visão, contexto e objetivos do sistema em avaliação* - Definição e descrição das características do sistema alvo no contexto social, econômico e ambiental em escala espacial, território de abrangência, e temporal, tempo de avaliação. O sistema em avaliação poderá ser um sistema tradicional e/ou alternativo de um determinado território pré-estabelecido. Na caracterização

poderão incluir: a descrição dos componentes biofísicos dos sistemas e suas interações; as entradas de insumos e saídas de produtos; e as características socioeconômicas dos produtores e como esses estão organizados. Nessa etapa, são comumente utilizados elementos visuais – desenhos esquemáticos dos sistemas, com seus componentes e fluxogramas;

- *Determinação dos pontos críticos do sistema* - Pontos críticos são aspectos econômicos, técnicos, sociais e ambientais que podem fortalecer (positivo) ou enfraquecer (negativo) os atributos produtividade, estabilidade, confiança, resiliência, equidade, adaptabilidade e autossuficiência. Uma forma de obtê-los é fazendo duas perguntas: 1 – *Em quais pontos os sistemas são mais vulneráveis ou apresentam problemas?* e 2 - *Quais são os pontos mais robustos?* Outra forma de obtenção dos pontos críticos é por meio da análise SWOT (*Strengths, Weaknesses, Opportunities e Threats*). Cada ponto crítico poderá ser relacionado a um ou mais atributos;
- *Seleção dos indicadores estratégicos* - A seleção dos indicadores inicia-se com a escolha dos critérios de diagnósticos, que são um nível mais detalhado que os atributos, porém mais gerais que os indicadores e servem como elos intermediários necessários entre atributos, pontos críticos e indicadores, além de possibilitarem uma avaliação mais efetiva e coerente da sustentabilidade. Por exemplo: um critério de diagnóstico poderá ser a “rentabilidade” e os seus indicadores, a “relação do custo marginal/benefício” e a “demanda de mão de obra”. Após a escolha dos critérios de diagnósticos, são escolhidos os indicadores que deverão contemplar os sete atributos e as três dimensões, ambiental, econômico e social. O processo de escolha dos indicadores consta na Figura 3;
- *Mensuração e monitoramento dos indicadores* - Os indicadores podem ser mensurados e monitorados de várias maneiras, preferencialmente por coleta de informações diretas por meio de entrevistas (*survey*) e coleta de material para análise, que permitem o monitoramento de fenômeno durante determinado tempo. Há também a utilização de revisões bibliográficas, análise de séries históricas e simulações;

- *Integração e sistematização dos resultados* – Nessa etapa, são definidos os valores de referências (ótimo e ruim) para cada indicador, utilizando-se referências na literatura ou valores específicos para a região em estudo. Posteriormente, utilizam-se procedimentos quantitativos, qualitativos e gráficos ou mistos para integrar os resultados. A principal técnica utilizada para a integração dos resultados e apresentação é o diagrama AMOEBA, pois proporciona uma integração fácil e abrangente do desempenho dos sistemas de produção analisados em relação ao “ótimo”, para os diferentes indicadores originários de diferentes dimensões;
- *Conclusões e recomendações* – Finaliza-se o primeiro ciclo de avaliação; analisam-se aspectos que impedem ou permitem que os sistemas sejam mais sustentáveis; analisa-se o processo de avaliação para identificar seus pontos fortes e fracos; e efetuam-se comparações entre os sistemas avaliados. Em geral, as recomendações para o fortalecimento dos sistemas são: modificação ou introdução de novas estratégias do sistema; redesenho do sistema com introdução de novos componentes; identificação de lacunas de conhecimento; e estabelecimento de prioridades de pesquisa e desenvolvimento na área. Nesta etapa, também é realizada a análise evolutiva do sistema após as intervenções propostas em cada ciclo nos estudos longitudinais.

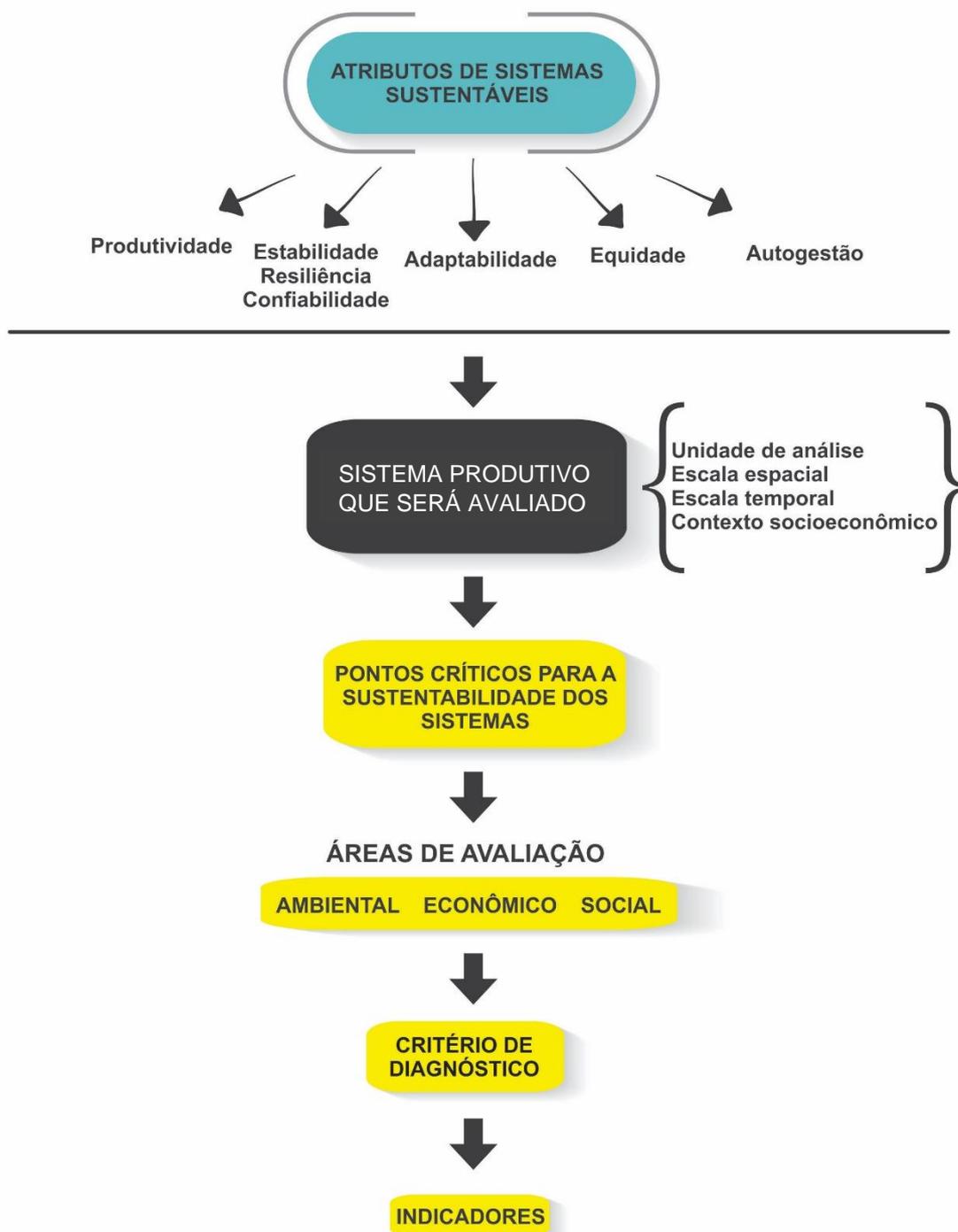


Figura 3. Processo de escolha dos indicadores de sustentabilidade (adaptado de López-Ridaura et al., 2002).

A avaliação de sustentabilidade de sistemas de produção de pequenos ruminantes possibilita identificar pontos de melhoria, descobrir aspectos divergentes entre as dimensões (ambiental, econômica e social) e apontar estratégias específicas na busca de soluções (Zaralis et al., 2017). Entretanto, são poucas as avaliações de sustentabilidade nesses sistemas, especialmente em caprinos leiteiros. Há registros, por exemplo, de avaliação em sistemas de caprinos leiteiros no sul da Espanha (Nahed et al., 2006); de ovinos leiteiros na região central da Espanha (Toro-Mujica et al., 2014); de ovinos no nordeste da Espanha (Ripoll-Bosch et al., 2012); e de pequenos ruminantes no Líbano (Srour et al., 2009). Na região Nordeste do Brasil, embora não tenham sido encontrados registros de avaliação de sustentabilidade em sistemas de caprinos, é necessária sua avaliação, pois passaram por modificações significativas nas últimas duas décadas. Esta avaliação pode identificar indicadores apropriados, pontos críticos e possíveis soluções para sistemas de produção de caprinos leiteiros mais sustentáveis.

3. Estratégia de pesquisa

Constata-se que os sistemas de produção de caprinos leiteiros dos estados da Paraíba e de Pernambuco, inseridos em sistemas diversificados com presença de outras atividades pecuárias e agrícolas, passaram por modificações importantes nas últimas três décadas, com tendência à intensificação, aumento de produtividade e de importância perante as outras atividades produtivas. Entretanto, esses sistemas devem superar significativos desafios produtivos e organizacionais para se tornarem mais sustentáveis e colaborarem no alcance deste objetivo. Estudos que retratem as principais características, peculiaridades e nível de sustentabilidade, por meio de indicadores apropriados, merecem atenção.

Assim, foram realizados dois estudos complementares que colaboram com a geração de conhecimento e a compreensão da diversidade e complexidade de sustentabilidade dos sistemas de produção de caprinos leiteiros na principal bacia leiteira caprina do Brasil:

"Tipologia de sistemas de produção de caprinos leiteiros em região semiárida do Brasil", realizado por meio de coleta de informações em sistemas de produção de

caprinos e analisado por técnicas multivariadas, Análise de Correspondência Múltipla e Análise de Agrupamentos, para caracterizar a diversidade das tipologias de produção de caprinos leiteiros na principal bacia leiteira de caprino; e

"Sustentabilidade de sistemas de produção de caprinos leiteiros em região semiárida do Brasil", realizado pela seleção de propriedades dentro dos grupos estabelecidos no primeiro estudo, com aplicação da metodologia MESMIS para identificação dos pontos críticos, seleção, mensuração e apresentação de indicadores de sustentabilidade, a fim de avaliar a sustentabilidade de sistemas de produção de leite caprino representativos dos perfis predominantes na bacia leiteira integrada localizada entre os estados da Paraíba e de Pernambuco, Nordeste do Brasil.

4. Referências

Abdi H, Valentin D (2007) Multiple correspondence analysis. In: Salkind NJ [ed.], **Encyclopedia of measurement and statistics**. Sage, Thousand Oaks, California, USA, p. 1-13.

Alencar ICW, Azevedo PV, Cândido GA (2018) Avaliação da Sustentabilidade dos Agroecossistemas Familiares que Produzem Coco-da-Baía em Monocultivo e Policultivo no Perímetro Irrigado das Várzeas de Sousa-PB. **Revista Brasileira de Geografia Física** 11:886-903

Alencar S, Mota R, Coelho MC., Nascimento S, Abreu S, Castro R (2010) Perfil sanitário dos rebanhos caprinos e ovinos no sertão de Pernambucano. **Ciência Animal Brasileira** 11:131 - 140. 10.5216/cab.v11i1.4051

Arnés E, Astier M, González OM, Díaz-Ambrona CGH (2019) Participatory evaluation of food and nutritional security through sustainability indicators in a highland peasant system in Guatemala, **Agroecology and Sustainable Food Systems** 43:5, 482-513. 10.1080/21683565.2018.1510871

Astier M, García-Barrios L, Galván-Miyoshi Y, González-Esquivel CE, Masera OR (2012) Assessing the sustainability of small farmer natural resource management systems. A critical analysis of the MESMIS program (1995-2010). **Ecology and Society** 17:1-25. dx.doi.org/10.5751/ES-04910-170325

Baker GA, Souza Neto J (1988) The rapid market assessment (RMA) of new products **Agribusiness** 4:467-473. doi.org/10.1002/1520-6297(198809)4:5<467::AID-AGR2720040506>3.0.CO;2-6

Baker GA, Souza Neto J (1989) Assessment of the potential of dual-purpose goats in northeast Brazil. **Small Ruminant Research** 2:97-105. doi.org/10.1016/0921-4488(89)90035-7

Blanco-Penedo I, Sjöström K, Jones P, Krieger M, Duval J, van Soest F, Sundrum A, Emanuelson U (2019) Structural characteristics of organic dairy farms in four European countries and their association with the implementation of animal health plans. **Agricultural Systems** 173:244-253. doi.org/10.1016/j.agsy.2019.03.008.

Bruntland G (Ed.) (1987) *Our Common Future: The World Commission on Environment and Development*, Oxford University Press, Oxford

Castel J, Mena Y, Ruiz F, Camúñez-Ruiz J, Sánchez-Rodríguez M (2011) Changes occurring in dairy goat production systems in less favoured areas of Spain. **Small Ruminant Research** 96:83-92. doi.org/10.1016/j.smallrumres.2011.01.002

Castel JM, Mena Y, Delgado-Pertíñez M, Camúñez J, Basulto J, Caravaca F, Guzmán-Guerrero J. L, Alcalde MJ (2003) Characterization of semi-extensive goat production systems in southern Spain. **Small Ruminant Research** 47:133-143. doi.org/10.1016/S0921-4488(02)00250-X

Chaparro-Africano AM (2019) Toward generating sustainability indicators for agroecological markets. **Agroecology and Sustainable Food Systems** 43(1): 40-66. doi.org/10.1080/21683565.2019.1566192.

Cortez-Arriola J, Rossing WAH, Massiotti RDA, Scholberg JMS, Groot JCJ, Tifton P (2015) Leverages for on-farm innovation from farm typologies? An illustration for family-based dairy farms in north-west Michoacán, Mexico. **Agricultural Systems** 135:66-76. doi.org/10.1016/j.agsy.2014.12.005.

Costa MS, Ferreira MRL (2010) Desenvolvimento local e participação popular: a experiência do Pacto do Novo Cariri. **Cadernos Gestão Pública e Cidadania** 15:1-20. dx.doi.org/10.12660/cgpc.v15n56.3201.

Costa RG, Almeida C, Pimenta Filho E, Holanda Junior E, Santos, N. (2008) Caracterização do sistema de produção caprino e ovino na região semi-árida do estado da Paraíba. Brasil. **Archivos de Zootecnia** 57:195-205

Costa RG, Dal Monte HLB, Pimenta Filho EC, Holanda Júnior EV, Cruz GRB, Menezes MPC (2010) Typology and characterization of goat milk production systems in the Cariris Paraibanos. **Revista Brasileira de Zootecnia** 39:656-666. dx.doi.org/10.1590/S1516-35982010000300027

Dal Monte HLB (2008) Gestão técnico-econômica da produção de leite de cabra nos cariris paraibanos. 211 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – UFPB, Areia.

Dal Monte HLB, Costa RG, Holanda Júnior EV, Pimenta Filho EC, Cruz GRB, Menezes, MPC (2010) Mensuração dos custos e avaliação de rendas em sistemas de produção de leite caprino nos Cariris Paraibanos. **Revista Brasileira de Zootecnia** 39:2535-2544. dx.doi.org/10.1590/S1516-35982010001100029

Dominguez-Hernandez ME, Zepeda-Bautista R, Valderrama-Bravo MC, Dominguez-Hernandez E, Hernandez-Aguilar C (2018) Sustainability assessment of traditional

maize (*Zea mays* L.) agroecosystem in Sierra Norte of Puebla, Mexico, Agroecology and Sustainable. **Food Systems** 42:383-406. 10.1080/21683565.2017.1382426

Eichler Inwood SE, López-Ridauro S, Kline KL, Gérard B, Monsalve AG, Govaerts B, Dale VH (2018) Assessing sustainability in agricultural landscapes: a review of approaches. **Environmental Reviews** 26:299–315. doi.org/10.1139/er-2017-0058

Escareño L, Salinas-Gonzalez H, Wurzinger M, Iniguez L, Soelkner J, Meza-Herrera C (2012) Dairy goat production systems. **Tropical Animal Health and Production** 45:17-34. doi.org/10.1007/s11250-012-0246-6

FAOSTAT (2020) Production: Livestock Primary. 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)>. Acessado em 26 fev. 2020.

Farias JLS, Araújo MRA, Lima AR, Alvez FSF, Oliveira LS, Souza HÁ (2014) Análise socioeconômica se produtores familiares de caprinos e ovinos no Semiárido Cearense, Brasil. **Archivos de Zootecnia** 63:13-24. 2014.

Felipe Neto CAL, Amaral XSA, Jaffé R, Sousa FAZ, Cândido GA (2018) Pontos críticos de agroecossistemas melíponas no semiárido norte-rio-grandense do Brasil. **Sociedade & Natureza** 30:110-131. doi.org/10.14393/SN-v30n1-2018-5

Flores JA Konrad O, Flores CR, Schroder NT (2018) Sustainability indicators for bioenergy generation from Amazon's non-woody native biomass sources. **Data in Brief** 21:1900-1908. doi.org/10.1016/j.dib.2018.11.022

Franco JA, Gaspar P, Mesias FJ (2012) Economic analysis of scenarios for the sustainability of extensive livestock farming in Spain under the CAP. **Ecological Economics** 74:120-129. doi.org/10.1016/j.ecolecon.2011.12.004

García PG, Díaz FJM, Sánchez ME, García FP (2009) Evaluación de la sostenibilidad en explotaciones de dehesa en función de su tamaño y orientación ganadera. **ITEA, información técnica económica agraria: revista de la Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario (AIDA)** 105:117-141.

Gelasakis AI, Rose G, Giannakou R, Valergakis GE, Theodoridis A., Fortomaris P., Arsenos G (2017) Typology and characteristics of dairy goat production systems in Greece. **Livestock Science** 197:22-29. doi.org/10.1016/j.livsci.2017.01.003

Gelasakis IA, Valergakis GE, Arsenos G, Banos G (2012) Description and typology of intensive Chios dairy sheep farms in Greece. **Journal Dairy Science** 95:3070-3079. doi.org/10.3168/jds.2011-4975

Gonçalves AL, Lana RDP, Vieira RAM, Henrique DS, Mancio AB, Pereira JC (2008) Avaliação de sistemas de produção de caprinos leiteiros na Região Sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Zootecnia* 37:366-376. doi.org/10.1590/S1516-35982008000200025.

Gonçalves Júnior O, Martes ACB (2015) Democracy, markets, and rural development: the case of Small goat-milk farmers in the brazilian northeast. **economic sociology_the european electronic newsletter** 16:25-33.

Gonçalves Junior, O (2010) **Da tradição ao mercado: construção social e caprinovinocultura no semi-árido**. 336 f. Tese (Doutorado em Administração Pública e Governo) – FGV, São Paulo.

Guilherme RF, Lima AMC, Alves JRA, Costa DF, Pinheiro RR, Alves FSF, Azevedo SS, Alves CJ (2017) Characterization and typology of sheep and goat production systems in the State of Paraíba, a semi-arid region of northeastern Brazil. **Semina: Ciências Agrárias** 38:2163-2178. dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2017v38n4p2163

Hair JF, Black WC, Babin BJ, Anderson RE (2009) **Multivariate data analysis**. New Jersey: Prencite Hall International.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2006) Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA, Censo Agropecuário 2006 - Segunda apuração. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/932>>. Acesso em 21 mar. 2019.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2019) Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA, Censo Agropecuário 2017 - Resultados Preliminares. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2017>>. Acesso em 15 fev. 2020.

Köbrich C, Rehman T, Khan M (2003) Typification of farming systems for constructing representative farm models: two illustrations of the application of multi-variate analyses in Chile and Pakistan. **Agricultural Systems** 76:141-157. doi.org/10.1016/S0308-521X(02)00013-6

Kostrowicki J (1977) Agricultural typology concept and method. **Agricultural Systems** 2:33-45. doi.org/10.1016/0308-521X(77)90015-4

Kuivanen KS, Alvarez S, Michalscheck M, Adjei-Nsiah S, Descheemaeker K, Mellon-Bedi S, Groot JCJ (2016a) Characterising the diversity of smallholder farming systems and their constraints and opportunities for innovation: A case study from the Northern Region, Ghana. **NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences** 78:153-166. doi.org/10.1016/j.njas.2016.04.003

Kuivanen KS, Michalscheck M, Descheemaeker K, Adjei-Nsiah S, Mellon-Bedi S, Groot, JCJ, Alvarez S (2016b) A comparison of statistical and participatory clustering of smallholder farming systems – A case study in Northern Ghana. **Journal of Rural Studies** 45, 184-198. doi.org/10.1016/j.jrurstud.2016.03.015

Landais E, (1998) Modelling farm diversity: new approaches to typology building in France. **Agricultural Systems** 58:505-527. doi.org/10.1016/S0308-521X(98)00065-1

Lôbo AMBO, Lôbo RNB, Facó O, Souza V, Alves AAC, Costa AC, Albuquerque MA M (2017) Characterization of milk production and composition of four exotic goat breeds in Brazil. **Small Ruminant Research** 153:9-16. doi.org/10.1016/j.smallrumres.2017.05.005

Lopes FB, Silva MCD, Miyagi ES, Fioravanti M, Facó O, Guimarães RF, OA Carvalho Júnior, McManus CM (2012) Spatialization of climate, physical and socioeconomic factors that affect the dairy goat production in Brazil and their impact on animal breeding decisions. **Pesquisa Veterinária Brasileira** 32:1073-1081. dx.doi.org/10.1590/S0100-736X2012001100001

López-Ridaura S, Keulen HV, Ittersum MK, Leffelaar PA (2005) Multiscale Methodological Framework to Derive Criteria and Indicators for Sustainability Evaluation of Peasant Natural Resource Management Systems. **Environment, Development and Sustainability** 7:51–69. doi.org/10.1007/s10668-003-6976-x

López-Ridaura S; Masera O Astier M (2002) Evaluating the sustainability of complex socio-environmental systems. The MESMIS framework. **Ecological Indicators** 2:135-148. doi.org/10.1016/S1470-160X(02)00043-2

Masera O, Astier M, López-Ridaura S, Galván-Miyoshi Y, Ortiz-Ávila T, García-Barrios LE, García-Barrios R, González C, Speelman, E (2008). El proyecto de evaluación de sustentabilidad MESMIS. In: Astier, M, Masera, O, Galván, Y (Coords.) **Evaluación de sustentabilidad. Un enfoque dinámico y multidimensional**. Valençã: Sociedad Española de Agricultura Ecológica (SEAE) / Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental (CIGA) / El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR) / Centro de Investigaciones en Ecosistemas (CIEco) / Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) / Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiaada A.C. (GIRA) / Mundi-

Prensa México, S.A. de C.V. / Fundación Instituto de Agricultura Ecológica y Sustentable, p. 13-24.

Meneses VF (2015) “Miunça” e Caprinocultura: Entrelaçamento de Lógicas Sociais da Pecuária Caprina e o PAA/Leite no Cariri Paraibano. **Raízes** 35:66-82.

Merlín-Uribe Y, González-Esquivel CE, Contreras-Hernández A, Zambrano L, Moreno-Casasola P, Astier M (2013) Environmental and socio-economic sustainability of chinampas (raised beds) in Xochimilco, Mexico City, International **Journal of Agricultural Sustainability** 11:216-233. 10.1080/14735903.2012.726128

Milán MJ, Caja G, González-González R, Fernández-Pérez AM, Such X (2011) Structure and performance of Awassi and Assaf dairy sheep farms in northwestern Spain. **Journal of Dairy Science** 94:771-784. doi.org/10.3168/jds.2010-3520

Ministério da Cidadania (2019). Secretaria Especial de Desenvolvimento Social/PAA Leite. Disponível em: < <http://mds.gov.br/acesso-a-informacao/mds-para-voce/carta-de-servicos/gestor/alimentacao-e-acesso-a-agua/paa-leite>>. Acessado em: 26 nov. 2019.

Nahed J, Castel JM, Mena Y, Caravaca F (2006) Appraisal of the sustainability of dairy goat systems in Southern Spain according to their degree of intensification. **Livestock Science** 101:10-23. doi.org/10.1016/j.livprodsci.2005.08.018

Neumaier M (1984) **The social organization of peasant goat production in northeast Brazil**. 133 f. Thesis (Master of Science) - University of Missouri, Columbia.

Nunes AMB (2018) A (re)pecuarização do semiárido nordestino: manifestações culturais e reabilitação simbólica do rural no Pajeú (PE). **Raízes** 38:129-144

Ottmann GS, Renzi DG, Miretti A, Spiaggi E (2013) Sustainability of Production Practices from an Agro-Ecological Perspective in Two Farms, Santa Fe Province, Argentina, **Agroecology and Sustainable Food Systems** 37: 430-443. 10.1080/10440046.2012.712940

Pacini G, Colucci D, Baudron F, Righi E, Corbeels M, Tifton P, Stefanini F (2014) Combining multi-dimensional scaling and cluster analysis to describe the diversity of rural households. **Experimental agriculture** 50:376-397. 10.1017/s0014479713000495

Pereira RÂG, Queiroga RCRE, Vianna RPT, Oliveira MEG (2005) Qualidade química e física do leite de cabra distribuído no Programa Social "Pacto Novo Cariri" no Estado da Paraíba. **Revista do Instituto Adolfo Lutz** 64:205-211

Pretty J (2007) Agricultural sustainability: concepts, principles and evidence. **Philosophical Transactions of The Royal Society B** 363:447-465. doi.org/10.1098/rstb.2007.2163

Riet-Correa B, Simões SVD, Pereira Filho JM, Azevedo SS, Melo DB, Batista JA, Miranda Neto EG, Riet-Correa F (2013) Sistemas de produção de caprinocultura leiteira no semiárido paraibano: caracterização, principais limitantes e avaliação de estratégias de intervenção. **Pesquisa Veterinária Brasileira** 33:345-352. dx.doi.org/10.1590/S0100-736X2013000300012

Ripoll-Bosch R; Díez-Unquera B, Ruiz R, Villalba D, Molina E, Joy M, Olaizola A, Bernués A (2012) An integrated sustainability assessment of mediterranean sheep farms with different degrees of intensification. **Agricultural Systems** 105:46-56. doi.org/10.1016/j.agsy.2011.10.003

Riveiro JA, Mantecón AR, Álvarez CJ, Lavín, P (2013) A typological characterization of dairy Assaf breed sheep farms at NW of Spain based on structural factor. **Agricultural Systems** 120:27-37. doi.org/10.1016/j.agsy.2013.05.004

Robert M, Thomas A, Sekhar M, Badiger S, Ruiz L, Willaume M, Leenhardt D, Bergez JE (2017) Farm Typology in the Berambadi Watershed (India): Farming Systems Are Determined by Farm Size and Access to Groundwater. **Water** 9: 1-21. doi.org/10.3390/w9010051

Rolesu S, Loi F, Cappai S, Coccollone A, Cataldi M, Usala P, Podda A, Deliperi S, Oppia P, Natale A, Laddomada A, Contu M (2018) Description and typology of dairy sheep farm management profiles in Sardinia. **Small Ruminant Research** 164:39–47. doi.org/10.1016/j.smallrumres.2018.04.013

Ruiz FA, Castel JM, Mena Y, Camunez J, Gonzalez-Redondo P (2008) Application of the technico-economic analysis for characterizing, making diagnoses and improving pastoral dairy goat systems in Andalusia (Spain). **Small Ruminant Research** 77:208-220. doi.org/10.1016/j.smallrumres.2008.03.007

Ruiz FA, Mena Y, Castel JM, Guinamard C, Bossis N, Caramelle-Holtz E, Contu M, Sitzia M, Fois N (2009) Dairy goat grazing systems in Mediterranean regions: a comparative analysis in Spain, France and Italy. **Small Ruminant Research** 85:42-49. doi.org/10.1016/j.smallrumres.2009.07.003

Sala S, Ciuffo B, Nijkamp P (2015) A systemic framework for sustainability assessment. **Ecological Economics** 199:314-325. doi.org/10.1016/j.ecolecon.2015.09.015

Sales JS, Brasileiro MDS, Medina JCC (2014) La cultura del macho cabrío (bode) y el desarrollo local. La invención de Cabaceiras (Brasil) como ciudad turística. **Estudios y perspectivas en turismo** 23:396-415.

Sampaio B, Sampaio Y, Lima RC, Aires A, Sampaio G (2009) A Economia da Caprinocultura em Pernambuco: Problemas e Perspectivas. **Revista de Economia** 35:137-159. dx.doi.org/10.5380/re.v35i2.17207

Santos Júnior E, Vieira, RAM, Henrique DS, Fernandes AM (2008) Characteristics of the dairy goat primary sector at the Rio de Janeiro State, Brazil. **Revista Brasileira de Zootecnia** 37:773-781. dx.doi.org/10.1590/S1516-35982008000400025

Scopus (2019) Document search, Search: "Farm Typology", Published: All years to 2019. Disponível em: <<https://www.scopus.com/search/form.uri?zone=TopNavBar&origin=null&display=basic>>. Acessado em: 29 nov. 2019.

Shilomboleni H (2017) A sustainability assessment framework for the African green revolution and food sovereignty models in southern Africa. **Cogent Food & Agriculture** 3:1-17. doi.org/10.1080/23311932.2017.1328150

Souza Neto J, Baker G, Mesquita RCM (1987) Características gerais da produção de caprinos leiteiros no Nordeste do Brasil. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia** 16:481-491

Speelman EN, Astier M, Galván-Miyoshi, Y (2008) Sistematización y análisis de las experiencias de evaluación con el marco MESMIS: lecciones para el futuro. In: Astier, M, Masera, O, Galván, Y (Coords.) **Evaluación de sustentabilidad. Un enfoque dinámico y multidimensional**. Valença: Sociedad Española de Agricultura Ecológica (SEAE) / Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental (CIGA) / El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR) / Centro de Investigaciones en Ecosistemas (CIEco) / Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) / Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropriada A.C. (GIRA) / Mundi-Prensa México, S.A. de C.V. / Fundación Instituto de Agricultura Ecológica y Sustentable, p.25-40.

Speelman EN, López-Ridaura S, Colomer NA, Astier M, Masera OR (2007) Ten years of sustainability evaluation using the MESMIS framework: Lessons learned from its

application in 28 Latin American case studies. **International Journal of Sustainable Development & World Ecology** 14:345-361, 10.1080/13504500709469735

Srour G, Marie M, Abi Saab S (2009). Evaluation de la durabilité des élevages de petits ruminants au Liban. **Options Méditerranéennes Série A**, **91**. p.21-35.

Thornton PK (2010) Livestock production: recent trends, future prospects. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 365 2853-2867. 10.1098/rstb.2010.0134

Todde G, Murgia LCM, Pazzona A (2016) A multivariate statistical analysis approach to characterize mechanization, structural and energy profile in Italian dairy farms. **Energy Reports** 2:29-134. dx.doi.org/10.1016/j.egy.2016.05.00

Toro-Mujica P, García A, Perea J, de Pablos-Heredero C, Barba C, Angón E (2014). A sustainability assessment of organic dairy sheep systems in Castilla La Mancha (Spain). **Revista Científica** 24: 553-562.

Toro-Mujica, P, García A, Gómez-Castro A, Perea J, Rodríguez-Estévez V, Angón E, Barba C (2012) Organic dairy sheep farms in south-central Spain: Typologies according to livestock management and economic variables. **Small Ruminant Research** 104:28-36. doi.org/10.1016/j.smallrumres.2011.11.005

Usai MG, Casu S, Molle G, Decandia M, Ligios S, Carta A (2006) Using cluster analysis to characterize the goat farming system in Sardinia. **Livestock Science** 104:63-76. doi.org/10.1016/j.livsci.2006.03.013

Valdez-Vazquez I, Gastelum CRS, Escalante AE (2017) Proposal for a sustainability evaluation framework for bioenergy production systems using the MESMIS methodology. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 68:360-369. doi.org/10.1016/j.rser.2016.09.136

Yunlong C, Smit B (1994) Sustainability in agriculture: a general review. **Agriculture, Ecosystems & Environment** 49:299-307. doi.org/10.1016/0167-8809(94)90059-0

Zaralis K, Smith L, Belanche A, Morin E, Mullender S, Martín-García I, Yañez-Ruiz D (2017). Developing an Assessment Tool to Evaluate the Sustainability of Sheep and Goat Farming Systems in Europe. **HAICTA**. p.633-641.

CAPÍTULO 2 - Tipologia de sistemas de produção de caprinos leiteiros em região semiárida do Brasil

RESUMO – Objetivou-se caracterizar a diversidade socioeconômica, produtiva e estrutural de sistemas de produção de caprinos leiteiros de 334 propriedades do estado da Paraíba e 220 propriedades do estado de Pernambuco. As Análises de Correspondência Múltipla e de Agrupamento foram realizadas em sequência para se estabelecer a tipologia. Foram analisadas 22 variáveis (qualitativa e quantitativa) na Análise de Correspondência Múltipla, e posteriormente retidas as três primeiras dimensões (coordenadas) para a Análise de Agrupamento, que gerou três grupos de propriedades: Grupo I com 212 (38,3% da amostra), Grupo II com 152 (27,4% da amostra) e Grupo III com 190 (34,3% da amostra). As diferenças entre os grupos para as médias foram avaliadas pelo teste Kruskal-Wallis e as frequências, pelo teste qui-quadrado ou teste Fisher. O Grupo I teve tamanho intermediário de propriedade (32 ha), menor número de produtores proprietários de terra (38,2%) e menores frequências de área de palma forrageira destinada à alimentação de bovinos e aves (46,7%). O Grupo II teve o menor tamanho de propriedades (8,6 ha), com 62,5% dos produtores proprietários da terra, menores efetivos de ruminantes e forte presença da área de palma forrageira. O Grupo III teve o maior tamanho de propriedade (35,5 ha), maiores frequências de bovinos e ovinos e maior produção diária de leite caprino. O programa governamental foi o principal mercado comprador do leite caprino de todos os grupos. Os três grupos de propriedades apresentaram diversificação nos aspectos socioeconômicos, estruturais e produtivos, porém com características semelhantes na comercialização dos principais produtos da caprinocultura. A tipologia forneceu informações úteis para melhor compreender e apoiar formulações de ações de intervenções apropriadas a cada tipo de sistema de produção de caprino leiteiro identificado e possibilitar a seleção de propriedades representativas para realização de análises mais detalhadas ao longo do tempo.

Palavras chaves: análise de agrupamento, análise de correspondência múltipla, caprinocultura, cabra, caracterização

CHAPTER 2 – Typology of dairy goat production systems in semi-arid region of Brazil

ABSTRACT – Data of socioeconomic, productive and structural diversity of dairy goat production systems were collected from 334 farms at Paraíba state and 220 farms at Pernambuco state through direct interview (face to face) with questionnaire. The Multiple Correspondence Analysis (MCA) and Cluster Analysis were performed in sequence to establish the typology of the farms. We analyzed 22 variables (qualitative and quantitative) in the MCA, and then retained the first three dimensions (coordinates) for the Cluster Analysis, that generated three farm groups: Group I had 212 farms (38.3% of the sample), Group II with 152 farms (27.4% of the sample) and Group III had 190 farms (34.3% of the sample). The differences between groups from the means were assessed by the Kruskal-Wallis test and the frequencies by chi-square test or Fisher's test. Group I had intermediate farm size (32 ha), few farmers had their own land (38.2%), low presence of palm area (46.7%), cattle and poultry herds, and income from other off-farm economic activities. Group II had the smallest farm size (8.6 ha), 62.5% of farmers who own their own land, small ruminant herds, and strong presence of palm area. Group III had the largest farm size (35.5 ha), high cattle and sheep frequencies, and the highest daily goat milk production. The government program was the main goat milk customer of all groups. The three groups of farms presented diverse socioeconomic, structural, and productive aspects, however, they had similar characteristics in the commercialization of the main goat products. The typology provides useful information to better understand and support the appropriate action formulations for each type of goat milk production system identified and will enable the selection of representative properties for faster analysis over time.

Keywords: cluster analysis, multiple correspondence analysis, milk, goat, characterisation

1. Introdução

O Brasil produz cerca de 26 milhões de litros de leite caprino/ano em 15.720 propriedades, sendo a região Nordeste responsável por 70% dessa produção, realizada em 13.053 propriedades. Os principais estados produtores de leite de cabra nesta região são Paraíba e Pernambuco, que juntos detêm 50% da produção do Nordeste e 35% do país (IBGE, 2019).

As microrregiões Cariri Ocidental e Cariri Oriental, na Paraíba, e Pajeú, Sertão do Moxotó, Vale do Ipojuca e Vale do Ipanema, em Pernambuco, constituem importante bacia de produção de leite caprino nacional, responsável por 7,4 milhões de litros de leite caprino/ano, 81% do total da produção da Paraíba e de Pernambuco, sendo vendidos 77% dessa produção, o que gera renda anual de R\$ 10,4 milhões (IBGE, 2019).

Iniciativas governamentais e não governamentais socioprodutivas implementadas entre o final dos anos 1990 e início dos anos 2000 impactaram positivamente a caprinocultura leiteira do Nordeste brasileiro, promovendo um organizado processo de captação, beneficiamento e distribuição do leite, que estruturou a caprinocultura leiteira nessa região a um patamar além do consumo familiar ou do entorno, voltada a um mercado mais estruturado (Gonçalves Júnior, 2010).

Atrelada a essas mudanças, sistemas de produção da região semiárida dos estados da Paraíba e de Pernambuco, que exploravam diversas atividades agrícolas e pecuárias, sem priorizar a exploração comercial da caprinocultura leiteira, passaram a explorá-la e comercializar o leite e seus derivados, o que acarretou mudanças significativas nos sistemas de produção de caprinos leiteiros (Meneses, 2015; Sampaio et al., 2009, Souza Neto et al., 1987). Portanto, fazem-se necessários estudos que possibilitem o conhecimento da nova realidade produtiva, revelando a diversidade desses sistemas de produção em aspectos socioeconômicos, produtivos e estruturais, visando à identificação de pontos fortes e fracos para apoiar o desenvolvimento de estratégias de melhoria.

Uma das ferramentas de estudo de sistemas de produção que possibilita a geração de informações é a tipologia de sistemas de produção, a qual tem atraído a

atenção de cientistas da área para distinguir padrões em conjunto de sistemas de produção (Cortez-Arriola et al., 2015), possibilitando classificar em grupos de sistemas de produção com alta heterogeneidade entre si, porém com alta homogeneidade dentro de cada grupo estabelecido (Köbrich et al., 2003). A identificação de diversidades entre sistemas de produção por meio de tipologias permite conhecer e compreender a realidade desses e colaborar para o desenvolvimento de políticas sólidas e de tecnologias adaptadas à realidade dos diferentes sistemas de produção existentes (Haileslassie et al., 2016; Kostrowicki, 1977; Pacini et al., 2014).

Objetivou-se com esta pesquisa caracterizar a diversidade socioeconômica, produtiva e estrutural dos sistemas de produção caprinos leiteiros na principal bacia leiteira de caprino da região Nordeste do Brasil, através do estabelecimento de tipologias.

2. Material e métodos

2.1 Área de estudo

Este estudo foi realizado na principal bacia de produção de leite caprino do Nordeste brasileiro, localizado nos estados da Paraíba e de Pernambuco, abrangendo as microrregiões dos Cariris Ocidental e Oriental Paraibanos, Pajeú, Sertão do Moxotó e Vales do Ipojuca e Ipanema Pernambucanos, totalizando área de 17.473 km² (Figura 1/Apêndice A). Essas microrregiões detêm 85 e 76% da produção de leite caprino dos respectivos estados (IBGE, 2019) e possuem 14 usinas instaladas que fazem o beneficiamento do leite caprino.

Com base na classificação de Köppen (Alvares et al., 2013), o clima das microrregiões dos Cariris paraibanos e dos Sertões pernambucanos (Pajeú e Sertão do Moxotó), é BSh, semiárido seco, com pluviosidade média anual entre 400 e 500 mm e temperatura média anual entre 22 e 24°C. Nas microrregiões do Vale do Ipanema e do Ipojuca, região Agreste pernambucana, a classificação é As, tropical, com chuvas de inverno, pluviosidade média anual de 700 mm e temperatura média anual de 20 a 22°C.

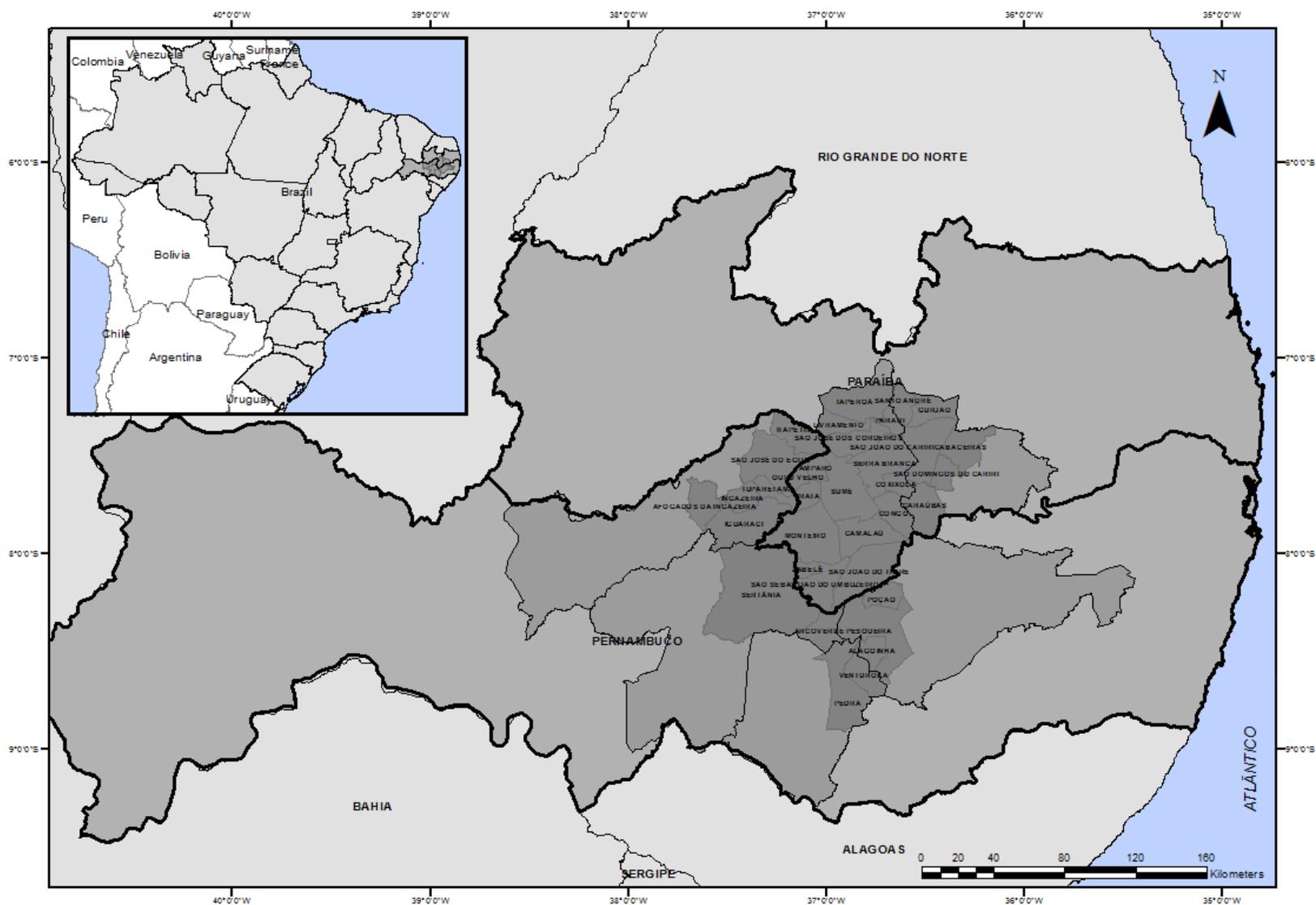


Figura 1. Mapa das cidades dos estados da Paraíba e de Pernambuco que participaram do estudo (tonalidades de cinza do mais claro para o mais escuro: Nordeste, Paraíba e Pernambuco, microrregiões e municípios)

A vegetação predominante nessas microrregiões é a Caatinga, que é composta por arbustos e pequenas árvores, geralmente espinhosas e decíduas, que perdem suas folhas no início da estação seca. Plantas anuais, cactos, bromélias e componente herbáceo, composto por gramíneas e dicotiledôneas, são complementos adicionais à composição botânica desse bioma (IBGE, 2004; Santos et al., 2010).

2.2 Coleta dos dados

Foi realizado levantamento das propriedades de caprinos leiteiros nos dois estados, através de consultas a cadastros de produtores nas empresas de assistência técnica e extensão rural - ATER e laticínios processadores de leite caprino para formação da moldura amostral por estado, sendo listadas 1.146 propriedades na Paraíba e 726 propriedades em Pernambuco.

No estado da Paraíba, os dados foram obtidos por dados secundários, oriundos do questionário “Diagnóstico da Unidade Familiar de Produção – UFP” aplicado pela Empresa de Extensão Rural e Assistência Técnica da Paraíba – EMATER-PB, no âmbito da “Chamada Pública SAF/ATER número 07/2012 do Ministério do Desenvolvimento Agrário - MDA, Lote 06” (Brasil, 2014) para assistência técnica a propriedades de caprinos leiteiros, e dados primários, obtidos por questionário complementar ao primeiro, através de entrevista direta (face a face) entre abril e agosto de 2017. No estado de Pernambuco, os dados foram obtidos por questionário proveniente dos questionários supracitados e envolvendo questões sociais, econômicas, produtivas e estruturais das propriedades (Apêndice B), aplicado por entrevista direta em propriedades selecionadas dentro de cada município, com a colaboração da empresa de assistência técnica e extensão rural do estado de Pernambuco, Instituto Agrônomo de Pernambuco - IPA, do Centro Diocesano de Apoio ao Pequeno Produtor - CEDAPP e da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa, entre dezembro de 2017 e março de 2018. A participação dos produtores nas respostas aos questionários foi voluntária.

Os dados foram organizados em planilha eletrônica (software Microsoft Excel®), eliminando as observações (propriedades) com dados ausentes, duplicados e/ou atípicos. Assim, foi utilizado um banco de dados com 554 propriedades rurais, sendo

334 da Paraíba e 220 de Pernambuco, que representaram, respectivamente, 29,1 e 30,3% das propriedades levantadas nas molduras amostrais nos respectivos estados.

2.3 Análise dos dados

Para a caracterização da tipologia das propriedades, foram utilizadas duas técnicas de análises multivariadas exploratórias em sequência, a Análise de Correspondência Múltipla e a Análise de Agrupamento, objetivando, respectivamente, a redução da dimensionalidade dos dados em um número menor de dimensões e o agrupamento das propriedades com características semelhantes em função das variáveis selecionadas. As análises foram realizadas no ambiente R (R Core Team, 2018).

Foram selecionadas variáveis que caracterizassem aspectos socioeconômicos gerais da família (idade e nível educacional do chefe, quantidade de membros, relação com a terra, rendas não agrícolas e participação em organizações), características gerais das propriedades (tamanho da propriedade, presença e tamanho de áreas de produção de forragens, presença e quantidade de rebanhos, fontes de água, equipamento e instalação), manejos e práticas alimentares e sanitárias no rebanho caprino e venda de produtos da caprinocultura leiteira, totalizando inicialmente 26 variáveis. Foram retiradas as variáveis área de Caatinga (contínua), em função da forte correlação com o tamanho da propriedade ($r=0,81$, $p<0,05$), e as práticas sanitárias (escore), participação em organizações sociais (binária) e venda de leite para o PAA Leite (binária), em decorrência de sua baixa representativa, avaliadas pelo critério do cosseno ao quadrado (\cos^2) (Lê et al., 2008), com $\cos^2<0,2$ nas três primeiras dimensões geradas em uma primeira Análise de Correspondência Múltipla.

Por fim, foram selecionadas 11 variáveis qualitativas e 11 quantitativas, que representaram aspectos socioeconômicos, produtivos e estruturais das propriedades, com as quantitativas categorizadas pelas frequências das observações dentro das faixas dos quartis (a presença de zero nas variáveis, não obrigatoriamente definiu uma faixa exclusiva para este), analisadas em conjunto com as qualitativas na Análise de Correspondência Múltipla, com o auxílio do pacote FactoMineR (Lê et al., 2008).

As 22 variáveis selecionadas (Tabela 1) foram consideradas ativas, fazendo parte do cálculo da inércia e das coordenadas principais de linhas e colunas. A seleção

das primeiras dimensões para redução da dimensionalidade da massa de dados foi realizada com base no método *scree plot* (Cattell, 1966; Sourial et al., 2010), e as coordenadas dessas foram utilizadas como “novas variáveis” quantitativas para a realização da Análise de Agrupamento.

Na Análise de Agrupamento, realizada com o pacote *factoextra* (Kassambara e Fabian Mundt, 2017), utilizaram-se a distância Euclidiana como medida de similaridade e o método Ward como método de agrupamento, o qual permite minimizar a soma interna dos quadrados das distâncias, promovendo menor variância entre os objetos agrupados (Hair et al., 2009). O número de grupos foi estabelecido com o auxílio do pacote *NbClust* (Charrad et al., 2014), que apresenta até 30 índices, sendo escolhida a indicação com maior número de índice.

Para compreender aspectos específicos de cada grupo, além das 22 variáveis utilizadas nas análises anteriores, foram utilizadas outras 27 complementares. As médias e os desvios-padrão (variáveis quantitativas) dos grupos formados foram analisados pelos testes Kruskal-Wallis e Nemenyi, em função da distribuição não normal das variáveis. As frequências (variáveis qualitativas) foram analisadas pelo teste qui-quadrado ou teste Fisher (quando a frequência na tabela de contingência foi menor que cinco).

Tabela 1. Variáveis utilizadas na Análise de Correspondência Múltipla

Variáveis	Classes*	Observações
Idade do produtor (IP) (anos)		
IP 1	21 – 36	135
IP 2	37 – 44	136
IP 3	45 – 52	133
IP 4	53 – 82	150
Tamanho da família (TF) (nº indivíduos na família)		
TF 1	1	47
TF 2	2	166
TF 3	3	121
TF 4	4 – 9	220
Escolaridade do chefe da família (ECF)		
ECF 1	Analfabeto, Alfabetização e Ensino Fundamental Incompleto	104
ECF 2	Ensino Fundamental e Ensino Médio incompletos	219
ECF 3	Ensino Médio e Ensino Superior	231
Condição de posse da terra (CPT)		
CPT 1	Proprietário ou assentamento de reforma agrária	335
CPT 2	Arrendatário, comodatário, meeiro ou parceiro	150
CPT 3	Posseiro	69
Renda de outras atividades econômicas (RAE)		
RAE Sim	Sim	171
RAE Não	Não	383
Aposentado na família (AF)		
AF Sim	Sim	99
AF Não	Não	455
Bolsa-Família (BF) ^a		
BF Sim	Sim	303
BF Não	Não	251
Crédito rural (RC)		
CR Sim	Sim	336
CR Não	Não	218
Tamanho da propriedade (TP) (ha)		
TP 1	0,07 – <5	115
TP 2	5 – <15	159
TP 3	15 – <32,5	140
TP 4	32,5 – 340	140
Área de pastagem cultivada (AP) (ha)		
AP 1	0 – <0,5	248
AP 2	0,5 – <2,1	166
AP 3	21 – 34	140
Área de palma forrageira (APa) (ha)		
APa 1	0 – <0,5	219
APa 2	0,5 – <1,5	184
APa 3	1,5 – 10,8	151

Continua

Variáveis	Classes*	Observações
Área de plantio anual (APA) (ha)		
APA 1	0 – <0,95	277
APA 2	0,95 – <2	122
APA 3	2 – 10	155
Número de caprino (NC) (cabeça)		
NC 1	1 – 17	128
NC 2	18 – 30	136
NC 3	31 – 50	148
NC 4	51 – 202	142
Número de bovino (NB) (cabeça)		
NB 1	0	273
NB 2	1 a 6	131
NB 3	7 a 52	150
Número de ovino (NO) (cabeça)		
NO 1	0 – 9	409
NO 2	10 – 90	145
Número de aves (NA) (cabeça)		
NA 1	0 – 9	272
NA 2	10 – 24	142
NA 3	25 – 120	140
Conservação de forragem (CF) ^b		
CF Sim	Sim	235
CF Não	Não	319
Suplementação de concentrado durante todo ano (SC)		
SC Sim	Sim	374
SC Não	Não	180
Uso de máquina forrageira (MF)		
MF Sim	Sim	284
MF Não	Não	270
Presença de sala de ordenha (SO)		
SO Sim	Sim	254
SO Não	Não	300
Fontes de água		
FA 1	0 – 1	222
FA 2	2	172
FA 3	3	117
FA 4	4 – 5	43
Venda de caprino para reposição (VCR)		
VCR Sim	Sim	234
VCR Não	Não	320

^a Programa de transferência de renda.

^b Silagem ou feno.

*Prioritariamente foram respeitadas as faixas

3. Resultados

A Análise de Correspondência Múltipla gerou 39 dimensões (componentes), que retiveram 100% da inércia (variância) total dos dados, de modo que as três primeiras dimensões acumularam 19,7% da inércia total, sendo utilizadas as coordenadas dessas dimensões para realização da Análise de Agrupamento, que resultou em três grupos de propriedades (Tabela 2/Figura 2): Grupo I com 212 propriedades (38%), Grupo II com 152 propriedades (27%) e Grupo III com 190 propriedades (34%). O estado da Paraíba concentrou as propriedades do Grupo I com 56%, seguidas do Grupo III com 24% do total, enquanto o estado de Pernambuco concentrou propriedades dos Grupos III e II, com 50 e 40% do total, respectivamente.

Tabela 2. Quantidade de propriedades por grupos nos estados

Grupo	Total (554)		Paraíba (334)		Pernambuco (220)	
	Quantidade	Proporção	Quantidade	Proporção	Quantidade	Proporção
I	212	38,3%	188	56,29%	24	10,9%
II	152	27,4%	65	19,5%	87	39,5%
III	190	34,3%	81	24,3%	109	49,5%

3.1 Grupo I

O Grupo I foi formado por 53% de produtores, que eram arrendatários, comodatários, meeiros ou parceiros da terra. A idade média do responsável da propriedade foi de 44 anos e o nível educacional concentrou na faixa entre alfabetizado e ensino fundamental incompleto (56%), mesma frequência que os demais grupos ($p=0,912$) (Tabela 3).

Neste grupo observou-se o menor tamanho da família, com 2,7 membros ($p=0,046$), e a menor frequência de renda de outras atividades econômicas não agrícolas (informal, serviço público, comerciante e/ou empresário) entre os grupos, com apenas 17% ($p<0,001$). O Bolsa Família¹ era acessado por 65% das famílias.

¹ Programa do Governo Federal que contribui para o combate à pobreza e à desigualdade no Brasil, e possui três eixos principais: 1- Complemento da renda, as famílias atendidas pelo Programa recebem um benefício em dinheiro mensalmente; 2- Acesso a direitos, reforçar o acesso à educação, à saúde e à assistência social; e 3- Articulação com outras ações políticas sociais a fim de estimular o desenvolvimento das famílias para superação da situação de vulnerabilidade e de pobreza (Ministério da Cidadania, 2019).

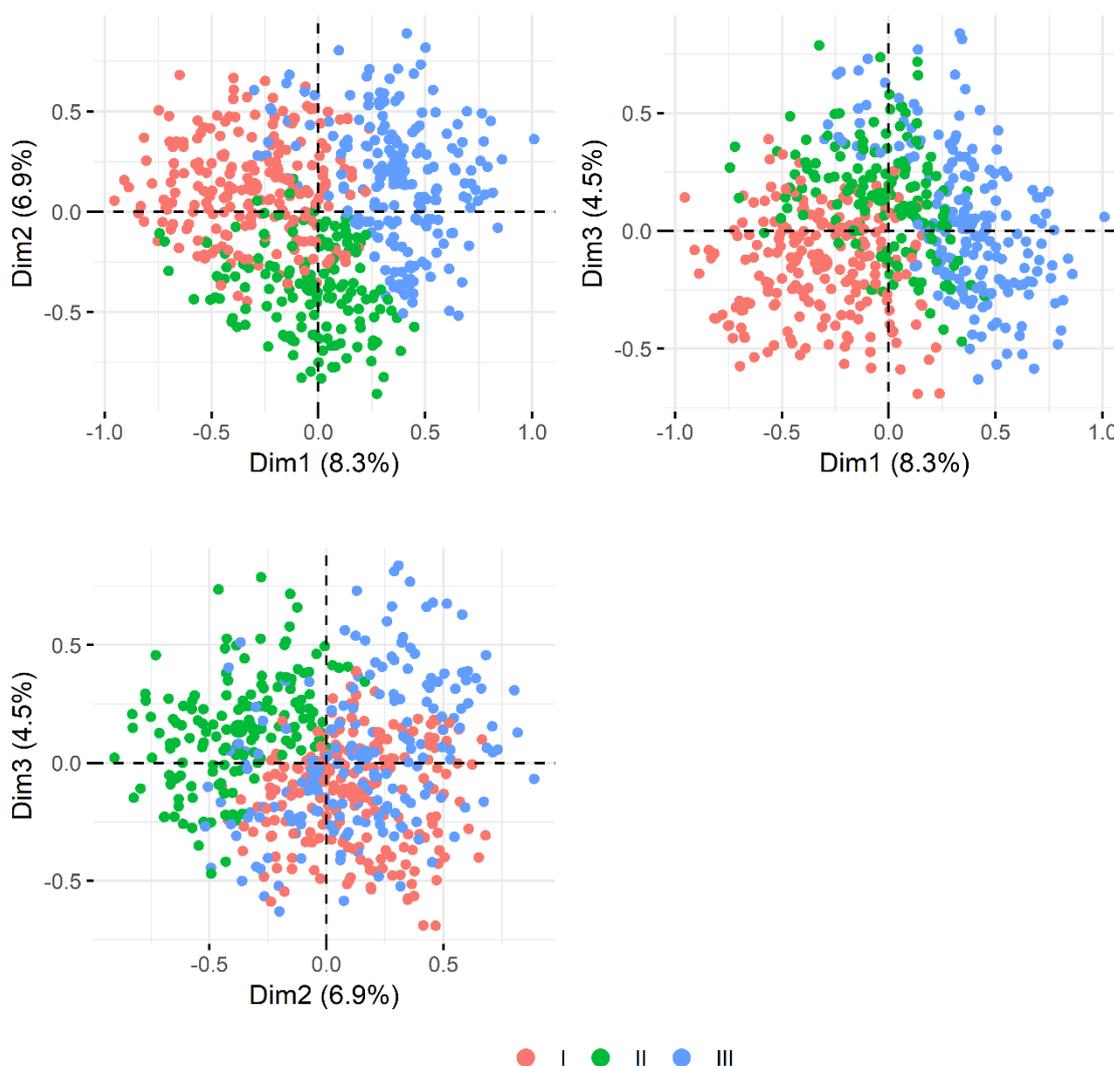


Figura 2. Agrupamentos das propriedades dispersos nas três primeiras dimensões da Análise de Correspondência Múltipla.

As propriedades apresentaram tamanho médio de 32,4 ha, ocupando posição intermediária entre os três grupos ($p < 0,001$) (Tabela 4). A principal área de produção de alimento para os ruminantes foi o pasto nativo, Caatinga, presente em 90% das propriedades com tamanho médio de 21,5 ha; 57% das propriedades com área de pastagem cultivada para pastejo direto e/ou para corte, com tamanho de 3,7 ha; e somente 47% possuíam área de palma forrageira (cactácea adaptada às condições do semiárido e utilizada como fonte forrageira prioritariamente em período de escassez hídrica), a menor presença entre os grupos ($p < 0,001$), com área de 1,4 ha.

Tabela 3. Aspectos socioeconômicos dos três grupos de propriedades

Variáveis*	Grupo			p valor
	I	II	III	
Idade média do produtor (anos) (média e desvio-padrão)	44,3 ± 10,1 ^b	39,6 ± 9,8 ^c	51,9 ± 13,0 ^a	<0,001
Tamanho médio da família (membros) (média e desvio-padrão)	2,7 ± 1,2 ^b	3,6 ± 1,5 ^a	3,4 ± 1,5 ^a	0,046
Educação do chefe da família				
Analfabeto (%)	3,3	1,3	4,7	0,207
Alfabetizado e fundamental incompleta (%)	56,1	53,9	54,7	0,912
Fundamental completo e médio incompleto (%)	29,7 ^a	20,4 ^b	20,5 ^{ab}	0,046
Médio e Superior (%)	10,8 ^a	24,3 ^b	20,0 ^b	0,002
Condição do produtor				
Proprietário (%)	38,2 ^c	62,5 ^b	83,7 ^a	<0,001
Arrendatário, comodatário, meeiro ou parceiro (%)	52,8 ^a	17,8 ^b	5,8 ^c	<0,001
Posseiro (%)	9,0 ^b	19,7 ^a	10,5 ^b	0,005
Rendas não agrícolas				
Renda de outra atividade econômica (%)	17,0 ^b	37,5 ^a	41,1 ^a	<0,001
Aposentadoria (%)	5,7 ^b	9,9 ^b	37,9 ^a	<0,001
Bolsa-Família (%)	64,6 ^a	69,1 ^a	32,1 ^b	<0,001
Crédito Rural (%)	69,3 ^a	54,6 ^b	55,8 ^b	0,004
Participação em organizações sociais (%)	96,2	92,8	96,3	0,220

^{a-c} Médias e frequências com letras diferentes na linha diferem entre si ($p < 0,05$).

Esse grupo apresentou rebanho caprino com 44 animais e baixa diversidade pecuária, visto que 40% das propriedades apresentavam somente o rebanho caprino, enquanto apenas 10% das propriedades criavam animais das quatro espécies – caprino, bovino, ovino e aves. A taxa de lotação para os ruminantes foi 1,0 UA/ha.

Somente 12% das propriedades do Grupo I adotavam práticas de conservação de foragem. A suplementação concentrada durante todo ano para o rebanho caprino foi adotada por 46% das propriedades, menor valor entre os grupos ($p < 0,001$) (Tabela 5).

A vermifugação foi a prática sanitária e produtiva que apresentou o mesmo comportamento para os três grupos ($p < 0,057$), com frequência de 96% para todas as propriedades pesquisadas. Outro destaque foi a vacinação contra as clostridioses e/ou raiva, presente 94% das propriedades. A separação dos machos das fêmeas era praticada em 52% propriedades, a menor entre os grupos ($p < 0,001$). A raça Alpina estava presente de maneira igual nos três grupos ($p = 0,408$), e a raça Saanen foi a mais presente em todos os grupos, mas com frequência menor para o Grupo I.

A estrutura destinada ao rebanho caprino mais presente e com frequências iguais ($p = 0,114$) entre os grupos foi o aprisco, com frequências superiores a 70% (Tabela 6). A máquina forrageira, utilizada para cortar forragens e facilitar seu abastecimento em cocho e/ou na realização de silagem e/ou feno, estava presente em 37% das propriedades. A fonte de água mais presente entre os grupos foi a cisterna de placas, reservatório com capacidade média de 16 mil litros, destinada à captação de água da chuva e utilizada para o consumo da família, com frequência média de 77% ($p = 0,109$). Este grupo teve a menor presença de barragem superficial, somente 23% das propriedades ($p < 0,001$) (Tabela 6).

A produção diária média de leite de cabra foi 12,4 litros, igual ao Grupo II. O principal destino do leite foi PAA Leite, com 89% das propriedades, comportamento semelhante aos outros grupos ($p = 0,096$). Outra fonte de renda da caprinocultura identificada foi a venda de animais para o abate, 94% das propriedades acessavam esse mercado, padrão seguido pelos demais grupos ($p = 0,401$).

Tabela 4. Características do tamanho da propriedade, áreas de forragem e rebanhos dos três grupos de propriedades

Variáveis*	Grupo			p valor
	I	II	III	
Tamanho da propriedade (ha)	32,4 ± 47,3 ^a	8,6 ± 12,1 ^c	35,5 ± 31,6 ^b	0,004
<i>Presenças das áreas de produção de alimentos e dos rebanhos</i>				
Área de pastagem nativa "Caatinga" (%)	89,6 ^a	69,1 ^b	92,6 ^a	<0,001
Área de pastagem cultivada (%)	56,6 ^b	57,2 ^b	72,1 ^a	0,002
Área de palma (%)	46,7 ^b	81,6 ^a	88,4 ^a	<0,001
Área de plantio anual (%)	62,3 ^b	65,1 ^b	77,9 ^a	0,002
Caprino (%)	100	100	100	-
Bovinos (%)	35,4 ^b	38,2 ^b	77,9 ^a	<0,001
Ovino (%)	32,1 ^b	21,7 ^a	52,1 ^a	<0,001
Aves (%)	35,4 ^c	65,1 ^b	77,4 ^a	<0,001
<i>Tamanhos médios das áreas de produção de alimentos e dos rebanhos presentes</i>				
Pastagem nativa "Caatinga" (ha)	21,5 ± 39,0 ^a	6,5 ± 12,0 ^b	22,1 ± 25,6 ^a	<0,001
Pastagem cultivada (ha)	3,7 ± 3,7 ^a	0,9 ± 0,8 ^b	3,9 ± 5,1 ^a	<0,001
Palma (ha)	1,4 ± 1,6 ^b	0,9 ± 0,7 ^b	2,3 ± 2,0 ^a	0,001
Plantio anual (ha)	2,0 ± 1,8 ^a	0,9 ± 0,8 ^b	2,2 ± 1,8 ^a	<0,001
Caprino (cabeças)	44,0 ± 35,1 ^a	22,1 ± 18,5 ^b	49,7 ± 33,4 ^a	<0,001
Bovino (cabeças)	10,1 ± 9,5 ^a	5,6 ± 5,1 ^b	11,3 ± 10,2 ^a	0,004
Ovino (cabeças)	23,8 ± 19,4 ^a	12,4 ± 13,2 ^b	24,9 ± 19,3 ^a	0,001
Aves (cabeças)	21,6 ± 15,7 ^{ab}	21,4 ± 14,6 ^b	28,6 ± 21,8 ^a	0,029
Taxa de lotação (UA/ha) ^d	1,0 ± 1,4 ^b	2,0 ± 4,6 ^a	1,3 ± 5,2 ^b	0,002

^{a-c} Médias e frequências com letras diferentes na linha diferem entre si (p<0,05).

^d Unidade animal (bovino:0,7; caprino:0,1 e ovino:0,1(Upton, 2011)/total das áreas de produção de forragem.

3.2 Grupo II

O Grupo II teve 62% dos produtores como proprietários, sendo os mais jovens (40 anos) ($p < 0,001$). A quantidade de membros na família foi igual à do Grupo III, com média de 3,6 membros. A frequência da renda de outras atividades econômicas foi de 37% e o acesso ao Bolsa-Família, de 69% (Tabela 3).

O Grupo II apresentou a menor estrutura de produção, com tamanho médio de propriedade de 8,6 ha ($p < 0,001$), e as menores áreas de produção de alimento: Caatinga, pastagem cultivada, palma e plantio anual, mas com forte presença da área de palma, em 82% das propriedades, igual ao Grupo III. A presença de aves entre as propriedades desse grupo foi intermediária entre os grupos (65%). Os rebanhos de ruminantes, quando presentes, foram os menores entre os grupos, com tamanhos médios de 22, 6 e 12 cabeças para caprinos, bovinos e ovinos, respectivamente. A taxa de lotação de 2,0 UA/ha foi a maior entre os demais grupos ($p = 0,002$) (Tabela 4).

As práticas de conservação de forragem foram relatadas por 55% das propriedades desse grupo. O fornecimento de suplementação concentrada durante todo ano para o rebanho caprino foi reportado por 86% das propriedades, a maior entre os grupos ($p < 0,001$). A realização da vacinação contra clostridiose e/ou raiva foi menos presente nesse grupo ($p < 0,001$), embora praticada em 80% das propriedades. As práticas de mochação e casqueamento estavam também presentes nesse grupo, mesmo comportamento do Grupo III (Tabela 1).

O Grupo II apresentou a menor presença de sala de ordenha entre as propriedades, 25% ($p < 0,001$). Entre as fontes de água, além da cisterna de placas, houve destaque para barragem superficial, presente em 49% das propriedades, fonte destinada para os animais (Tabela 6).

O Grupo II teve produção de leite de cabra igual ao Grupo I (14,8 L/dia) – 84% das propriedades forneceram o leite ao PAA Leite e 91% comercializavam caprinos para abate e 52% para reposição em outros rebanhos (Tabela 6).

Tabela 5. Manejo alimentar, sanitário e reprodutivo e composição genética do rebanho de caprino dos três grupos de propriedades

Variáveis	Grupo			p valor
	I	II	III	
Conservação de forragem (silagem ou feno) (%)	12,3 ^c	54,6 ^b	66,3 ^a	<0,001
Suplementação concentrada				
Durante todo ano (%)	46,2 ^c	86,2 ^a	76,3 ^b	<0,001
Período chuvoso (%)	47,2 ^c	86,8 ^a	76,8 ^b	<0,001
Período seco (%)	96,2 ^b	99,3 ^{ab}	99,5 ^a	0,038
Prática sanitária e produtiva				
Vermifugação (%)	97,2	92,1	96,3	0,057
Vacinação contra clostridiose e / ou raiva (%)	94,3 ^a	80,9 ^b	93,7 ^a	<0,001
Mochação (%)	25,9 ^b	51,3 ^a	56,3 ^a	<0,001
Casqueamento (%)	20,3 ^b	50,0 ^a	47,9 ^a	<0,001
Queima e/ou enterramento de carcaças (%)	15,1 ^b	25,7 ^a	22,6 ^{ab}	0,034
Práticas reprodutivas				
Separação dos machos das fêmeas (%)	51,9 ^b	73,0 ^a	72,6 ^a	0,004
Monta controlada (%)	53,8 ^b	69,1 ^a	59,5 ^{ab}	0,013
Castração (%)	30,2 ^b	31,6 ^b	48,9 ^a	<0,001
Estação de monta (%)	16,5 ^b	21,1 ^b	27,9 ^a	0,021
Efeito macho (%)	17,0 ^a	8,6 ^b	11,1 ^{ab}	0,042
Principais raças de caprinos introduzidas				
Saanen (%)	78,8 ^b	91,4 ^a	91,1 ^a	<0,001
Alpina (%)	50,9	57,9	52,6	0,408
Toggenburg (%)	43,9 ^b	52,0 ^{ab}	58,4 ^a	0,014
Anglo nubiana (%)	15,6	9,9	17,4	0,132
Boer (%)	7,5 ^{ab}	5,3 ^b	13,7 ^a	0,017

^{a-c} Médias e frequências com letras diferentes na linha diferem entre si ($p < 0,05$).

3.3 Grupo III

No Grupo III, 81% de produtores eram proprietários e os mais velhos (52 anos) ($p < 0,001$), com 3,4 membros compondo a família. Apresentaram as maiores frequências de famílias com renda de outras atividades econômicas (41%) e aposentadoria (38%) e o menor acesso ao Bolsa-Família (32%) ($p < 0,001$).

Este grupo apresentou o maior tamanho médio da propriedade (35,5 ha) e as maiores presenças das áreas de produção de alimentos, todas superiores a 71%. Os tamanhos das áreas de produção de alimento, com exceção da área de palma, tiveram tamanhos superiores ao das áreas do Grupo II e iguais ao do Grupo I. Este Grupo apresentou área de palma superior aos demais, além de maior diversidade de produção pecuária, visto que 78% das propriedades tiveram pelo menos três das quatro atividades pecuárias (caprino, bovino, ovino e aves), com destaque para bovinos e aves (frequências acima de 77%, superiores às dos demais grupos). Os efetivos dos quatro rebanhos desse grupo foram superiores aos dos rebanhos do Grupo II e iguais aos do Grupo I. A taxa de lotação foi de 1,3 UA/ha, igual à do Grupo I.

A conservação de forragem foi praticada por 66% das propriedades, a maior entre os grupos ($p < 0,001$), e a suplementação concentrada durante todo o ano foi observada em 76% das propriedades. Na adoção de práticas sanitárias e produtivas, o grupo teve frequências iguais ou superiores ao demais. Sobre as práticas reprodutivas, além da separação dos machos das fêmeas e da monta controlada, a castração dos cabritos também foi destaque, praticada em 49% das propriedades, a maior entre os grupos ($p < 0,001$). As raças especializadas em leite mais utilizadas foram a Saanen, Toggenburg e Alpina.

Além do aprisco, presente uniformemente em todos os grupos, destacou-se a presença do depósito, em 67% das propriedades, e da máquina forrageira, em 77% das propriedades, a maior frequência entre os grupos ($p < 0,001$). Além da cisterna de placas presente de forma semelhante entre os grupos (81%), destacaram-se a barragem superficial e o poço artesiano, com frequência de 60 e 54%, respectivamente. A produção média de leite de cabra foi a maior entre os três grupos ($p < 0,001$), de 22 L/dia, onde 81% das propriedades destinaram parte ou totalidade da produção para o PAA Leite. Além do leite, os outros produtos frequentes da

caprinocultura foram a venda de caprinos para reposição e abate, realizadas por 59 e 91% das propriedades, respectivamente.

Tabela 6. Instalações, equipamento, fontes de água, produção e vendas dos três grupos de propriedades

Variáveis	Grupo			p valor
	I	II	III	
Equipamentos e Instalações				
Máquina forrageira (%)	36,8 ^b	39,5 ^b	76,8 ^a	<0,001
Sala de ordenha (%)	58,5 ^a	25,0 ^b	48,4 ^a	<0,001
Aprisco (%)	72,2	80,3	79,5	0,114
Depósito (%)	38,7 ^b	40,1 ^b	66,8 ^a	<0,001
Fontes de água				
Cisterna de placas ^d (%)	72,2	77,0	81,1	0,109
Barragem superficial (%)	22,6 ^c	48,7 ^b	60,5 ^a	<0,001
Poço artesiano (%)	27,8 ^b	33,6 ^b	53,7 ^a	<0,001
Cisterna-Calçadão ^e (%)	6,6 ^b	11,2 ^b	27,4 ^a	<0,001
Riacho (%)	7,5	11,8	22,1	0,093
Produção de leite caprino / propriedade (Litro/dia) (média e desvio padrão)	12,4 ± 9,9 ^b	14,8 ± 14,9 ^b	22,4 ± 20,3 ^a	<0,001
Vendas				
Venda de leite caprino para o PAA Leite (%)	88,7	83,6	81,1	0,096
Venda de leite caprino para fora do PAA Leite (%)	17,9 ^a	8,6 ^b	13,2 ^{ab}	0,036
Beneficiamento e venda de produtos lácteos caprinos (%)	1,4 ^b	6,6 ^a	12,6 ^a	0,040
Venda de caprinos para abate (%)	94,3	91,4	91,1	0,401
Venda de caprinos para reposição (%)	19,8 ^b	52,0 ^a	59,5 ^a	<0,001

^{a-c} Médias e frequências com letras diferentes na linha diferem entre si ($p < 0,05$).

^d Cisterna de placas – reservatório cilíndrico, fechado e enterrado ou semienterrado, com capacidade de estocar 16 mil litros de água, acoplado a calhas da cobertura da casa, que fazem a captação de água das chuvas.

^e Cisterna-calçadão – reservatório cilíndrico, fechado e enterrado, com capacidade de estocar até 52 mil litros de água ligada a um calçadão de 200 m², que serve como área de captação de água das chuvas.

4. Discussão

A discussão foi estruturada em quatro tópicos: 1 - Características sociais do núcleo familiar; 2 - Características das áreas e dos rebanhos das propriedades; 3 - Manejos alimentar, sanitário e reprodutivo e Composição genética do rebanho caprino; e 4 - Estrutura, produção de leite e comercialização da caprinocultura leiteira.

4.1 Características sociais do núcleo familiar

A idade média dos chefes da família, de 46 anos, apontou para produtores rurais de média idade, visto que 63% tinham mais de 40 anos; o número médio de três membros por família demonstrou encolhimento do núcleo familiar rural, compatível ao comportamento observado entre os censos de 1991 e 2010, em que a quantidade de pessoas por domicílio rural caiu de 4,7 para 3,6 (Maia e Buainain, 2015). Entre os vários fatores que justificam estes resultados, citam-se a redução dos níveis de fecundidade e a migração de jovens da área rural para a área urbana (Anríquez e Stloukal, 2008).

Os últimos três Censos Demográficos realizados no Brasil (1991, 2000 e 2010) apontam para rápida queda dos níveis de fecundidade, particularmente a partir dos anos de 2000, contribuindo para o envelhecimento da população brasileira, tanto em áreas urbanas como em áreas rurais (IBGE, 2011). A migração de jovens mais escolarizados e do sexo feminino para centros urbanos colabora para o envelhecimento e, conseqüentemente, para a diminuição do núcleo familiar, pois esse fenômeno compromete a reprodução das famílias (Maia e Buainain, 2015).

O nível educacional dos produtores dos três grupos concentrou-se entre alfabetizados e ensino fundamental incompleto, nível educacional muito baixo. O conhecimento do nível educacional dos produtores é de suma importância, pois afeta a forma de acesso a informações relacionadas à produção e, por conseguinte, à adoção de tecnologias. Produtores com maior nível educacional buscam tecnologias de informação e comunicação mais modernas, como celulares e internet (Mittal & Mehar, 2016).

Para contornar o envelhecimento, o baixo nível educacional e a redução do núcleo familiar, transversais aos três grupos, há necessidade de ações que valorizem

o conhecimento dos produtores mais velhos, de acordo com sua escolaridade e costume, favorecendo vida econômica mais estável, saudável e produtiva (Anríquez e Stloukal, 2008). São necessárias também ações direcionadas aos jovens, que identifiquem as razões de sua migração para as áreas urbanas e promovam políticas que ofereçam melhores oportunidades econômicas, educacionais e conectividade social com outros grupos e regiões (Ei Chew et al., 2011).

A posse da terra pelos produtores, mais frequentes nos Grupos II e III, pode ter ocorrido por meio de heranças familiares, com fracionamento da terra ao longo de gerações, constituído por regras conjunturais conforme circunstâncias internas e externas à família – na maioria das vezes, sem formalização, definida e demarcada pelo trabalho da família (pais e irmãos) (Galizoni, 2002). Outro fator que pode ter favorecido as maiores posses da terra para os Grupos II e III é a renda, visto que esses grupos acessavam mais outras rendas não agrícolas em comparação ao Grupo I.

A presença da renda proveniente de outras atividades econômicas não agrícolas, maiores para os Grupos II e III, provavelmente está relacionada ao tamanho do núcleo familiar de ambos os grupos, que foram superiores ao Grupo I. Famílias com renda de outras atividades econômicas possuíam um membro a mais que famílias que não acessavam essa fonte de renda ($p < 0,001$). A contribuição positiva do tamanho da família era esperada, porque ter mais membros na família significa mais possibilidades de obter maior renda de outras atividades (Ahmed et al., 2018).

Outras razões que, provavelmente, colaboram para a busca de outras atividades econômicas não agrícolas são riscos e incertezas inerentes à agricultura, sobretudo em relação às condições climáticas do Nordeste brasileiro, além dos baixos retornos, que são insuficientes para atender às crescentes necessidades das famílias na compra de bens de consumo e aquisição de serviços (Odoh & Nwibo 2017; Shirai et al., 2017).

A maior presença de aposentados nas famílias do Grupo III decorreu da maior média de idade dos produtores nesse grupo, pois as médias de idade dos produtores entre os com e sem aposentadoria foram, respectivamente, 55 e 44 anos ($p < 0,001$). Os trabalhadores rurais no Brasil (agricultor familiar, pescador artesanal e indígena) têm direito à aposentadoria 5 anos mais cedo que outros trabalhadores – homens com

idade mínima de 60 anos e mulher com 55 anos, desde que comprovado o mínimo de 15 anos em atividade rural (INSS, 2018).

Outra fonte de renda importante foi o Bolsa-Família, presente em mais da metade das propriedades pesquisadas, porém mais frequente entre os Grupos I e II, demonstrando indiretamente que os produtores desses dois grupos possuem condições econômicas menos favoráveis ao Grupo III, pois, para acessar o programa, as famílias devem ter renda por pessoa de até R\$ 89,00 ou até R\$ 178 mensais, desde que tenham crianças e adolescentes de 0 a 17 anos (Ministério da Cidadania, 2019).

Analisando as informações das rendas não agrícolas pesquisadas, 79% de todas as propriedades possuem pelo menos uma renda não agrícola, o que sinaliza fragilidade, visto que a principal fonte, além da renda agrícola, é originária de política pública de distribuição de renda, destinada às famílias em situação de pobreza e extrema pobreza. Inicialmente, o propósito foi oferecer uma condição temporária para as famílias, que, em seguida, deveriam se libertar e acessar outras fontes de renda e emprego.

Ações que promovam a diversificação das fontes de rendas agrícolas, a redução do custo de insumos e a garantia de compra dos produtos a preços justos, para possibilitar a manutenção ou o incremento das atividades, podem ser iniciativas para a geração de renda por parte das famílias (Petrini et al., 2016), o que, conseqüentemente, diminuiria a necessidade de renda proveniente de programas governamentais de transferência de renda.

4.2 Características das áreas e dos rebanhos das propriedades

A principal área de produção de alimento para os rebanhos de ruminantes foi a Caatinga, de modo que o tamanho foi influenciado pelo tamanho da propriedade, que teve correlação positiva forte ($r=0,88$, $p<0,001$), indicando superioridade dos Grupos I e III face ao Grupo II, com maiores áreas de vegetação nativa.

A área de Caatinga é o principal recurso forrageiro para as propriedades na região do semiárido nordestino, todavia, sua disponibilidade é altamente afetada pela distribuição de chuvas, com diminuição do desempenho dos animais durante o período seco, sendo necessária a suplementação alimentar de concentrado e forragem para manter níveis aceitáveis de produção. Estima-se que a produção de

biomassa de folhagem e ramos herbáceos da parte aérea da vegetação seja de 4 toneladas de matéria seca/ha/ano, porém com variações significativas em função das estações do ano, dos anos, da localização e do tipo de Caatinga (Araújo e Crispim, 2002; Santos et al., 2010).

As áreas implantadas de pastagem cultivada, palma e plantio anual para produção de silagem foram mais frequentes nas propriedades do Grupo III, constatando-se maior diversidade na produção de forragem, em contraste às áreas do Grupo I, que apresentaram menores frequências. O baixo percentual de produtores proprietários desse grupo pode ser uma das razões para as baixas frequências nas áreas implantadas de palma e de pastagem cultivada, que requerem altos investimentos para suas implantações.

As gramíneas mais frequentemente encontradas nas áreas de pastagem cultivada em propriedades do Nordeste são o capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) e capim-buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) (Camurça et al., 2002). A primeira gramínea é utilizada com a finalidade de ser ofertada *in natura*, ensilada e fenada, e a segunda, para pastejo, podendo também ser cortada para oferta *in natura*, ensilada ou fenada. As pastagens cultivadas têm contribuído sobremaneira para elevação dos índices de produtividade dos rebanhos na região Nordeste, com a adoção de tecnologias de menor impacto – sistemas integrados de produção em pastagens, pastos consorciados e pastos diferidos, que podem proporcionar ganhos econômicos associados à sustentabilidade do sistema de produção (Cândido et al., 2018).

A área com palma forrageira (*Opuntia* spp.), mais frequente em propriedades dos Grupos II e III, encontra-se amplamente difundida entre os pecuaristas da região Nordeste, consistindo em uma das alternativas para amenizar a escassez de fontes alimentares para os rebanhos nas secas prolongadas (Costa et al., 2010; Farias et al., 2000). Nas duas últimas décadas, as áreas com palmas tradicionais dos estados da Paraíba e de Pernambuco foram praticamente dizimadas pela praga conhecida como cochonilha-do-carmim (*Dactylopius opuntiae*), impactando negativamente na produção de ruminantes. Entretanto, nos últimos anos, programas estaduais de recuperação dos palméis foram estabelecidos, substituindo-se espécies afetadas por outras mais resistentes à cochonilha-do-carmim (Almeida et al., 2019).

A área de plantio anual para produção de forragem para os rebanhos, mais presente no Grupo III, é comumente denominada de “roçado”, caracterizada pelo plantio consorciado entre milho (*Zea mays* L.) e feijão (*Phaseolus vulgaris* ou *Vigna unguiculata*), de modo que o primeiro serve para alimentação animal e humana e o segundo, exclusivamente para humana. Além desses dois cultivos, observa-se crescente adesão ao plantio de sorgo (*Sorghum bicolor* L.).

Durante as entrevistas, foi perceptível a desistência de produtores pelo plantio anual em sequeiro, em função das frequentes secas registradas nos últimos anos, principalmente no período de 2011 a 2016, quando a seca foi mais intensa em termos de duração, severidade e recorrência em toda a região do Nordeste brasileiro, atingindo 10 milhões de pessoas, e perdas diretas de R\$ 6,8 bilhões com agricultura e pecuária (Brito et al., 2018). Embora os programas governamentais de convivência com a seca tenham evoluído, a agricultura de sequeiro permaneceu vulnerável desde que as políticas da seca foram formuladas (Campos, 2015).

A pecuária em função de sua maior resistência à seca, quando comparada às explorações agrícolas, é um dos principais fatores que garante a segurança alimentar e a geração de renda das famílias rurais na região do semiárido nordestino (Coutinho et al., 2013). As propriedades pesquisadas apresentaram diversidade pecuária, 76% apresentaram duas ou mais combinações entre caprino, bovino, ovino e aves. Infelizmente não foi possível registrar com exatidão a presença de suínos, que teve frequência de 19,26% na amostra total – uma provável razão para a falha no registro foi que os produtores com até, no máximo, três animais, destinados ao consumo da família, não declararam esta informação no momento da entrevista.

O rebanho caprino teve tamanho médio de 40 animais por propriedades, valor maior que o apresentado no Censo Agropecuário de 2017, no qual a quantidade média nos municípios estudados foi de 27 animais por propriedade (IBGE, 2019). A diferença entre a média do presente estudo e a média do censo pode ser atribuída ao público alvo da pesquisa, constituído por 100% de propriedades de leite caprino, cuja atividade poderia ou não ser exclusiva, e também a questão temporal, em virtude das flutuações do efetivo de caprinos e de outros rebanhos nas propriedades, em consequência de nascimento, aquisição, perdas (morte ou furto), doações e vendas de animais.

Nas microrregiões do estado de Pernambuco avaliadas nesta pesquisa, constatou-se que 59% possuíam caprino e bovinos, concentrando 48% dos estabelecimentos produtores de leite bovino (IBGE, 1992, 2006). A bovinocultura está inserida no contexto do semiárido nordestino do Brasil desde a colonização como uma das atividades econômicas que mais colaboraram na ocupação dessa região (Freise, 1938).

A criação de ovinos e caprinos juntos esteve presente somente em 36% propriedades. Os caprinos e ovinos possuem o mesmo papel crucial nos sistemas de produção do Nordeste brasileiro, visto que, além de proporcionar receita, alimentos (carne e/ou leite) e insumo (esterco), funcionam como um plano de poupança acessado em período de dificuldade financeira ou climática, como em períodos de estiagem, sendo animais de alta liquidez no mercado (Bosman et al., 1997; Kuivanen et al., 2016; Oluwatayo e Oluwatayo, 2012).

As aves produzidas nessas propriedades, galinha caipira frequentemente, são criadas próximas às casas das famílias, e manejadas por mulheres e crianças (Sales, 2007), com a produção destinada ao consumo próprio das famílias e à venda de ovos e animais para abate, constituindo também uma fonte adicional de renda.

A taxa de lotação, superior no Grupo II, demonstrou ocupação mais intensa na área total de produção de alimento nas propriedades desse grupo, todavia, os valores dos três grupos indicam atenção e preocupação, pois os sistemas de produção estão inseridos em regiões semiáridas com precipitações chuvosas irregulares e longos períodos de estiagem, que influenciam diretamente a disponibilidade e qualidade da principal fonte de alimento do rebanho de ruminante, a Caatinga (Santos et al., 2010).

Considerando-se que taxas de lotação leve a moderada são 1 UA para 10 a 13 ha de Caatinga (Albuquerque, 1999; Araújo Filho, 1987), no presente estudo, a taxa de lotação média foi 1 UA para 1 ha da propriedade, o que comprova elevada taxa em todas as propriedades e, por conseguinte, justifica o frequente fornecimento de suplementação concentrada durante quase todo ano, além da compra frequente de suplementação volumosa, em especial de silagem – prática observada durante as visitas a campo.

Considerando-se a área de produção de alimento mais frequente (Caatinga), os efetivos dos rebanhos de ruminantes e as altas taxas de lotação, sugerem-se as

seguintes ações para melhoria do suporte forrageiro das propriedades: adequação da taxa de lotação animal, com a realização do orçamento forrageiro (Mclvor, 2012); aumento da capacidade de suporte da Caatinga, por meio de técnicas de manipulação, raleamento, rebaixamento e enriquecimento, que proporcionam aumento da massa de forragem e, conseqüentemente, do desempenho animal (Santos et al., 2010); e implantação e/ou ampliação de áreas de produção de palma forrageira e de plantio de culturas anuais mais adaptadas ao semiárido, a exemplo do sorgo e milho, para a produção e conservação de forragem (Ramos et al., 2016).

4.3 Manejo alimentar, sanitário, reprodutivo e composição genética do rebanho caprino

A prática de conservação de forragem, que praticamente foi realizada na forma de silagem, usualmente confeccionada com milho, sorgo, capim-elefante ou pastagem nativa, ou diferentes combinações destes, foi adotada em menos de 45% das propriedades, revelando-se fator crítico para a produção de ruminantes nessa região, que comprovadamente passa por diversos períodos de estiagem (Brito et al., 2018). Várias razões podem estar associadas para esta baixa adoção: as frequentes secas ocorridas na região, que desestimulam o produtor a realizar o plantio anual; a necessidade de maquinários para o processo de confecção da silagem, em muitas ocasiões os produtores necessitam de tratores e ensiladeiras da prefeitura, das associações ou dos sindicatos; e o próprio material plantando, muitas vezes não adaptados à região.

A baixa adoção de práticas de conservação de forragem pelas propriedades do Grupo I (89% das propriedades pertencentes aos Cariris paraibanos) pode ser justificada pelo clima adverso para plantios anuais, com precipitação média anual entre 400 e 500 mm (Alvares et al., 2013), e pelos frequentes anos de secas (Brito et al., 2018), sendo um dos fatores críticos para a produção de caprinos leiteiros nessa região (Costa et al., 2008; 2010)..

Nos Grupos II e III, mais da metade das propriedades realizava a conservação de forragem, provavelmente devido à tradição da bovinocultura de leite do estado de Pernambuco, visto que 57% das propriedades de ambos os grupos pertenciam a esse estado e já praticavam a conservação de forragem (IBGE, 1992). Outro ponto

observado, em visitas a campo, que pode ter colaborado para a maior adoção dessa prática nesses grupos foi a ensilagem de pequenas quantidades de forragem em sacos plásticos de 30 a 50 kg, que facilita o processo, por não depender de maquinários pesados e não empregar muita mão de obra, além de reduzir as perdas após abertura e facilitar o transporte para locais mais estratégicos das propriedades.

O manejo de suplementação concentrada preparada nas propriedades, basicamente composta de milho moído, farelo de soja e torta de algodão, para o rebanho caprino, durante todo ano, foi diferente entre os Grupos II e III e Grupo I. Nos Grupos II e III, mais de 75% das propriedades suplementaram durante todo o ano e no Grupo I, menos da metade realizou durante todo ano, em função do não fornecimento de concentrado durante o período seco.

Maior uso da área de pastagem nativa no período chuvoso pode ter influenciado a redução da suplementação concentrada do Grupo I, pois nesse período há maior quantidade de forragem e melhor valor nutricional para atender às exigências dos caprinos (Oliveira et al., 2016; Santos et al., 2010), sendo uma boa estratégia para os produtores diminuírem os custos operacionais efetivos da atividade leiteira, visto que o concentrado é um dos itens mais caros (Dal Monte et al., 2010).

As duas principais práticas sanitárias adotadas nos três grupos foram a vermifugação e a vacinação contra as clostridioses (infecções e toxinfecções provocadas pelas bactérias anaeróbicas do gênero *Clostridium*) e/ou contra a raiva. Ambas as práticas são bastante consolidadas entre as propriedades de caprinos e ovinos (Alencar et al., 2010; Bandeira et al., 2007; Souza Neto et al., 1987), entretanto, foi observado, em campo e em relatos anteriores, que essas práticas são realizadas em muitos casos de maneira errônea.

Na imunização contra as clostridioses, observa-se ausência de calendário específico, má conservação da vacina, repetição da imunização em períodos mais curtos que o recomendado e ausência de reforço para os animais vacinados pela primeira vez. Na prevenção e no combate à verminose, observam-se falta de calendário específico, utilização de vermífugos não específicos, subdosagens e repetição semanal da vermifugação, favorecendo a resistência parasitária aos vermífugos, e conseqüentemente, a perpetuação da doença nos rebanhos (Alencar et al., 2010; Riet-Correa et al., 2013).

Dessa forma, são necessários treinamentos que orientem os produtores sobre as corretas práticas de vermifugação e imunização contra as clostridioses, além da introdução de outros métodos de controle, como por exemplo o FAMACHA[®], que foi uma estratégia viável no controle de helmintos gastrointestinais de caprinos leiteiros, em região semiárida do Nordeste (Vilela et al., 2012).

A elevada adoção da monta controlada – considerando que, por decisão do produtor, ocorre a exposição do reprodutor à fêmea para fazer a cobertura – pode ser uma mudança positiva do tipo de exploração do rebanho caprino nos estados estudados, ao longo das três últimas décadas. Dessa forma, observa-se que o rebanho caprino passa da condição de atividade complementar, com pouca vocação para a produção de leite e baixo registro de monta controlada (menos de 20% das propriedades) (Souza Neto et al., 1987), para maior intensificação e direcionamento para a produção leiteira (Costa et al., 2010), com indicativo de maior adoção de tecnologia.

Em geral, os caprinos das propriedades avaliadas são animais sem padrão racial definido (SPRD), porém com características acentuadas para produção de leite, devido à importação de animais exóticos da região Sudeste, preferencialmente os reprodutores das raças Saanen, Alpina e Toggenburg. Esse comportamento foi relatado desde o final da década 1990, nas regiões dos Cariris paraibanos, onde se verificaram animais mestiços da raça Alpina x raça naturalizada (Costa et al., 2010; Neumaier et al., 1989).

No semiárido nordestino, foram realizados alguns estudos sobre a adaptabilidade de animais puros e mestiços de raças exóticas especializadas na produção de leite, entretanto, ainda não há recomendações sobre composições raciais mais adaptadas às condições climáticas dessa região (Riet-Correa et al., 2013).

As orientações sobre cruzamentos entre raças especializadas em produção de leite e raças naturalizadas deverão considerar os principais produtos gerados da caprinocultura – leite e cabrito para abate –, buscando animais de duplo propósito, adaptados às condições edafoclimáticas da região semiárida, pois contribuirão para a produção de leite, além da venda de animais machos para abate (Lopes et al., 2012).

4.4 Estrutura, produção de leite e comercialização da caprinocultura leiteira

A estrutura mais presente nas propriedades destinada ao rebanho caprino foi o aprisco, que geralmente é construído com madeira, na maioria das vezes retirada da própria Caatinga, com telhado de cerâmica e chão batido (Guilherme et al., 2017; Riet-Correa et al., 2013).

A presença da sala de ordenha, estrutura fundamental na atividade leiteira para proporcionar melhor condição higiênica no momento da ordenha, foi menos frequente no Grupo II. Este grupo foi composto por 57% de propriedades de Pernambuco, cujas políticas de incentivo à produção são mais recentes e menos intensas na Paraíba, que teve ações de melhorias na produção de leite caprino com o programa Pacto Novo Cariri (Costa e Ferreira, 2010). A presença de sala de ordenha nas propriedades produtora de leite caprino é fundamental para a obtenção de leite seguro, segundo as normas vigentes (MAPA, 2000).

A cisterna de placas, estrutura para captar e armazenar águas pluviais e atender à demanda hídrica da família, foi a fonte de água mais frequente em todos os grupos. Essa é proveniente majoritariamente da política pública do governo federal criada em 2003, denominada de “Programa Um Milhão de Cisternas” (Passador e Passador, 2010), mostrando-se efetiva no atendimento às propriedades, independentemente dos grupos identificados.

Com relação à estrutura hídrica para produção animal e agrícola, o Grupo III apresentou maior diversidade de fontes de água em comparação aos outros grupos, onde mais de 50% das propriedades possuíam poço artesiano ou barragem superficial, estruturas que necessitam de investimento do próprio produtor para implantação. A criação e disponibilização de linhas de créditos para estruturas destinadas à captação e ao armazenamento de água, prioritariamente para os animais e a produção vegetal, poderão elevar o suporte hídrico das propriedades dos Grupos I e II.

A maior produção diária de leite apresentada pelo Grupo III pode estar relacionada ao maior efetivo do rebanho caprino e à produtividade por cabra ao passo que a dos Grupos I e II foram iguais, porém com efetivos de rebanho caprino diferentes. O Grupo II apresentou metade do efetivo em relação ao I, provavelmente em razão do maior potencial genético das cabras na produção de leite, aliado ao

manejo mais intensivo promovido por esse grupo. A média de produção de leite das propriedades estudadas foi de 16 litros de leite/dia (Tabela 6) – volume limitado pela cota financeira imposta pelo PAA Leite, principal e, na maioria das vezes, único destino do leite produzido.

A compra garantida de quase todo o leite caprino produzido no Nordeste pelo PAA Leite, com posterior venda às usinas de beneficiamento, fez com que vários sistemas pecuários diversificados de base familiar passassem a explorar a caprinocultura leiteira como a principal atividade comercial na Paraíba e em Pernambuco, a partir do ano de 2000, alavancando os sistemas de produção desses estados (Meneses, 2015; Sampaio et al., 2009).

Apesar do aparente avanço da caprinocultura leiteira com a garantia da compra governamental e a intensificação dos sistemas de produção, o setor passa por dificuldades e aponta o mercado restrito (dependência pelo PAA Leite) como o principal desafio, seguido da cota financeira de compra de leite do programa, limitada em R\$ 4.500,00 (quatro mil e quinhentos reais) por unidade familiar/semestre, o que, conseqüentemente, limita o aumento da produção de leite.

Para contornar esse desafio, é preciso conquistar novos mercados através do desenvolvimento de novos produtos lácteos caprinos com valor agregado, adaptados às exigências dos consumidores, com segurança sanitária, boa qualidade dietética e organoléptica, aliado à capacidade de manter a oferta e a qualidade dos produtos para melhorar a boa imagem dos produtos caprinos (Morand-Fehr et al., 2004; Peacock, 2005).

A venda de animais para abate foi outra fonte de renda provida pela caprinocultura. Normalmente são abatidos cabritos machos com média de 9 meses de idade e de 18 a 20 kg, cuja fonte de renda é muito importante no sistema de produção de caprino, antes mesmo da vocação leiteira implantada após incentivos governamentais. Conforme Souza et al. (1987), não existia exploração de caprinos, pois a função produtiva principal dos animais era a produção de leite ou mesmo a produção voltada para a comercialização formal na Paraíba e em Pernambuco.

Outra fonte de renda da caprinocultura foi a venda de matrizes e reprodutores para reposição em outros rebanhos, com destaque para o Grupo III, possivelmente por ter maior disponibilidade de animais e composição genética do rebanho para a

produção de leite. A venda de animais com finalidade reprodutiva agrega valor ao animal, viabilizando a venda pelo dobro ou mais do valor do animal do que seria destinado para o abate, onde as categorias de cabritas (nulíparas) e cabras são os principais animais vendidos com destino reprodutivo. Vale ressaltar que, nessas regiões, não existe a figura de destaque de propriedades que comercializam genética única e exclusivamente. Tal função parece estar mais distribuída entre as propriedades do Grupo III, já que 59% desses vendem animais com essa finalidade.

5. Conclusões

Os sistemas de produção de caprinos leiteiros da principal bacia do Brasil mostraram-se diversificados em três grupos distintos. As variáveis de posse e tamanho da propriedade, fontes de renda não agrícolas, diversidade pecuária, diversidade das áreas de produção de alimentos, conservação de forragem para período seco e a suplementação concentrada para o rebanho caprino colaboraram para a diversificação dos grupos.

O Grupo I apresentou-se vulnerável a pontos socioeconômicos e produtivos. A relação com a terra foi a mais insegura, visto que a maioria dos produtores não possuía a posse da terra. O grupo apresentou grande dependência do programa de transferência de renda Bolsa-Família e baixa frequência de propriedades com acesso a rendas de outras atividades não agrícolas. A produção caracterizou-se por baixa diversidade pecuária e fragilidade de suporte forrageiro para o período de estiagem, visto que a conservação de forragem e o plantio de palma forrageira foram pouco adotados por esse grupo, aliado à baixa diversidade hídrica, em que a principal fonte foi a cisterna de placa, fonte voltada prioritariamente para o consumo humano.

O Grupo III apresentou-se mais estável sócio, econômica e produtivamente, com forte relação com a terra, além de diversidade nas fontes de renda não agrícola, na produção de alimentos, em especial para a produção de palma forrageira e adoção de práticas de conservação de forragem para o período seco, e nas fontes hídricas para os animais, que possibilitam maior diversidade pecuária e maiores rebanhos.

Um ponto que merece mais atenção é o destino do leite caprino produzido em todas as propriedades, uma vez que o principal e, na maioria das vezes, único destino

foi o programa governamental PAA Leite, com ínfimas propriedades acessando outras formas escoamento da produção, seja pela venda do leite fluido para outros compradores, seja pelo beneficiamento em produtos lácteos e posterior comercialização, o qual é o mais frágil para todos os sistemas de produção de caprinos leiteiros analisados e, conseqüentemente, para a principal a bacia leiteira do Brasil.

A tipologia forneceu subsídio para caracterizar os sistemas de produção de caprinos leiteiros e construir uma “fotografia” de sua situação contemporânea, fornecendo informações úteis para melhorar a compreensão e apoiar formulações de ações de intervenções (elaboração de políticas e de tecnologias) apropriadas aos tipos identificados, além de possibilitar a seleção de propriedades representativas para realização de análises mais detalhadas ao longo do tempo.

Ações de intervenção nos sistemas de produção de caprinos leiteiros da Paraíba e de Pernambuco, para melhorar suas condições socioeconômicas, produtivas e infraestruturais, poderão ser implementadas em duas situações: considerando-se a peculiaridade das diversidades de cada sistemas de produção de caprinos identificados e realizando-se ações transversais aos três tipos de sistemas para melhoria de pontos frágeis comuns a todos.

6. Referências

Ahmed M, Bhandari H, Gordoncillo P, Quicoy C, Carnaje G (2018) Factors affecting extent of rural livelihood diversification in selected areas of Bangladesh. **SAARC Journal of Agriculture** 16:7-21. doi.org/10.3329/sja.v16i1.37419

Albuquerque SGD (1999) Caatinga Vegetation Dynamics under Various Grazing Intensities by Steers in the Semi-Arid Northeast, Brazil. **Journal of Range Management** 52:241-248. 10.2307/4003686

Alencar S, Mota R, Coelho MC, Nascimento S, Abreu S, Castro R (2010) Perfil sanitário dos rebanhos caprinos e ovinos no sertão de Pernambucano. **Ciência Animal Brasileira** 11:131 - 140. 10.5216/cab.v11i1.4051

Almeida HA, Soares ERA, Santos Neto JA, Pinto IO (2019) Social and Productive Indicators of Forage Palm and the Survival of Livestock Activity in the Semi-arid Region of Northeastern Brazil. **Asian Journal of Advances in Agricultural Research** 10:1-12. doi.org/10.9734/ajaar/2019/v10i130018

Alvares CA, Stape JL, Sentelhas PC, Gonçalves JLM, Sparovek G (2013) Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift** 22:711-728. doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507

Anríquez G, Stloukal L (2008) Rural population change in developing countries: lessons for policymaking. **European View** 7:309-317. doi.org/10.1007/s12290-008-0045-7

Araújo Filho JA (1987) Combined species grazing in extensive caatinga conditions. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON GOATS, 4, Brasília: 1987. **Proceedings...** Brasília, DF: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, p.947-969.

Araújo Filho JA, Crispim SMA (2002) Pastoreio combinado de bovinos, caprinos e ovinos em áreas de caatinga no Nordeste do Brasil. In: I CONFERÊNCIA VIRTUAL GLOBAL SOBRE PRODUÇÃO ORGÂNICA DE BOVINOS DE CORTE. **Anais...** Corumbá: Embrapa Pantanal, 1-7

Bandeira DA, Castro RS, Azevedo EO, Melo LSS, Melo CB (2007) Perfil sanitário e zootécnico de rebanhos caprinos nas microrregiões do Cariri paraibano. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia** 59:1597-1600. dx.doi.org/10.1590/S0102-09352007000600040

Bidogeza JC, Berentsen PBM, De Graaf J, Oude Lansink AGJM (2009) A typology of farm households for the Umutara Province in Rwanda. **Food Security** 1:321-335. doi.org/10.1007/s12571-009-0029-8

Bosman HG, Moll HAJ, Udo HMJ (1997) Measuring and Interpreting the Benefits of Goat Keeping in Tropical Farm Systems. **Agricultural Systems** 53:349-372. doi.org/10.1016/S0308-521X(96)00047-9

Brasil (2014) Extrato de Contrato Nº 178/2013 USAG 490002, Diário Oficial da União, Seção 3, Nº 5, quarta-feira, 8 de janeiro de 2014, 115

Brito SS, Cunha AP, Cunningham CC, Alvalá RC, Marengo JA, Carvalho MA (2018) Frequency, duration and severity of drought in the Semiarid Northeast Brazil region. **International Journal of Climatology** 38:517-529. doi.org/doi:10.1002/joc.5225

Campos JNB (2015) Paradigms and Public Policies on Drought in Northeast Brazil: A Historical Perspective. **Environmental Management** 55:1052–1063. doi.org/10.1007/s00267-015-0444-x

Camurça DA, Neiva JNM, Pimentel JCM, Vasconcelos VR, Lôbo RNB (2002) Desempenho Produtivo de Ovinos Alimentados com Dietas à Base de Feno de Gramíneas Tropicais. **Revista Brasileira de Zootecnia** 31:2113-2122. dx.doi.org/10.1590/S1516-35982002000800027

Cândido MJD, Lopes MN, Furtado RN, Pompeu RCFF (2018) Potencial e desafios para a produção animal sustentável em pastagens cultivadas do Nordeste. **Revista Científica de Produção Animal** 20:39-45. <http://dx.doi.org/10.5935/2176-4158/rcpa.v20n1p39-45>

Cattell RB (1966) The Scree Test For The Number Of Factors. **Multivariate Behavioral Research** 1:245-276. doi.org/10.1207/s15327906mbr0102_10

Charrad M, Ghazzali N, Boiteau V, Niknafs A (2014) NbClust: An R Package for Determining the Relevant Number of Clusters in a Data Set. **Journal of Statistical Software** 61:1-36. doi.org/10.18637/jss.v061.i06

Cortez-Arriola J, Rossing WAH, Massiotti RDA, Scholberg JMS, Groot JCJ, Tiftonell P (2015) Leverages for on-farm innovation from farm typologies? An illustration for family-based dairy farms in north-west Michoacán, Mexico. **Agricultural Systems** 135:66-76. doi.org/10.1016/j.agsy.2014.12.005

Costa MS, Ferreira MRL (2010) Desenvolvimento local e participação popular: a experiência do Pacto do Novo Cariri. **Cadernos Gestão Pública e Cidadania** 15:1-20. [dx.doi.org/10.12660/cgpc.v15n56.3201](https://doi.org/10.12660/cgpc.v15n56.3201).

Costa RG, Almeida C, Pimenta Filho E, Holanda Junior E, Santos, N (2008) Caracterização do sistema de produção caprino e ovino na região semi-árida do estado da Paraíba. Brasil. **Archivos de Zootecnia** 57:195-205

Costa RG, Dal Monte HLB, Pimenta Filho EC, Holanda Júnior EV, Cruz GRB, Menezes MPC (2010) Typology and characterization of goat milk production systems in the Cariris Paraibanos. **Revista Brasileira de Zootecnia** 39:656-666. [dx.doi.org/10.1590/S1516-35982010000300027](https://doi.org/10.1590/S1516-35982010000300027)

Coutinho MJF, Carneiro MSS, Edvan RL, Pinto AO (2013) A pecuária como atividade estabilizadora no semiárido brasileiro. **Veterinária e Zootecnia**, 20, 434-441.

Dal Monte HLB, Costa RG, Holanda Júnior EV, Pimenta Filho EC, Cruz GRB, Menezes, MPC (2010) Mensuração dos custos e avaliação de rendas em sistemas de produção de leite caprino nos Cariris Paraibanos. **Revista Brasileira de Zootecnia** 39:2535-2544. [dx.doi.org/10.1590/S1516-35982010001100029](https://doi.org/10.1590/S1516-35982010001100029)

Ei Chew H, LaRose R, Steinfield C, Velasquez A (2011) The use of online social networking by rural youth and its effects on community attachment. **Information, Communication Society** 14:726-747. doi.org/10.1080/1369118X.2010.539243

Farias I, Lira MA, Santos DC, Tavares Filho JJ, Santos MVF, Fernandes APM, Santos VF (2000) Manejo de colheita e espaçamento da palma-forrageira, em consórcio com sorgo granífero, no Agreste de Pernambuco. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 35:341-347. [dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2000000200013](https://doi.org/10.1590/S0100-204X2000000200013)

Freise FW (1938) The drought region of northeastern Brazil. **Geographical Review** 28:363-378. [doi.org/doi:10.2307/209736](https://doi.org/10.2307/209736)

Galizoni FM (2002) Terra, ambiente e herança no alto do Jequitinhonha, Minas Gerais. **Revista de Economia e Sociologia Rural** 40:561-580. [dx.doi.org/10.1590/S0103-20032002000300003](https://doi.org/10.1590/S0103-20032002000300003)

Goetsch AL, Zeng SS, Gipson TA (2011) Factors affecting goat milk production and quality. **Small Ruminant Research** 101: 55-63. doi.org/10.1016/j.smallrumres.2011.09.025

Gonçalves Junior O (2010) **Da tradição ao mercado: construção social e caprinovinocultura no semi-árido**. 336 f. Tese (Doutorado em Administração Pública e Governo) – FGV, São Paulo.

Guilherme RF, Lima AMC, Alves JRA, Costa DF, Pinheiro RR, Alves FSF, Azevedo SS, Alves CJ (2017) Characterization and typology of sheep and goat production systems in the State of Paraíba, a semi-arid region of northeastern Brazil. **Semina: Ciências Agrárias** 38:2163-2178. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2017v38n4p2163>

Haileslassie A, Craufurd P, Thiagarajah R, Kumar S, Whitbread A, Rathor A, Blummel M, Ericsson P, Kakumanu KR (2016) Empirical evaluation of sustainability of divergent farms in the dryland farming systems of India. **Ecological Indicators** 60:710-723. doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.08.014

Hair JF, Black WC, Babin BJ, Anderson RE (2009) **Multivariate data analysis**. New Jersey: Prentice Hall International.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (1992) Divisão regional do Brasil em Mesorregiões e Microrregiões geográficas, Volume 2, Tomo 2, Região Nordeste. Disponível em: < https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv2269_3.pdf. Acessado em: 2 dez. 2018.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2004) Geociências, Informações ambientais, Vegetação, Vegetação Brasileira 1:5.000.000. Disponível em: <http://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/vegetacao/mapas/brasil/vegetacao.pdf>. Acessado em: 23 out. 2018.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2006) Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA, Censo Agropecuário 2006 - Segunda apuração. Disponível em: <sidra.ibge.gov.br/tabela/932>. Acessado em: 03 jan. 2019.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2011) Sinopse do Censo Demográfico 2010. Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: <biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv49230.pdf>. Acessado em: 13 dez. 2018

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2019) Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA, Censo Agropecuário 2017 - Resultados Preliminares. Disponível em: <sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2017>. Acessado em: 15 fev. 2020.

Instituto Nacional do Seguro Social – INSS (2018) Aposentadoria por Idade Rural. Disponível em: <www.inss.gov.br/beneficios/aposentadoria-por-idade-rural/>. Acessado em: 23 out. 2018.

Kamau JW, Stellmacher T, Biber-Freudenberger L, Borgemeister C (2018) Organic and conventional agriculture in Kenya: A typology of smallholder farms in Kajiado and Murang'a counties. **Journal of Rural Studies** 57:171-185. doi.org/10.1016/j.jrurstud.2017.12.014

Kassambara A, Mudt F (2017) Package 'factoextra'. Extract and visualize the results of multivariate data analyses, 76.

Köbrich C, Rehman T, Khan M (2003) Typification of farming systems for constructing representative farm models: two illustrations of the application of multi-variate analyses in Chile and Pakistan. **Agricultural Systems** 76:141-157. doi.org/10.1016/S0308-521X(02)00013-6

Kostrowicki J (1977) Agricultural typology concept and method. **Agricultural Systems** 2:33-45. doi.org/10.1016/0308-521X(77)90015-4

Kuivanen KS, Alvarez S, Michalscheck M, Adjei-Nsiah S, Descheemaeker K, Mellon-Bedi S, Groot JCJ (2016a) Characterising the diversity of smallholder farming systems and their constraints and opportunities for innovation: A case study from the Northern Region, Ghana. **NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences** 78:153-166. doi.org/10.1016/j.njas.2016.04.003

Lê S, Josse J, Husson F (2008) FactoMineR: An R Package for Multivariate Analysis. **Journal of Statistical Software** 25:1-18. dx.doi.org/10.18637/jss.v025.i01

Lopes FB, Silva MCD, Miyagi ES, Fioravanti M, Facó O, Guimarães RF, OA Carvalho Júnior, McManus CM (2012) Spatialization of climate, physical and socioeconomic factors that affect the dairy goat production in Brazil and their impact on animal breeding decisions. **Pesquisa Veterinária Brasileira** 32:1073-1081. dx.doi.org/10.1590/S0100-736X2012001100001

Maia AG, Buainain AM (2015) O novo mapa da população rural brasileira. **Confins: Revista Franco-Brasileira de Geografia** 25:1-16. doi.org/10.4000/confins.10548

Mclvor, J (2012) Sustainable management of the Burdekin grazing lands-A technical guide of options for stocking rate management, pasture spelling, infrastructure development and prescribed burning to optimise animal production, profitability, land condition and water quality outcomes. Disponível em:

<http://era.daf.qld.gov.au/id/eprint/5803/1/BurdekinGrazing_final-04a.pdf>. Acessado em: 26 nov. 2019.

Meneses VF (2015) “Miunça” e Caprinocultura: Entrelaçamento de Lógicas Sociais da Pecuária Caprina e o PAA/Leite no Cariri Paraibano. **Raízes** 35:66-82.

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA (2000) Instrução Normativa No. 37, Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leite de Cabra [Normative Instruction No. 37 – Federal Regulation for Identity and Quality Standards of Goat Milk, Brazil] p. 23. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acessado em: 11 mai. 2019.

Ministério da Cidadania MC (2019) Secretaria Especial de Desenvolvimento Social/Bolsa Família. Disponível em: <<http://mds.gov.br/assuntos/bolsa-familia/o-que-e>>. Acessado em: 26 nov. 2019.

Mittal S, Mehar M (2016) Socio-economic Factors Affecting Adoption of Modern Information and Communication Technology by Farmers in India: Analysis Using Multivariate Probit Model. **The Journal of Agricultural Education and Extension** 22:199-212. doi.org/10.1080/1389224X.2014.997255

Morand-Fehr P, Boutonnet JP, Devendra C, Dubeuf JP, Haenlein GFW, Holst P, Mowlem L, Capote J (2004) Strategy for goat farming in the 21st century. **Small Ruminant Research** 51:175-183. doi.org/10.1016/j.smallrumres.2003.08.013

Neumaier M (1984) **The social organization of peasant goat production in northeast Brazil**. 133 f. Thesis (Master of Science) - University of Missouri, Columbia. Disponível em: <<http://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/article/view/16556>>. Acessado em: 23 jan. 2019.

Odoh NE, Nwibo SU (2017) Socio-Economic Determinants of Rural Non-Farm Households Income Diversification in Southeast Nigeria. **International Research Journal of Finance and Economics** 164:116-128.

Oliveira OF, Santos MVF, Cunha MV, Dubeux Jr. JCB, Muir JP, Mello ACL, ... Barros, G. F. N. P (2016) Botanical composition of Caatinga rangeland and diets selected by grazing sheep. **Tropical Grasslands** 4:71–81. doi.org/10.17138/tgft(4)71-81

Oluwatayo IB, Oluwatayo TB (2012) Small ruminants as a source of financial security: A case study of women in rural southwest nigeria I. background to the study, 1-21. Disponível em: <www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-

85034813673&origin=inward&txGid=c8d0bed852831aaa0439e741c091827f>.
Acessado em:19 dez. 2018.

Pacini G, Colucci D, Baudron F, Righi E, Corbeels M, Tiftonell P, Stefanini F (2014) Combining multi-dimensional scaling and cluster analysis to describe the diversity of rural households. **Experimental agriculture** 50:376-397. 10.1017/s0014479713000495

Passador CS, Passador JL (2010) Apontamentos sobre as políticas públicas de combate à seca no Brasil: cisternas e cidadania. **Cadernos Gestão Pública e Cidadania** 15:65-86. dx.doi.org/10.12660/cgpc.v15n56.3203

Peacock C (2005) Goats – A pathway out of poverty. **Small Ruminant Research** 60:179-186. doi.org/10.1016/j.smallrumres.2005.06.011

Petrini MA, Rocha JV, Brown JC, Bispo RC (2016) Using an analytic hierarchy process approach to prioritize public policies addressing family farming in Brazil. **Land Use Policy** 51:85-94. doi.org/10.1016/j.landusepol.2015.10.029

R Core Team (2018) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL www.R-project.org/.

Ramos JPF, Santos EM, Santos APM, de Souza WH, Oliveira JS (2016) Ensiling of Forage Crops in Semiarid Regions. In: Advances in Silage Production and Utilization. InTech. <http://dx.doi.org/10.5772/101990>

Riet-Correa B, Simões SVD, Pereira Filho JM, Azevedo SS, Melo DB, Batista JA, Miranda Neto EG, Riet-Correa F (2013) Sistemas de produção de caprinocultura leiteira no semiárido paraibano: caracterização, principais limitantes e avaliação de estratégias de intervenção. **Pesquisa Veterinária Brasileira** 33:345-352. dx.doi.org/10.1590/S0100-736X2013000300012

Sales JS, Brasileiro MDS, Medina JCC (2014) La cultura del macho cabrío (bode) y el desarrollo local. La invención de Cabaceiras (Brasil) como ciudad turística. **Estudios y perspectivas en turismo** 23:396-415.

Sampaio B, Sampaio Y, Lima RC, Aires A, Sampaio G (2009) A Economia da Caprinocultura em Pernambuco: Problemas e Perspectivas. **Revista de Economia** 35:137-159. dx.doi.org/10.5380/re.v35i2.17207

Santos MVF, Lira MA, Dubeux Junior JCB, Guim A, Mello ACL, Cunha M (2010) Potential of Caatinga forage plants in ruminant feeding. **Revista Brasileira de Zootecnia** 39:204-215. dx.doi.org/10.1590/S1516-35982010001300023

Shirai Y, Fox J, Leisz SJ, Fukui H, Rambo AT (2017) The influence of local non-farm employment on rural household structure in Northeast Thailand. **Journal of Rural Studies** 54:52-59. doi.org/10.1016/j.jrurstud.2017.06.003

Sourial N, Wolfson C, Zhu B, Quail J, Fletcher J, Karunanathan S, Bandeen-Roche K, Béland F, Bergman H (2010) Correspondence analysis is a useful tool to uncover the relationships among categorical variables. **Journal of Clinical Epidemiology** 63:638–646. doi.org/10.1016/j.jclinepi.2009.08.008

Souza Neto J, Baker G, Mesquita RCM (1987) Características gerais da produção de caprinos leiteiros no Nordeste do Brasil. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia** 16:481-491

Upton M (2011) Guidelines for the preparation of livestock sector reviews. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Disponível em: <dk.um.si/lzpisGradiva.php?lang=slv&id=49917>. Acessado em: 19 mar. 2019

Vilela VLR, Feitosa TF, Linhares EF, Athayde ACR, Molento MB, Azevedo SS (2012). FAMACHA[®] method as an auxiliary strategy in the control of gastrointestinal helminthiasis of dairy goats under semiarid conditions of Northeastern Brazil. **Veterinary Parasitology** 190:281–284. doi:10.1016/j.vetpar.2012.05.024

CAPÍTULO 3 – Sustentabilidade de sistemas de produção de caprinos leiteiros em região semiárida do Brasil

RESUMO – Objetivou-se avaliar o grau de sustentabilidade de sistemas de produção de leite caprino nas dimensões ambiental, econômica e social, em regiões semiáridas do Brasil. Foram avaliados 18 sistemas de produção de caprinos leiteiros nos estados da Paraíba e de Pernambuco, nove em cada estado, tipificados previamente em três grupos. Foi utilizado o Marco para Avaliação de Sistemas de Manejo dos Recursos Naturais Incorporando Indicadores de Sustentabilidade - MESMIS. Com base na caracterização dos sistemas selecionados e na identificação de seus pontos críticos, foram selecionados 22 indicadores classificados em sete atributos de sustentabilidade: produtividade, estabilidade, resiliência, confiança, adaptabilidade, equidade e autossuficiência. Os indicadores foram padronizados e apresentados em escala de 0 a 100%, interpretados em três faixas em função de ações de melhoria: 1 - não foram necessárias ações de melhorias (≥ 75 a 100%); 2 – são recomendadas ações de melhoria de curto e médio prazos (≥ 50 a 75%) e 3 – são necessárias medidas corretivas imediatas e representam estado crítico dos sistemas de produção ($< 50\%$). De forma geral, os indicadores ficaram na faixa que sinaliza ações de melhorias de curto e médio prazos. O indicador mercado para lácteos caprinos foi o mais crítico, com escore de sustentabilidade na faixa que requer ações corretivas imediatas. O único indicador que não necessitou de ações de melhoria foi a regularidade da produção de leite de cabra durante o ano. A avaliação de sustentabilidade por intermédio da MESMIS forneceu informações relevantes para os sistemas de produção de caprinos leiteiros, identificando pontos críticos que deverão ser melhorados para o alcance da sustentabilidade dentro dos parâmetros selecionados.

Palavras-chave: agricultores, avaliação da sustentabilidade, caatinga, MESMIS

CHAPTER 3 – Sustainability of dairy goat production systems in semi-arid region of Brazil

ABSTRACT – The objective of this study was to evaluate the degree of sustainability in the environmental, economic, and social dimensions of goat milk production systems in semi-arid regions of Brazil. Eighteen dairy goat farms were evaluated in the states of Paraíba and Pernambuco, in which we used nine farms from each state, the farms were previously classified into three farm groups. For this, we used the Framework for the Evaluation of Natural Resource Management Systems Incorporating Sustainability Indicators (MESMIS, its Spanish acronym). Based on the characterization of the selected farms and identification of their critical points, 22 indicators were selected and classified into seven sustainability attributes (productivity; stability; resilience; confidence; adaptability; equity, and self-sufficiency). The indicators were standardized and presented in a scale from 0 to 100%, interpreted in three ranges according to actions needed to improve them. Range 1- no improvement actions were required (≥ 75 to 100%), range 2- require short- and medium-term improvement actions (≥ 50 to 75%), and range 3- require immediate corrective actions and represent critical state of production systems ($< 50\%$). Overall, the indicators were in the range 2, requiring short- to medium-term improvement actions. The goat dairy market had indicator was the most critical, that require immediate corrective action. The only indicator that did not require improvement actions was the regularity of goat milk production throughout the year. The sustainability assessment through MESMIS provided relevant information for dairy goat production systems, identifying critical points that should be improved to achieve sustainability of the selected parameters.

Keyword: caatinga, farmers, sustainability assessment, MESMIS

1. Introdução

No início dos anos 2000, programas governamentais de iniciativa conjunta entre estados e federação introduziram um processo organizado de aquisição, beneficiamento e distribuição de leite caprino pasteurizado, na principal bacia leiteira caprina do Brasil, localizada na região semiárida entre os estados da Paraíba e de Pernambuco e integrada pelas microrregiões dos Cariris Paraibanos, Pajeú, Sertão de Moxotó e Vales do Ipojuca e Ipanema Pernambucanos. O Programa de Aquisição de Alimentos modalidade Leite (PAA – Leite) trouxe maior dinamismo à atividade pela formalização da venda do leite caprino e possibilidade de compra direta da agricultura familiar, na medida em que beneficiou pessoas em risco alimentar, injetando grandes volumes de recursos e benefícios em microrregiões fragilizadas economicamente (Meneses, 2015; Ministério da Cidadania, 2019a; Sampaio et al., 2009).

Os sistemas de produção de caprinos encontrados nessas localidades, antes adaptados ao ambiente semiárido e utilizados basicamente para corte e venda informal de pequenos volumes de leite, foram incentivados a ampliar o volume de leite produzido pela oportunidade de compra garantida oferecida pelo PAA - Leite. Esse processo decorreu da intensificação e especialização da produção de leite de rebanhos caprinos com introdução de raças exóticas trazidas, em sua maioria, da região Sudeste do país, tornando necessárias diversas transformações no sistema, principalmente aquelas relacionadas à infraestrutura, alimentação e sanidade (Costa et al., 2010; Gonçalves Júnior, 2010).

Em decorrência da intensificação e importância da caprinocultura leiteira face a outras atividades pecuárias que compõem os complexos e diversificados sistemas de produção que produzem leite caprino na Paraíba e em Pernambuco, tornou-se necessário avaliar a sustentabilidade destes sistemas de produção mediante os desafios internos e externos que compelem o funcionamento a longo prazo e a reprodutibilidade do sistema (Alencar et al., 2010; Costa et al., 2008 e 2010; Dal Monte et al., 2010; Maciel et al., 2011; Riet-Correa et al., 2013).

A sustentabilidade de sistemas de produção pode ser entendida como a capacidade de os sistemas de manterem-se produtivos por longos períodos, atendendo às perspectivas econômica, social e ambiental, ou seja, remunerando e satisfazendo as necessidades básicas e culturais e mantendo a qualidade sem

prejudicar os recursos naturais (Yunlong e Smit, 1994). Ademais, o aumento da pressão exercida pela sociedade quanto ao uso racional dos recursos naturais, o eminente risco do processo de desertificação e a necessidade de reavaliar o sistema de produção, tornando-o mais eficiente, efetivo e eficaz enquanto instrumento de interação com a natureza para obtenção de produtos, para promover a manutenção da família rural, justificam a necessidade de avaliação da sustentabilidade de sistemas de produção de caprinos leiteiros dos perfis de produção predominantes na maior bacia leiteira caprina do país, localizada entre os estados da Paraíba e de Pernambuco.

Considerando que a caprinocultura leiteira da Paraíba e de Pernambuco está inserida em sistemas diversificados de base familiar, é importante a utilização de metodologias mais flexíveis e adaptáveis que possibilitem a seleção de indicadores de sustentabilidade capazes de traduzir a complexidade desses sistemas. Nesse sentido, torna-se necessário exercitar o pensamento sistêmico e romper com a visão exclusivamente econômica, integrando as demais dimensões sociais e ambientais no processo avaliativo.

Entre as metodologias para avaliação da sustentabilidade, a MESMIS - “Marco para Avaliação de Sistemas de Manejo dos Recursos Naturais Incorporando Indicadores de Sustentabilidade” é basicamente uma ferramenta metodológica para o planejamento, visando à melhoria dos sistemas de produção. Sua estrutura propõe a derivação, a medição e o monitoramento dos indicadores de sustentabilidade de maneira sistemática, participativa, interdisciplinar e flexível, adaptável a diferentes níveis de disponibilidade de dados e recursos técnicos e financeiros locais (López-Ridaura et al., 2002; Speelman et al., 2007).

A MESMIS está alicerçada em quatro premissas: 1 - a sustentabilidade é definida por sete atributos: produtividade, estabilidade, confiabilidade, resiliência, adaptabilidade, equidade e autossuficiência; 2 - as avaliações são válidas para um sistema específico com predefinição da escala espacial e temporal; 3 - ser um processo participativo, que requer uma equipe multidisciplinar com participantes internos e externos ao sistema; e 4 - ser avaliada pela comparação entre sistemas ao mesmo tempo (estudo transversal) ou dentro do mesmo sistema ao longo do tempo (estudo longitudinal) (López-Ridaura et al., 2002).

Objetivou-se avaliar a sustentabilidade de sistemas de produção de caprino leiteiro representativos dos perfis predominantes na bacia leiteira integrada localizada entre os estados da Paraíba e de Pernambuco, Nordeste do Brasil.

2. Material e Métodos

2.1 Metodologia empregada

Para avaliar a sustentabilidade dos sistemas de produção de leite caprino, foi utilizada a estrutura operacional da metodologia MESMIS, seguindo os cinco passos descritos por López-Ridaura et al. (2002), os três primeiros dedicados a: 1 - caracterizar os sistemas, 2 - identificar os pontos críticos e 3 - selecionar indicadores ambientais, econômicos e sociais específicos. Os outros dois foram: 4 - mensurar os indicadores e 5 - integrar e apresentar os resultados para avaliação da sustentabilidade dos sistemas. Esses cinco passos constam na Figura 1.

2.2 Área de estudo

O estudo foi realizado em 18 propriedades, localizados em 16 municípios pertencentes às seis microrregiões que compõem a principal bacia leiteira caprina do país, localizada nos estados da Paraíba (Cariri Ocidental e Cariri Oriental) e de Pernambuco (Pajeú, Sertão do Moxotó, Vale do Ipanema e Vale do Ipojuca), no Nordeste do Brasil (Figura 2).

Segundo Alvares et al. (2013), com base na classificação de Köppen, o clima das microrregiões dos Cariris paraibanos e dos Sertões pernambucanos (Pajeú e Sertão do Moxotó) é BSh, semiárido seco, com pluviosidade média anual entre 400 a 500 mm e temperatura média anual entre 22 e 24°C. Nas microrregiões do Vale do Ipanema e do Ipojuca, região Agreste pernambucana, a classificação é As, tropical, com chuvas de inverno, pluviosidade média anual de 700 mm e temperatura média anual de 20 a 22°C.

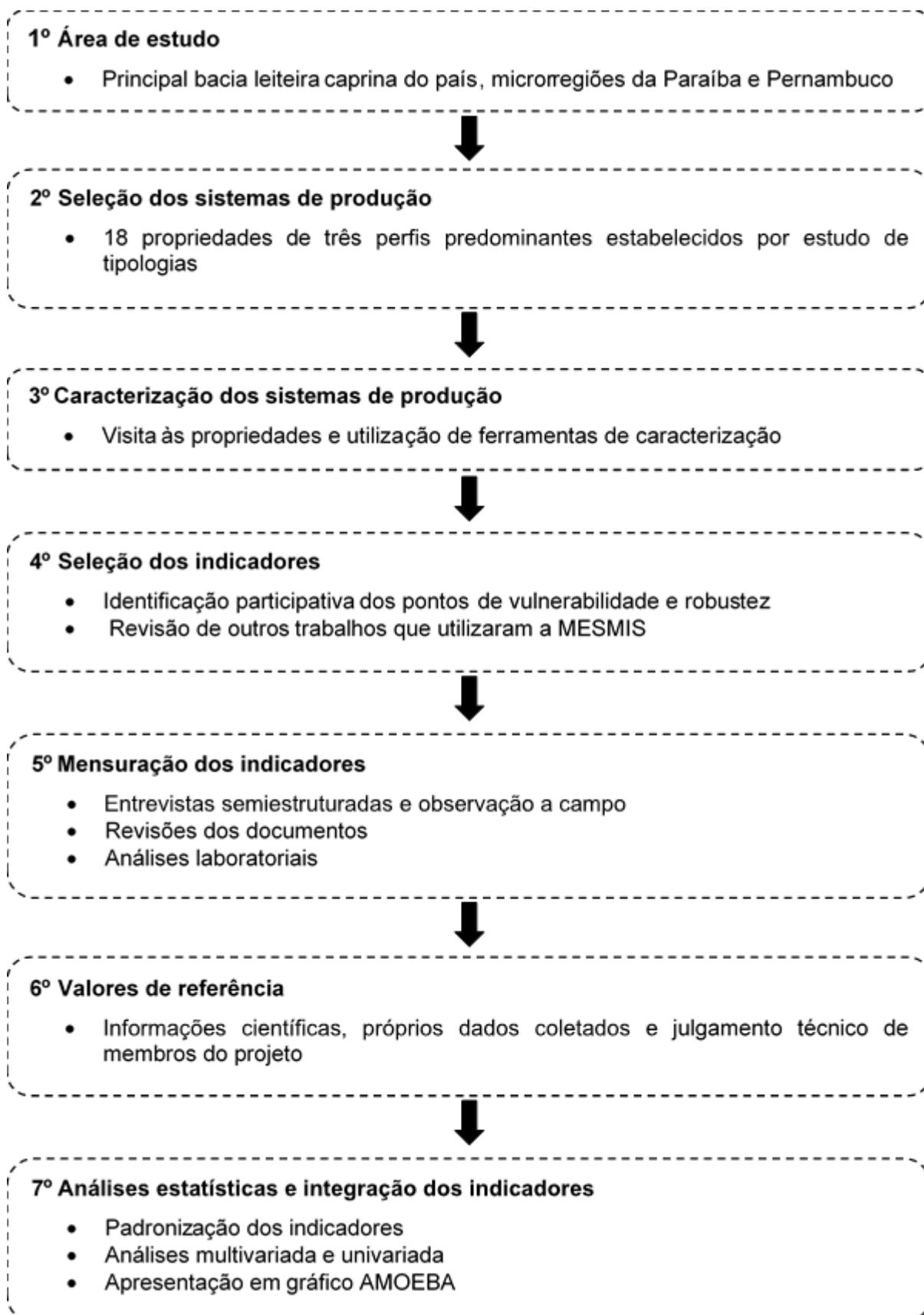


Figura 1. Etapas realizadas para avaliação de sustentabilidade pela MESMIS.

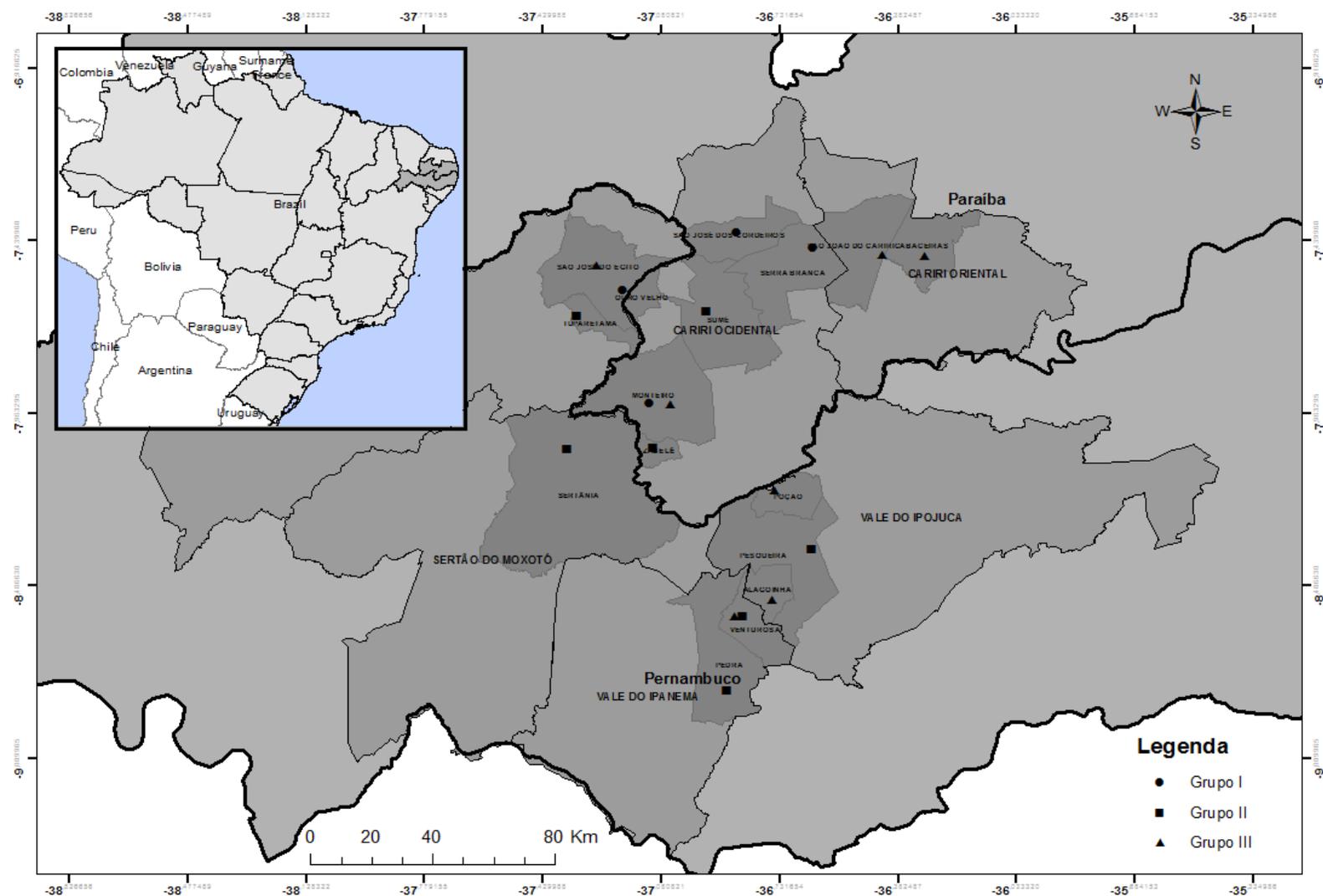


Figura 2. Distribuição espacial das 18 propriedades avaliadas nos estados da Paraíba e de Pernambuco (tonalidades de cinza do mais claro para o mais escuro: estados, microrregiões e municípios).

A vegetação predominante nessas microrregiões é a Caatinga, composta por arbustos e pequenas árvores, geralmente espinhosas e decíduas, que perdem suas folhas no início da estação seca. Plantas anuais, cactos, bromélias e componente herbáceo, composto por gramíneas e dicotiledôneas, são complementos adicionais à composição botânica desse bioma (IBGE, 2004; Santos et al., 2010).

2.3 Seleção dos sistemas de produção

Foram selecionadas propriedades (amostras) dos três perfis predominantes definidos e caracterizados após estudo de tipologia com 554 propriedades entre as microrregiões supracitadas dos estados da Paraíba e de Pernambuco (Capítulo 2).

O estudo de tipologia foi realizado com dados sociais, econômicos, produtivos e estruturais das propriedades coletados em entrevista presencial com os produtores e analisados por técnicas multivariadas de dados, Análise de Correspondência Múltipla e Análise de Agrupamento, que resultaram em três grupos com as seguintes características:

- Grupo I - 212 propriedades (38,3% da amostra): apresentou tamanho intermediário de propriedade (32,4 ha), menor diversidade pecuária, menor acesso à renda de outra atividade econômica não agrícola e alta presença de renda proveniente de programa governamental de transferência de renda;
- Grupo II - 152 propriedades (27,4% da amostra): apresentou o menor tamanho médio de propriedade (8,6 ha), as menores áreas de produção de forragem e os menores rebanhos de ruminantes e presença de renda de outra atividade econômica e proveniente de programa governamental de transferência de renda;
- Grupo III - 190 propriedades (34,3% da amostra): apresentou maior tamanho médio das propriedades (35,5 ha), elevada diversidade pecuária com maior efetivo dos rebanhos, adequada infraestrutura para a caprinocultura, diversidade hídrica e presença de rendas de outra atividade econômica e de aposentadoria.

Inicialmente foram pré-selecionadas 36 propriedades que foram visitadas no período de novembro de 2018 a maio de 2019, para confirmar o perfil e escolher 18 propriedades (Tabela 1), sendo escolhidas quatro propriedades do Grupo I, sete

propriedades do Grupo II e sete propriedades do Grupo III, distribuídas por toda a bacia leiteira caprina – área de análise proposta no presente estudo.

2.4 Caracterização dos sistemas de produção

A caracterização dos sistemas de produção foi realizada utilizando diferentes ferramentas propostas por Petersen et al. (2017): 1 - representação gráfica do sistema (mapa da propriedade), realizada após caminhada na propriedade para observação dos subsistemas e demais componentes do sistema; 2 - linha do tempo, para a descrição das mudanças ocorridas durante o ciclo de vida da família gestora do sistema, relacionadas a variáveis internas e externas; 3 - diagramas de fluxos para a representação gráfica dos subsistemas e melhor entendimento sobre a estrutura e funcionamento dos mesmos, com elaboração de fluxogramas dos insumos e produtos, das rendas monetárias e não monetárias (cujas produções são utilizadas pela família – autoconsumo) e da divisão social dos trabalhos; e 4 - planilha eletrônica específica para o levantamento de informações econômicas; todos representados no Apêndice C.

Tais ferramentas foram aplicadas em visitas (três dias) aos sistemas de produção e contaram com a participação direta dos técnicos do projeto e dos membros da família gestora, de forma participativa, consultiva e colaborativa, segundo recomendação de Pound et al. (2003; i.e., tipologia de participação de Biggs).

Tabela 1. Principais características presentes nos 18 sistemas de produção de caprinos leiteiros participantes do estudo

Cidade/Estado	GR	TP	TF	Rebanhos					Suporte forrageiro					Suporte hídrico						
				CA	BO	AV	OV	SU	RÇ ^a	QP ^b	PF	PC	CAA	BA	CI	CC	PÇ	PA		
Monteiro/PB	1	10	2	•		•		•			•	•	•			•		•		
Serra Branca/PB	1	263	3	•	•	•				•	•	•	•	•		•				
Ouro Velho/PB	1	87	8	•	•	•		•		•	•	•	•	•		•		•	•	
São José dos Cordeiros/PB	1	74	3	•	•	•		•		•	•			•		•		•	•	
Venturosa/PE	2	14	2	•		•				•	•	•		•		•	•			
Sertânia/PE	2	18	4	•						•	•	•		•				•		
Tuparetama/PE	2	26	4	•	•	•		•			•	•	•			•	•			
Zabelê/PB	2	2	3	•	•						•	•	•			•				
Sumé/PB	2	15	5	•	•	•	•	•		•	•	•	•	•		•		•		
Pesqueira/PE	2	25	5	•	•	•		•			•			•		•				
Pedra/PE	2	14	4	•	•	•		•			•			•		•				
Poção/PE	3	12	6	•	•	•		•		•	•	•		•		•	•			
Alagoinha/PE	3	6	4	•		•		•		•	•	•	•	•		•	•		•	
São João do Cariri/PB	3	110	2	•	•	•	•	•		•		•	•	•		•	•	•	•	
Venturosa/PE	3	20	4	•	•	•		•			•	•	•	•		•	•			
Monteiro/PB	3	51	2	•		•	•				•	•	•	•		•	•		•	•
São José do Egito/PE	3	42	4	•	•	•				•		•		•		•			•	
Cabaceiras/PB	3	21	9	•			•	•		•	•		•	•		•		•	•	

GP- grupo do estudo de tipologia; TP- tamanho da propriedade (ha); TF- tamanho da família (membros); CA- caprinos; BO- bovinos; AV- aves; OV- ovinos; SU- suínos; RÇ- roçado; QP- quintal produtivo; PF- palma forrageira; PC- pastagens cultivadas (pisoteio e corte); CAA- Caatinga; BA- barragem superficial; CI- cisterna de placas/16 mil litros; CC- cisterna-calçadão/52 litros; PÇ- poço artesiano; PA- poço amazonas. ^aPlantio anual na maioria das vezes consorciado de milho e feijão; ^b Terreno situado próximo às casas onde se cultivam hortaliças, fruteiras, plantas medicinais e se criam pequenos animais, basicamente para suprir as necessidades da família.

2.5 Seleção dos indicadores

A seleção dos indicadores foi realizada de forma participativa em dois momentos; No primeiro, foi realizado um levantamento dos pontos críticos com os produtores e técnicos, com base nas informações coletadas durante as caracterizações dos sistemas selecionados. A premissa para identificação dos pontos críticos foi identificar os processos ambientais, técnicos, econômicos e sociais que limitam ou fortalecem a capacidade de os sistemas serem sustentáveis ao longo do tempo, realizando-se duas perguntas aos produtores e técnicos do projeto: 1 - Quais os pontos em que os sistemas são mais vulneráveis ou apresentam problemas? e 2 - Quais os pontos em que os sistemas são mais robustos? (López-Ridaura et al, 2002; Maser et al., 2008).

Com base no levantamento dos pontos críticos positivos e negativos e em revisões de outros trabalhos que utilizaram a MESMIS (Alcázar et al., 2019; Arnés et al., 2019; Astier et al., 2011; Franco et al., 2012; López-Ridaura et al., 2002; Merlín-Uribe et al., 2013; Oliveira et al., 2012; Ripoll-Bosch et al., 2012), realizaram-se derivações a partir dos pontos críticos, que foram conectados aos atributos de sustentabilidade (produtividade, estabilidade, confiabilidade, resiliência, adaptabilidade, equidade e autossuficiência) e, posteriormente, aos critérios de diagnóstico, que representaram um nível de análise mais detalhada que os atributos, porém mais gerais que os indicadores, sendo formada uma primeira lista de indicadores.

No segundo momento, como preconizado por Astier e González (2008), foi formatada, através de discussões entre os técnicos do projeto, uma lista final de indicadores, buscando-se indicadores que fornecessem informações sobre os atributos de sustentabilidade e os processos relevantes e comuns a todos os sistemas selecionados, além de gerenciáveis pela equipe avaliadora. A segunda fase finalizou com a seleção de 22 indicadores, que atenderam aos setes atributos e às três dimensões preconizadas na MESMIS (Tabela 2).

Tabela 2. Atributos, critérios de diagnóstico e indicadores de sustentabilidade para avaliação de sistemas produtores de leite caprino, nos estados da Paraíba e de Pernambuco, Nordeste do Brasil

Atributos	Crítérios de diagnóstico	Indicadores	Tipo ^a	Dimensões ^b	
Produtividade	Rendimento produtivo	1. Produção de leite	QT	E	
		2. Regularidade da produção de leite de cabra	QT	E	
	Rendimento econômico (provisão)	3. Produção de milho grão	QT	E	
		4. Renda <i>per capita</i>	QT	E/S	
		5. Participação da renda <i>per capita</i> agrícola	QT	E/S	
Estabilidade, resiliência e confiança	Conservação de recursos naturais	6. Disponibilidade de água	QL	A	
		7. Qualidade da água	QL/QT ^c	A	
		8. Qualidade do solo	QL/QT ^c	A	
		9. Disponibilidade de sementes	QL	A	
		10. Gestão de resíduos	QL	A	
Adaptabilidade	Aprendizagem	11. Espaços sociotécnicos de aprendizagem	QT	S	
	Capacidade de inovação	12. Adoção de tecnologias	QL	S	
	Diversidade de renda	13. Atividades agrícolas geradoras de renda	QT	E	
	Diversificação de canais de comercialização	14. Canais de comercialização	QT	E	
Equidade	Divisão do trabalho doméstico por gênero	15. Divisão do trabalho doméstico	QL	S	
	Protagonismo da juventude rural	16. Participação dos jovens	QL	S	
	Qualidade de vida	17. Satisfação no campo	QL	S	
Autossuficiência	Autossuficiência	18. Disponibilidade de forragem	QL	A/E	
		19. Independência por insumos externos	QT	E	
	Participação em organizações	20. Participação social	QT	S	
		Restrição de mercado	21. Mercado para os lácteos caprinos	QL	E
		Segurança alimentar	22. Diversidade de alimentos autoconsumidos	QT	E/S

^aQT- indicador quantitativo e QL- indicador qualitativo; ^bA- ambiental, E- econômica e S- social; ^cnos indicadores de água e solo, foram utilizados os resultados quantitativos das análises laboratoriais de água e solo.

2.6 Mensuração dos indicadores

2.6.1 Entrevistas semiestruturadas e observação a campo

Foram realizadas visitas às 18 propriedades selecionadas para coleta dos indicadores, entre os meses de maio e junho de 2019. As visitas foram pré-agendadas com os produtores, sendo solicitada a presença do produtor e de seus familiares. Uma equipe multidisciplinar de técnicos (agrônomos, zootecnistas e veterinários) do projeto e o técnico extensionista responsável pelo acompanhamento ao produtor conduziram as entrevistas e realizaram as observações a campo, com duração média de 4 horas. Foram utilizados um roteiro pré-definido de perguntas e um painel com gráfico de radar, pontuado de 0 a 100, para auxiliar o(a) produtor(a) nas respostas. A observação de campo foi constituída de visitação aos principais subsistemas da propriedade acompanhada do(a) produtor(a), sendo a observação precedida à entrevista. Os indicadores coletados nessa etapa foram 1; 2; 3; 6; 9; 10; 11; 12; 14; 15; 16; 17; 18; 20; 21 e 22 (Tabela 2).

2.6.2 Revisões dos documentos

Foram realizadas revisões nos fluxogramas e na planilha econômica de cada agroecossistema para facilitar o cálculo dos indicadores: renda *per capita*; participação da renda *per capita* agrícola; atividades agrícolas geradoras de renda; e independência por insumos externos.

2.6.3 Análises laboratoriais

Foram realizadas análises de água e solo de todas as propriedades, para calcular seus indicadores de qualidade.

Foram coletadas amostras em cada fonte de água existente nas propriedades e levadas a laboratório para análises dos parâmetros físico-químicos. Para análise do solo, foram abertos perfis de solos em cada propriedade, conforme sua ocorrência na paisagem, nos quais foram realizadas a descrição morfológica e a coleta de amostras deformadas por horizontes, obedecendo a normas e critérios adotados por Santos et al. (2015), e descritos os principais atributos morfológicos (Santos et al., 2018). Em seguida, as amostras foram acondicionadas em sacos plásticos e levadas ao

laboratório para análises físico-químicas, segundo metodologias descritas no Manual Técnico de Análises de Solos (Donagema, et al., 2011).

2.7 Valores de referência

Após a seleção dos indicadores, foram escolhidos valores de referência (ótimo e limiar crítico), com base em informações científicas; dados próprios coletados; e valores obtidos em julgamento técnico de membros do projeto, em função das observações realizadas a campo durante a caracterização e avaliação das propriedades. Os valores de referência são descritos abaixo:

1. Produção de leite (Ind_1): consideraram-se 1 litro cabra⁻¹dia⁻¹ o valor crítico e 2,5 litros dia⁻¹ cabra⁻¹ o valor ótimo, valores referentes aos valores do mínimo e do terceiro quartil das observações coletadas, respectivamente.
2. Regularidade da produção de leite (Ind_2); consideraram-se 6 meses ininterruptos de produção de leite no ano da propriedade o valor crítico, referente à média de duração de lactação de cabras mestiças no estado da Paraíba de 185 dias, no estudo de Pimenta Filho et al. (2004), e 12 meses ininterruptos de produção de leite no ano da propriedade o valor ótimo.
3. Produção de milho grão (Ind_3); consideraram-se as produções de 0 kg ha⁻¹ o valor crítico, quando ocorreu plantio, porém não foi possível produzir e colher em função da adversidades meteorológicas (estiagem), e de 1.200 kg ha⁻¹ o valor ótimo, referente ao valor do terceiro quartil das observações coletadas.
4. Renda *per capita*² (Ind_4): consideraram-se R\$ 89,00 *per capita* o valor crítico, referente ao valor para concessão do benefício governamental Bolsa-Família (Ministério da Cidadania, 2019b), e R\$ 988,00 o valor ótimo, referente ao salário mínimo estabelecido pelo Governo Federal do Brasil para 2019 (Brasil, 2019).
5. Participação da renda *per capita* agrícola (Ind_5): considerou-se o valor crítico 0% de participação da renda *per capita* agrícola na renda *per capita* total e a participação de ≥79% da renda *per capita* agrícola na renda *per capita* total, o valor ótimo, referente ao valor do terceiro quartil das observações coletadas.

² Renda per capita – É o somatório da renda agrícola (remuneração efetiva do trabalho realizado no sistema) e a renda de outras atividades não agrícolas, dividido por número de membros da família, por mês.

6. Disponibilidade de água (Ind_6): considerou-se escala com cinco escores, 0% para o valor crítico e 100% para o valor ótimo: 0% - água indisponível na propriedade; 25% - disponível somente para a família; 50% - disponível para a família e os animais de produção; 75% disponível para a família, animais de produção e produção vegetal (irrigação); e 100% - água em abundância que proporciona o atendimento às condições anteriores e possível doação e/ou comercialização.

7. Qualidade da água (Ind_7): considerou-se a classificação para fins de irrigação, segundo critérios estabelecidos por Richards (1954), que se baseia na condutividade elétrica (CE) como indicador do risco de salinização do solo e na razão de absorção de sódio (RAS) como indicador de sodicidade. Cada critério foi composto por cinco faixas de avaliação (0; 25; 50; 75; e 100% - Apêndice D) e o resultado final foi a média dos dois critérios.

8. Qualidade do solo (Ind_8): consideraram-se para avaliação do solo cinco indicadores: 1 - fertilidade natural; 2 - porcentagem de sódio trocável (PST); 3 - condutividade elétrica (CE); 4 - profundidade efetiva; e 5 - textura, todos com cinco faixas (0; 25; 50; 75; e 100%) qualitativas de avaliação, conforme Tabela Matriz de avaliação do solo (Apêndice D). O resultado final foi obtido pela média destes cinco indicadores. Para as propriedades com mais de uma classe de solo, estes foram avaliados separadamente e, após, calculada a média para obtenção do resultado final. A Tabela Matriz construída e os limites estabelecidos para cada faixa tiveram como base indicadores físico-químicos, segundo Santos et al. (2015), Santos et al (2018), Faria et al (2007) e Novais et al. (2007).

9. Disponibilidade de sementes (Ind_9): considerou-se escala com cinco escores, com 0% para o valor crítico e 100% para o valor ótimo: 0% - compra/recebe todas as sementes utilizadas no plantio; 25% - compra/recebe 75% das sementes; 50% - compra/recebe 50% das sementes; 75% - compra/recebe 25% das sementes; e 100% - não compra sementes utilizadas no plantio, todas são de produção própria.

10. Gestão de resíduos (Ind_10): considerou-se escala com cinco escores, com 0% para o valor crítico e 100% para o valor ótimo: 0% - a) todos os resíduos gerados ainda são dispersos no meio ambiente, b) poluem o solo e água, visivelmente, c) prejudicam os produtos produzidos, d) são ameaças para o mercado dos produtos, e) são ameaça para a saúde humana e f) não geram renda nem energia; 25% - a) parte

dos resíduos gerados ainda é dispersa no meio ambiente, b) polui o solo e água, visivelmente, c) prejudica parte dos produtos produzidos, d) é ameaça para o mercado dos produtos, e) é ameaça para a saúde humana e f) não gera renda nem energia; 50% - a) parte dos resíduos gerados ainda é dispersa no meio ambiente, b) polui o solo e água, visivelmente, c) prejudica parte dos produtos produzidos, d) não é ameaça efetiva para o mercado dos produtos, e) não é efetivamente ameaça para a saúde humana, e f) não gera renda nem energia; 75% - a) parte dos resíduos gerados ainda é dispersa no meio ambiente, b) polui o solo e água, não visivelmente, c) prejudica parte dos produtos produzidos, d) não é ameaça para o mercado dos produtos, e) não é ameaça para a saúde humana e f) não gera renda nem energia; e 100% - a) todos os resíduos são destinados de forma correta e planejada, b) não poluem o solo e água, c) não prejudicam os produtos produzidos, d) não são ameaça para o mercado dos produtos, e) não são ameaça para a saúde humana, f) geram renda e energia e g) não queimam nada na propriedade além do uso de fogão de lenha, caso exista.

11. Espaços sociotécnicos de aprendizagem (Ind_11): nenhuma participação em espaços sociotécnicos durante o ano foi considerada como valor crítico, e três participações por ano o valor ótimo, valores referentes ao valor do mínimo e do terceiro quartil das observações coletadas, respectivamente.

12. Adoção de tecnologias (Ind_12): considerou-se escala com cinco escores, com 0% para o valor crítico e 100% para o valor ótimo: 0% - não adota; 25% - adota pouco; 50% - adota parcialmente (metade); 75% - adota boa parte; e 100% - adota todas.

13. Atividades agrícolas geradoras de renda (Ind_13): considerou-se uma atividade geradora de renda agrícola o valor crítico, e cinco atividades geradoras de renda agrícola o valor ótimo, valores referentes ao valor do mínimo e do terceiro quartil das observações coletadas, respectivamente.

14. Canais de comercialização (Ind_14): considerou-se o somatório dos canais de comercialização acessados, sendo um canal de comercialização acessado o valor crítico e quatro canais o valor ótimo, referente ao valor do terceiro quartil das observações coletadas. As opções de canais foram: a) domicílio; b) pontos; c) feiras; d) mercado institucional; e) pequenos comerciantes; f) cooperativas; g)

atravessadores; h) grandes varejistas; e i) empresas especializadas, com base em Ueno et al. (2016).

15. Divisão do trabalho doméstico (Ind_15): considerou-se escala com cinco escores, com 0% para o valor crítico e 100% para o valor ótimo: 0% - muito insatisfeito com a divisão; 25% - parcialmente insatisfeito; 50% - nem satisfeito e nem insatisfeito; 75% - parcialmente satisfeito; e 100% - muito satisfeito com a divisão. Avaliado consensualmente pelo casal responsável pelo sistema produtivo.

16. Participação dos jovens nas atividades e decisões (Ind_16): considerou-se escala com cinco escores, com 0% para o valor crítico e 100% para o valor ótimo: 0% - nunca participa; 25% - raramente; 50% - eventualmente participa; 75% - frequentemente; e 100% - sempre participa. Consideraram-se jovens os membros da família entre 15 e 30 anos (filhos e netos), dependentes financeiramente do casal responsável pelo sistema produtivo e avaliados consensualmente por todos os membros da família.

17. Satisfação no campo (Ind_17): considerou-se escala com cinco escores, com 0% para o valor crítico e 100% para o valor ótimo: 0% - muito insatisfeito no campo; 25% - parcialmente insatisfeito; 50% - nem satisfeito e nem insatisfeito; 75% - parcialmente satisfeito; e 100% - muito satisfeito no campo. Avaliado consensualmente por todos os membros da família.

18. Disponibilidade de forragem (Ind_18): considerou-se escala com cinco escores, com 0% para o valor crítico e 100% para o valor ótimo: 0% - não tem disponibilidade de forragem, é preciso adquirir toda a forragem necessária; 25% - há disponibilidade somente no período chuvoso, precisando adquirir parte para o período seco; 50% - há disponibilidade para todo ano, nos períodos chuvoso e seco; 75% - há disponibilidade para todo ano e estoque para mais seis meses; e 100% - há disponibilidade de forragem para todo ano e estoque para mais um ano.

19. Independência por insumos externos (Ind_19): considerou-se a participação dos insumos externos em relação aos totais (externo e interno) de $\leq 40\%$ o valor ótimo e $\geq 87\%$ o valor crítico, valores referentes ao valor do mínimo e do terceiro quartil das observações coletadas, respectivamente.

20. Participação social (Ind_20): considerou-se o tempo/ano dedicado à participação em organizações sociais, com 0 horas/ano de participação o valor crítico e 92 horas/ano de participação o valor ótimo, referente ao valor do terceiro quartil das

observações coletadas, e a quantidade de organizações sociais que a família participa, com nenhuma (0) organização o valor crítico e de três organizações o valor ótimo, referente à moda das observações coletadas.

21. Mercado para os lácteos caprinos (Ind_21): considerou-se escala com cinco escores, com 0% para o valor crítico e 100% para o valor ótimo: 0% - Não tem para onde vender o leite e seus derivados; 25% - vende somente o leite fluido para um destino; 50% - vende o leite fluido para um ou mais destinos e derivados para um destino no território ou fora do território; 75% - vende o leite fluido para um ou mais destinos e derivados para mais destinos no território ou fora do território; e 100% - vende o leite fluido e derivados para vários destinos no território e fora do território da propriedade.

22. Diversidade de alimentos autoconsumidos (Ind_22): considerou-se a pontuação dos alimentos produzidos e consumidos na propriedade contabilizando: 4 pontos para três produtos de origem animal (carne, leite e ovos); 3 pontos para dois grãos, 1 ponto para duas frutas, 1 ponto para dois legumes ou tubérculos e 1 ponto para duas hortaliças, a pontuação de 0 pontos o valor crítico e de 10 pontos o valor ótimo.

2.8 Análises estatísticas e integração dos indicadores

Inicialmente realizou-se a padronização dos indicadores para uma escala comum, por meio da técnica de “intervalo de referência”, descrita por Galván-Miyoshi (2008), utilizando-se os valores ótimo e crítico para determinar a posição do indicador do sistema de produção de caprinos leiteiros em relação a um intervalo máximo e mínimo, que considerou intervalo de 0 (o pior valor) e 100% (o melhor valor), utilizando-se a seguinte equação:

$$d = \left(\frac{V - V_{\min}}{V_{\max} - V_{\min}} \right) 100$$

em que V_{\min} foi o valor crítico e V_{\max} , o ótimo. Nas situações em que o valor foi minimizado, fez-se a substituição do “ $V - V_{\min}$ ” por “ $V_{\max} - V$ ”; quando V_{\min} se tornou o valor ótimo e V_{\max} , o valor crítico.

Após a padronização dos indicadores, realizou-se a Análise de Correspondência Múltipla (MCA, sigla em inglês para *Multiple Correspondence*

Analysis), para compreender melhor a associação entre os sistemas de produção de caprinos leiteiros e os indicadores de sustentabilidade, independentemente dos grupos pré-estabelecidos no estudo de tipologia, por meio de interpretação de mapas perceptuais bidimensionais gerados pela MCA, que plotam simultaneamente as categorias das variáveis (indicadores) e os objetos (sistemas de produção). A proximidade entre os pontos de variáveis e objetos indica o nível de associação entre eles (Hair et al., 2009).

A MCA foi realizada com o banco de dados composto pelos 18 sistemas de produção de caprinos leiteiros (linhas) e 22 indicadores padronizados (0 a 100%) (colunas), categorizados em três faixas de interpretação, em função da necessidade de ações que promovam melhorias desses, conforme Galicia-Gallardo et al. (2018): faixa superior (*_sup*) - indicadores entre $\geq 75\%$ e 100% não houve necessidade de melhorias; faixa intermediária (*_med*) - indicadores entre os escores $\geq 50\%$ e $< 75\%$, devem ter ações de melhoria de curto e médio prazos, para otimizá-los e impedir que atinjam níveis críticos; e faixa inferior (*_inf*) - indicadores < 50 requerem medidas corretivas imediatas e representam um estado crítico dos sistemas de produção.

Foram consideradas as quatro primeiras dimensões para elaborações dos mapas perpetuais, em razão de deterem os maiores valores da inércia total (variância) das informações iniciais, para elaboração de dois mapas perceptuais, o primeiro com as dimensões 1 e 2 e o segundo com as dimensões 3 e 4.

Após a realização da MCA, procedeu-se a análises univariadas dos indicadores por Grupo, pelo teste Kruskal-Wallis ($p < 0,05$), análogo ao teste F utilizado na ANOVA, para comparação dos três grupos, e teste Wilcoxon ($p < 0,05$) para comparações múltiplas das médias, quando o primeiro teste foi significativo (rejeição da hipótese 0).

Os dados padronizados foram integrados e apresentados em gráfico AMOEBA (Ten Brink et al., 1991), para visualizar a condição de um sistema de produção em relação a uma condição ótima. O modelo é circular com os diferentes indicadores posicionados ao redor do lado de fora. As linhas irradiam do centro para as extremidades, em um contínuo de insustentável (no centro) a sustentável (o anel externo). Há também as três faixas de interpretação descritas anteriormente para interpretação dos resultados.

Por fim, foi realizada análise de Correlação de Pearson com os indicadores padronizados para identificar a existência de indicadores correlatos.

Todos os procedimentos estatísticos foram realizados no ambiente R (R Core Team, 2018). Para as análises univariadas e o cálculo das correlações, utilizaram-se os pacotes “stats” (R Core Team, 2018) e “corrplot” (Wei e Simko 2017) e para a Análise de Correspondência Multipla, os pacotes “FactoMineR” (Le et al., 2008) e “factoextra” (Kassambarca e Mundt, 2017).

3. Resultados e Discussão

3.1 Relação entre os indicadores de sustentabilidade e os sistemas de produção

O resultado do MCA gerou 17 dimensões (menor valor entre as categorias de linha ou coluna; no presente caso, 18 sistemas de produção menos um), que acumularam 100% da inércia (variância) total dos dados, de modo que as primeiras quatro dimensões explicaram 47,7% da inércia total, representadas em dois mapas perceptuais bidimensionais (Figuras 3 e 4).

Estes mapas apresentam as categorias de variáveis em escala colorida, em função do cosseno quadrado (\cos^2), que permite verificar a representatividade da categoria sobre o eixo, variando de 0 a 1 (bem ajustado) (Di Franco, 2019), e os sistemas de produção de caprinos leiteiros, pontos azuis com a descrição que designa o grupo e o sistema de produção.

A primeira dimensão reteve 14,4% na inércia total (Figura 3) e teve as principais contribuições dos indicadores participação da renda *per capita* agrícola, adoção de tecnologia, diversidade de alimentos consumidos, produção de leite, participação de jovens e espaços sociotécnicos de aprendizagem, que juntos contribuíram com 55,3% (Tabela 3). Os sistemas de produção de caprinos leiteiros situados na parte direita da dimensão 1 do mapa perceptual (Figura 3) tendem à ótima participação de jovens (Ind16.f_sup), boa adoção de tecnologias (Ind12.f_sup), ótima participação em espaços sociotécnicos de aprendizagem (Ind11.f_sup) e ótima produção de leite de cabra (Ind1.f_sup).

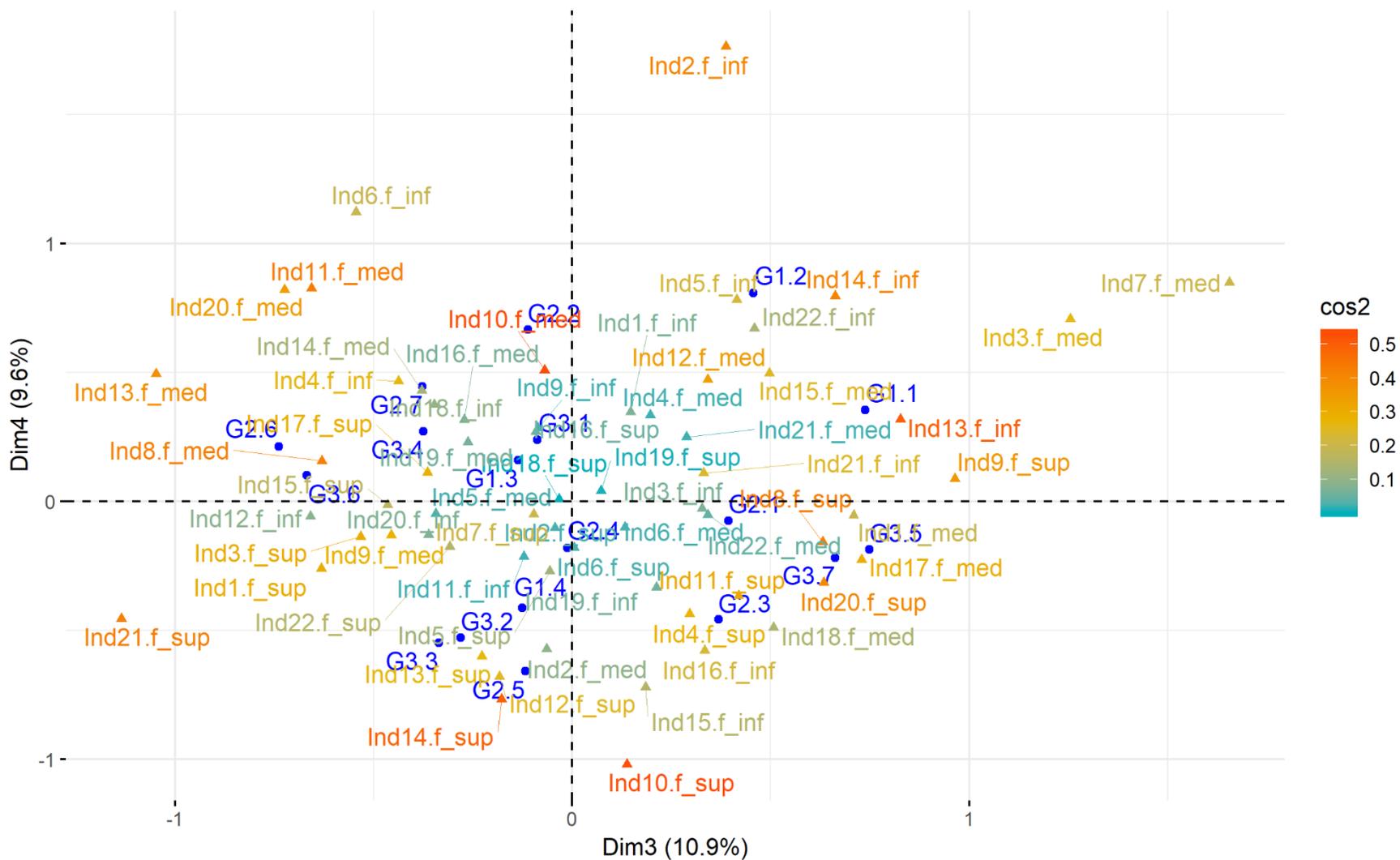


Figura 4. Mapa perceptual da Análise de Correspondência Múltipla (MCA) da terceira e quarta dimensões, com os indicadores em escala colorida, em função do \cos^2 , e os sistemas de produção de caprinos leiteiros analisados.

A segunda dimensão, com 12,8% da inércia total, teve contribuições importantes dos indicadores de disponibilidade de forragem, regularidade da produção de leite de cabra, espaços sociotécnicos de aprendizagem, participação social e renda *per capita*. Os sistemas de produção localizados na parte inferior da dimensão 2 tendem a ter indicadores médios para renda *per capita* (Ind4.f_med) e regularidade da produção de leite de cabra (Ind2.f_med) e ótimos para disponibilidade de forragem (Ind18.f_sup) e participação social (Ind20.f_sup).

As dimensões 3 e 4 contribuíram com 10,9 e 9,6% para inércia total, respectivamente (Figura 4). Os principais indicadores para a terceira dimensão foram: atividades agrícolas geradoras de renda, qualidade do solo, disponibilidade de sementes e mercado para os lácteos caprinos (Tabela 3). Propriedades localizadas na parte direita da dimensão 3 tenderam à menor diversidade de atividades agrícolas geradoras de renda (Ind13.f_inf), enquanto as localizadas na parte oposta, a ótimo mercado para os lácteos caprinos (Ind21.f_sup).

A quarta dimensão teve contribuições mais importantes dos indicadores de gestão de resíduos, canais de comercialização e regularidade da produção de leite de cabra. As propriedades localizadas na parte inferior da dimensão 4 caracterizaram-se pela ótima gestão de resíduos (Ind10.f_sup) e pelo número maior de canais de comercialização (Ind14.f_sup).

A análise das contribuições das principais variáveis dentro das dimensões possibilita a identificação de estruturas latentes, “construtos”, e, associada à fundamentação conceitual, provê informações funcionais às dimensões analisadas (Hair et al., 2009). No presente estudo, buscou-se identificar se as quatro dimensões apresentavam associações por aspectos ambientais, econômicos ou sociais ou pelos atributos, entretanto, não foi possível delimitar as dimensões por essas funcionalidades. A construção das dimensões apresentou-se diversificada tanto para as três dimensões, como para os sete atributos de sustentabilidade definidos na metodologia MESMIS. Na primeira e segunda dimensões, verificou-se influência dos indicadores econômicos e sociais e na terceira e quarta dimensões, dos indicadores ambientais e econômicos.

Sobre a distribuição dos sistemas de produção de caprinos leiteiros nas quatro primeiras dimensões, verificou-se a não aglomeração dos sistemas de produção por

grupos pré-estabelecidos na tipologia, além da dispersão dos sistemas de produção nas diferentes categorias dos indicadores (faixas inferior, média e superior), indicando heterogeneidade de sustentabilidade entre os sistemas de produção de um mesmo grupo e heterogeneidade de faixas de avaliação entre os indicadores de um mesmo sistema de produção.

3.2 Avaliação de sustentabilidade

A avaliação de sustentabilidade dos três grupos de sistemas de produção de caprinos leiteiros, dentro dos parâmetros estabelecidos, apresentou situação de sustentabilidade intermediária para os três grupos, necessitando de ações de curto e médio prazos para a melhoria dos indicadores e, conseqüentemente, dos sistemas avaliados (Figura 5). Os valores dos indicadores brutos tiveram grande variabilidade, comportamento natural dos dados (Tabela 4), em função da diversidade dos sistemas avaliados, comportamento observado em outros estudos de sustentabilidade utilizando MESMIS.

A seguir, os indicadores de sustentabilidade dos três grupos de sistema de produção de caprinos leiteiros são apresentados por atributo.

3.2.1 Produtividade

A produtividade, considerada a capacidade de o sistema fornecer bens e serviços, foi avaliada por cinco indicadores: produção de leite (litro cabra⁻¹dia⁻¹), regularidade da produção de leite ao longo do ano, produção grãos (milho), renda *per capita* e participação da renda *per capita* agrícola na renda *per capita* considerada a total.

Entre os atributos de produtividade, a regularidade da produção de leite caprino teve escore de sustentabilidade geral de 85%, de forma que as propriedades permaneceram somente um mês em entressafra. Essa regularidade da oferta do leite durante 11 meses do ano decorre, provavelmente, da garantia de compra do leite pelo o PAA-Leite ao longo do ano, sendo somente limitada quando o produtor atinge a conta orçamentária de recebimento de R\$ 4.500,00 por semestre (Ministério da Cidadania, 2019a).

Tabela 3. Contribuição das variáveis nas quatro primeiras divisões da Análise de Correspondência Múltipla

Indicadores	Código	Dimensão 1		Dimensão 2		Dimensão 3		Dimensão 4	
		%	eta ²						
Produção de leite de cabra	Ind_1	8,68	0,50	1,39	0,07	6,91	0,30	1,75	0,07
Regularidade da produção de leite de cabra	Ind_2	2,36	0,14	9,75	0,50	0,43	0,02	11,07	0,43
Produção de milho grão	Ind_3	6,80	0,39	5,98	0,31	8,20	0,36	1,69	0,06
Renda <i>per capita</i>	Ind_4	0,07	0,00	7,60	0,39	2,80	0,12	5,01	0,19
Participação da renda <i>per capita</i> agrícola	Ind_5	11,86	0,69	0,63	0,03	1,37	0,06	4,72	0,18
Disponibilidade de água	Ind_6	3,76	0,22	6,39	0,33	0,93	0,04	4,13	0,16
Qualidade da água	Ind_7	0,26	0,01	0,01	0,00	3,68	0,16	1,10	0,04
Qualidade do solo	Ind_8	2,32	0,13	0,37	0,02	9,11	0,40	0,65	0,02
Disponibilidade de sementes	Ind_9	3,16	0,18	3,06	0,16	8,56	0,37	0,65	0,03
Gestão de resíduos	Ind_10	2,50	0,14	0,26	0,01	0,22	0,01	13,53	0,52
Espaços sociotécnicos de aprendizagem	Ind_11	7,16	0,41	8,48	0,44	4,82	0,21	6,95	0,27
Adoção de tecnologias	Ind_12	10,58	0,61	1,55	0,08	3,25	0,14	6,92	0,27
Atividades agrícolas geradoras de renda	Ind_13	3,90	0,23	7,40	0,38	12,13	0,53	6,09	0,23
Canais de comercialização	Ind_14	5,35	0,31	5,49	0,28	4,02	0,18	12,69	0,49
Divisão do trabalho doméstico	Ind_15	1,05	0,06	5,56	0,29	4,25	0,19	5,12	0,20
Participação dos jovens	Ind_16	8,22	0,47	2,55	0,13	1,39	0,06	4,35	0,17
Satisfação no campo	Ind_17	2,68	0,15	2,45	0,13	6,07	0,27	0,67	0,03
Disponibilidade de forragem	Ind_18	5,44	0,31	14,11	0,72	2,08	0,09	2,40	0,09
Independência por insumos externos	Ind_19	1,57	0,09	2,54	0,13	0,86	0,04	1,28	0,05
Participação social	Ind_20	0,41	0,02	8,31	0,43	7,76	0,34	5,19	0,20
Mercado para os lácteos caprinos	Ind_21	3,01	0,17	2,21	0,11	8,43	0,37	1,59	0,06
Diversidade de alimentos autoconsumidos	Ind_22	8,84	0,51	3,91	0,20	2,75	0,12	2,42	0,09

eta²- coeficiente de correlação.

A produção média de leite foi 2 litros cabra⁻¹dia⁻¹ (Tabela 4), com escore de sustentabilidade geral de 62,3% (Figura 5). O Grupo I teve escore de 35,25%, com produção de 1,54 litros cabra⁻¹dia⁻¹, indicando a necessidade de melhoria imediata, dentro das faixas de interpretação estabelecidas. Dois pontos que poderão ser investigados para futuras melhorias são o manejo alimentar e a composição genética do rebanho, aspectos apontados como fatores que influenciam a produção de leite caprino no Nordeste (Lopes et al., 2012; Pimenta Filho et al., 2004).

A produtividade do milho grão teve escore médio geral de 63,71, com variação entre 60 e 73% e produção média de 1.083 kg/ha (Tabela 4), ficando na faixa de intervenção de curto e médio prazos. Essa produção foi superior à apontada no Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos de 18/19 (CONAB, 2019), com produtividades médias de 606 e 510 kg/ha para a produção de milho, nos estados da Paraíba e de Pernambuco, respectivamente.

A produção de milho no Nordeste é conduzida praticamente no regime de sequeiro, sendo a precipitação pluviométrica a principal reguladora da produtividade dessa cultura (Silva et al., 2011). Esse modo de produção, aliado às projeções apontadas no terceiro relatório do IPCC de 2040 a 2070 e 2070 a 2100, que projetou tendência de aumento de temperatura e diminuição das precipitações na região Nordeste, com reflexo direto na produção de milho e de outras culturas nos estados da Paraíba e de Pernambuco, gera muitas preocupações (Assad et al., 2019).

A construção de barragens subterrâneas – mecanismo que armazena água na porosidade do solo para ser utilizada, se necessário, no período de seca – é uma das possibilidades para amenizar os efeitos das frequentes épocas de estiagem sobre a produção de milho em sequeiro, sendo uma tecnologia de baixo custo e fácil execução (Telmer e Best, 2004). Outra alternativa é o estudo para o cultivo de variedades mais resistentes ao período seco, com a participação dos produtores, com o propósito de suscitar alternativas para o desenvolvimento de variedades “crioulas” mais adaptadas às regiões produtoras (Silva et al., 2017).

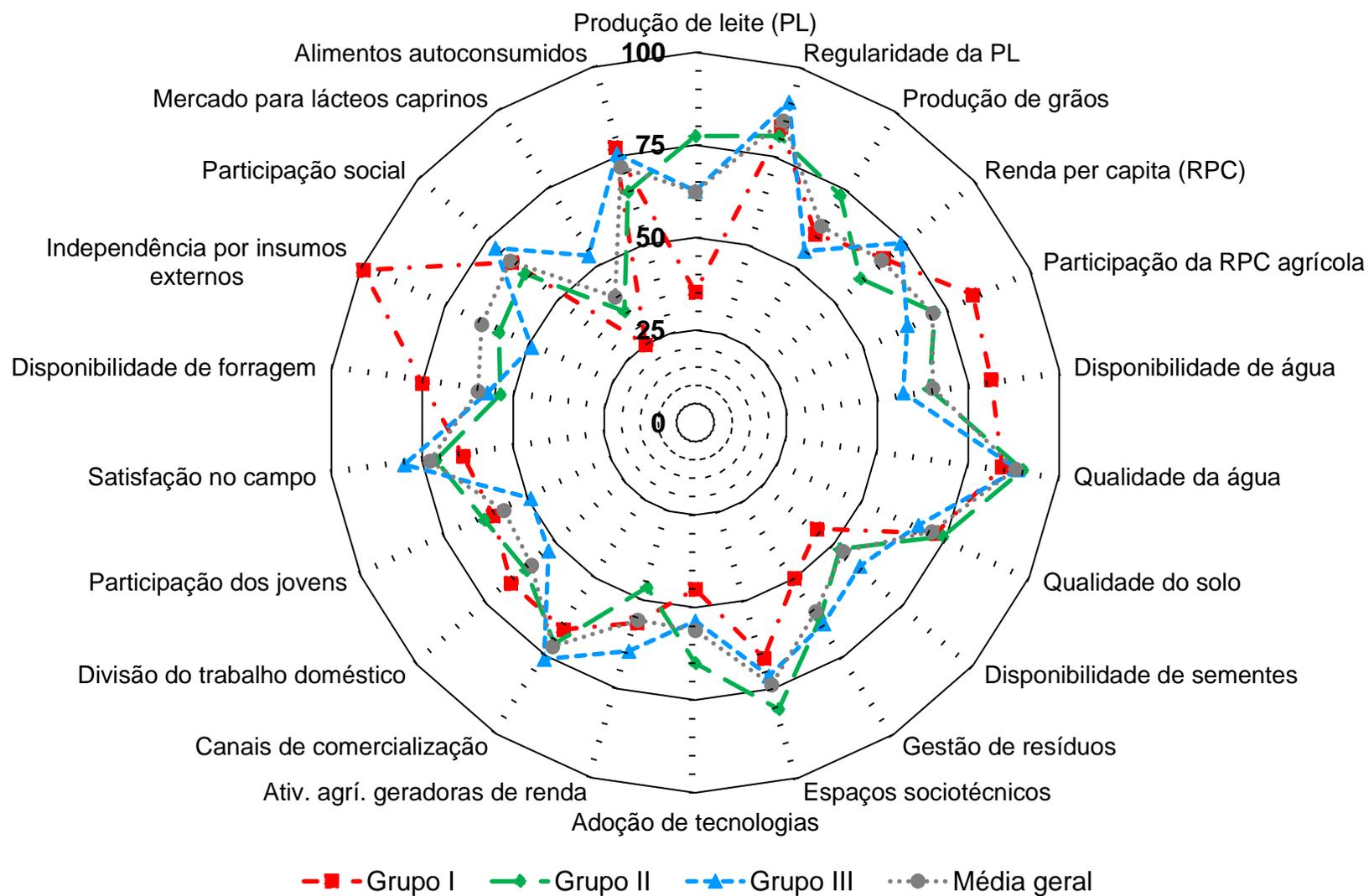


Figura 5. Média dos indicadores de sustentabilidade para os três grupos.

Para a renda *per capita*, o escore de sustentabilidade variou entre 59,4 e 74,1%, ficando na faixa intermediária de ação de melhoria de curto e médio prazos. O Grupo III teve valor médio monetário R\$ 1.117,33 e os Grupos I e II, de R\$770,57 e R\$782,93, respectivamente. O valor médio monetário do Grupo III foi superior em 12% ao estabelecido como ideal (R\$998,00) referente ao salário mínimo estabelecido pelo Governo Federal para 2019 (Brasil, 2019), mas está 12% abaixo do rendimento domiciliar mensal *per capita* (R\$1.373) registrado em 2018 (IBGE, 2019). Os outros dois grupos ficaram na faixa que necessita de ações de curto e médio prazos, com valores inferiores a 22,7 e 21,5% em relação ao salário mínimo.

Os escores do indicador participação da renda *per capita* agrícola na renda *per capita* total para os Grupos I e II tiveram valores na faixa superior ($\geq 75\%$), não necessitando de ações de melhorias para o presente momento. O Grupo III, por sua vez, teve valor na faixa de $\geq 50\%$ a $< 75\%$, indicando necessidade de ações de melhorias de curto e médio prazos. Em percentuais absolutos sobre a participação da renda *per capita* agrícola sobre a renda *per capita* total, o valor médio para os três grupos foi de 60%, sendo as principais fontes de renda não agrícola provenientes de fontes como a aposentadoria e o programa de transferência de renda Bolsa-Família.

Embora com efeitos complexos sobre as atividades agrícolas, estudos realizados em países desenvolvidos e em desenvolvimento (Kinuthia et al., 2019; Pastusiak et al., 2017) indicaram relação inversa entre o crescimento da participação da renda não agrícola na composição da renda total de famílias rurais e a produtividade agrícola, o que contribui para o abandono da atividade agrícola e ressalta a necessidade de políticas públicas que favoreçam o aumento da renda agrícola. Torna-se evidente que, nesse cenário, a disponibilização de tecnologias de produção que visem redução do custo de produção e/ou menor tempo para realizar tarefas cotidianas, contribuiu para a permanência das famílias no ambiente rural, tanto pela possibilidade de maior renda líquida, quanto pela diminuição do desgaste físico e maior segurança quanto à efetividade das atividades diárias e promoção da qualidade de vida.

3.2.2 Estabilidade, resiliência e confiança

A estabilidade, resiliência e confiança; a habilidade do sistema em manter-se em estado de equilíbrio dinâmico e estável, retornar ao estado de equilíbrio após, ou manter o potencial produtivo frente às perturbações graves; e o padrão de produtividade ou benefícios ao longo tempo frente às perturbações normais do meio ambiente foram avaliados por disponibilidade de água, qualidade da água, qualidade do solo, disponibilidade de sementes e gestão de resíduos.

O escore de disponibilidade de água de 81% para os sistemas do Grupo I (Figura 5) atende às necessidades da família, da produção animal e da produção vegetal, ou seja, a produção de forragem, comprovada pela correlação positiva significativa ($r=0,66$; $p<0,001$) entre esse indicador (Ind_6) e a disponibilidade de forragem (Ind_18), inferindo-se que o aumento da disponibilidade de água possibilitará à propriedade maior produção de forragem.

Os Grupos II e III tiveram escores médios acima de 55%, garantindo água para a família e para dessedentação dos animais de produção, mas necessitam de ações de melhorias de curto e médio prazos para ambos. Vale ressaltar que, de 100% das famílias com segurança hídrica, 83% possuem cisterna de placas (destes apenas 5% garantem o acesso ao recurso por meio da cisterna calçadão); 6%, água encanada fornecida pela companhia de abastecimento; e 11%, poço artesiano e/ou amazonas. Quanto à autonomia de água para produção, apenas metade (50%) das unidades apresentaram poço (artesiano e/ou amazonas) com baixa eficiência de uso da água, a outra metade produzia em sequeiro e dependia do período das águas para produção de volumosos.

Ocorrências de seca na região Nordeste do Brasil são comuns, com marcante agravamento registrado nos últimos anos. Dados analisados sobre a severidade das secas ocorridas entre 1981 e 2016 demonstraram que, no último quinquênio (2011 a 2016), ocorreu a seca mais intensa em termos de duração, severidade e recorrência em toda a região, atingindo 10 milhões de pessoas, e perdas diretas de R\$ 6,8 bilhões com agricultura e pecuária (Brito et al., 2018).

Tabela 4. Indicadores de sustentabilidade (dados brutos, não padronizados) para os três grupos

Indicadores	Grupo I	Grupo II	Grupo III	Média	Limites	Fontes dos limites ótimos*
Produção de leite - PL (litro cabra ⁻¹ dia ⁻¹)	1,5 ± 0,5	2,3 ± 0,5	2,1 ± 0,7	2,0 ± 0,6	1,5 - 2,5	Q _{3/4} dos DC
Regularidade da PL de cabra (meses)	11,0 ± 2,0	10,9 ± 1,6	11,4 ± 1	11,1 ± 1,4	6 - 12	Máximo dos DC
Produção de milho grão (kg/ha)	953,0 ± 869,8	1578,0 ± 1406,8	661,9 ± 470,2	1082,8 ± 1043,0	0 - 1200	Q _{3/4} dos DC
Renda <i>per capita</i> (R\$)	770,6 ± 408,3	782,9 ± 562,1	1173,3 ± 891,2	932,0 ± 678,6	89 – 998	(Brasil, 2019)
Part. da renda <i>per capita</i> agrícola (%)	76,3 ± 34,4	60,7 ± 30,1	50,4 ± 31,1	60,2 ± 31,2	0 - ≥79	Q _{3/4} dos DC
Disponibilidade de água (%)	81,3 ± 23,9	64,3 ± 28,3	57,1 ± 23,8	65,3 ± 25,9	0 - 100	Técnicos
Qualidade da água (%)	84,4 ± 18,8	90,0 ± 13,7	88,7 ± 10,7	88,0 ± 13,1	0 - 100	Richards (1954)
Qualidade do solo (%)	71,9 ± 10,0	74,0 ± 7,5	66,8 ± 8,5	70,7 ± 8,6	0 - 100	Santos et al. (2015), Santos et al. (2018), Faria et al. (2007) e Novais et al. (2007).
Disponibilidade de sementes (%)	43,8 ± 31,5	52,1 ± 19,1	59,3 ± 31,3	53,1 ± 26,2	0 - 100	Técnicos
Gestão de resíduos (%)	50,0 ± 0,0	62,9 ± 16,8	64,6 ± 15	60,7 ± 14,6	0 - 100	Técnicos
Espaços sociotécnicos (quantidade)	2,3 ± 1,3	2,7 ± 1,3	3,1 ± 2,7	2,8 ± 1,9	0 - 3	Q _{3/4} dos DC
Adoção de tecnologias (%)	45,0 ± 13,5	65 ± 14,1	53,6 ± 19,7	56,1 ± 17,5	0 - 100	Técnicos
Atividades agrícolas geradoras de renda (quantidade)	3,5 ± 2,4	3,1 ± 2	3,9 ± 1,7	3,5 ± 1,9	1 - 5	Q _{3/4} dos DC
Canais de comercialização (quantidade)	3,5 ± 1,9	3,1 ± 0,7	3,6 ± 1,3	3,4 ± 1,2	1 - 4	Q _{3/4} dos DC
Divisão do trabalho doméstico (%)	66,3 ± 11,1	60,9 ± 33,5	52,9 ± 28,7	58,9 ± 27,2	0 - 100	Técnicos
Participação dos jovens (%)	60,5 ± 24,9	63,1 ± 30,5	49,3 ± 29,9	57,2 ± 28,2	0 - 100	Técnicos
Satisfação no campo (%)	63,8 ± 16	71,3 ± 10,6	80 ± 20,6	73 ± 16,6	0 - 100	Técnicos
Disponibilidade de forragem (%)	75,0 ± 20,4	53,6 ± 30,4	57,1 ± 27,8	59,7 ± 27,3	0 - 100	Técnicos
Independência por insumos externos (%)	29,0 ± 9,2 ^a	57,9 ± 18,8 ^{ab}	63,8 ± 15,7 ^b	53,8 ± 20,5	≤40% - ≥87	Q _{3/4} dos DC
Participação social (%= tempo*0,5 + organizações*0,5)	66,0 ± 26,4	61,4 ± 26,6	72 ± 28,3	66,6 ± 26	Tempo 0 – 92 Org. 0 - 3	Tempo- Q _{3/4} dos DC / Org.- moda dos DC
Mercado para os lácteos caprinos (%)	25,0 ± 0,0	35,7 ± 24,4	53,6 ± 36,6	40,3 ± 28,6	0 - 100	Técnicos
Diversidade de alimentos autoconsumidos (pontuação)	7,8 ± 3,5	6,5 ± 2,3	7,6 ± 1,7	7,2 ± 2,3	0 - 10	Técnicos

* Q_{3/4} – terceiro quartil, DC – dados coletados e técnicos – grupos compostos por especialistas (dois zootecnistas, dois agrônomos e um veterinário).

Valores com letras diferentes na linha diferem (P<0,05) pelo teste Wilcoxon.

Há várias alternativas, tecnologias, de captação e armazenamento de água, que se intensificaram nas últimas duas décadas, para convivência com a seca em áreas rurais do Nordeste brasileiro, tanto para o consumo humano quanto para a produção agrícola e pecuária: cisterna de placas, cisterna de produção, barragens superficiais, barragens subterrâneas e poços subterrâneos (Lindoso et al., 2018). No entanto, a baixa capacidade de investimento dos agricultores familiares, aliada à falta de orientação técnica para a seleção de alternativas tecnológicas de captação e armazenamento mais adequadas ao sistema de produção, tem se mostrado limitante para a ampliação da capacidade de gestão da água nas propriedades.

A partir das médias dos indicadores CE e RAS, foi calculada a qualidade da água, com base nas cinco faixas de avaliação constantes no Apêndice D. Os valores encontrados, respectivamente, para os Grupos I, II e III foram, 84, 90 e 89%, demonstrando média à baixa restrição ao uso da água na agropecuária, apesar de algumas discrepâncias nos valores absolutos daqueles indicadores, o que corrobora os resultados obtidos por Lima Junior et al. (2017), Carneiro et al. (2012) e Barroso et al. (2011). Os grupos II e III foram os que apresentaram maior variação de CE, 9,1 e 6,98 dS/m, respectivamente. Com relação à RAS, o Grupo I apresentou valor de 15,64 e o Grupo II, de 5,60, os quais, porém, não chegaram a influenciar significativamente a qualidade da água. Esta discrepância é comum na região semiárida, devido à influência direta da quantidade de chuva, do tipo de aquífero, da condição de circulação do fluxo da água e do embasamento rochoso (Gheyi, 2010).

A qualidade do solo obteve escore de sustentabilidade geral na faixa central (71%), com pouca variação entre os sistemas de produção (coeficiente de variação de 12%). A textura, PST e CE foram os parâmetros que apresentaram os maiores valores, que acarretaram aumento do escore da qualidade do solo, enquanto a fertilidade natural e a profundidade colaboraram para sua redução (Apêndice E).

A textura média foi a granulometria predominantemente identificada na maioria dos solos, o que confere a estes boas condições de cultivo, por suas características de boa permeabilidade, boa infiltração da água e de nutrientes, favorecendo o manejo adequado do solo e da água. A porcentagem de saturação por sódio apresentou valor médio elevado, devido à não presença de valores altos deste cátion nos solos estudados. A condutividade elétrica, maior nota entre os parâmetros, é uma

característica fundamental na avaliação da qualidade dos solos do semiárido, por medir os teores de sais. A salinização é um processo natural ou antrópico que se apresenta mais comumente em áreas de clima árido e semiárido, onde as elevadas taxas de evaporação e a pouca quantidade de chuvas favorecem o acúmulo de sais. Embora todos os solos das 18 propriedades tenham recebido a nota máxima na condutividade elétrica, foi importante manter a CE como indicador, por ser um diferencial para os solos do semiárido.

Os solos apresentaram fertilidade regular (média), contrariando a característica predominante de baixa fertilidade encontrada nos solos do semiárido brasileiro, devido aos baixos teores de matéria orgânica; pouco desenvolvimento pedogenético, formando solos predominantemente menos profundos ou rasos; e altos teores de sais (Cunha et al., 2010). Essa fertilidade justifica-se pela presença de Luvisolos, Cambissolos Flúvicos e Vertissolos – classes de solo que elevam a qualidade deste parâmetro, em decorrência de características diagnósticas de alta fertilidade, entretanto, no geral, a fertilidade colaborou para a redução do escore de qualidade do solo.

Dos cinco parâmetros medidos na avaliação da qualidade do solo, o que apresentou menor valor, influenciando decisivamente o escore final, foi a profundidade efetiva. Este indicador, embora seja uma característica natural e comum dos solos do semiárido, é um balizador bastante utilizado para avaliar sua qualidade. A profundidade, além de ser um dos parâmetros para definição da classe de solo, também orienta o manejo da fertilidade e irrigação e, por isso, foi um dos indicadores da avaliação do solo.

A partir dos resultados do índice geral de qualidade do solo, pode-se inferir que seus indicadores apresentaram boa aptidão agrícola, principalmente quando se consideram as condições de semiaridez a que estão submetidos, porém não significa que o solo não precisa ser melhorado. O escore final obtido de 71% requer que se trabalhe com as famílias a melhoria da fertilidade, do manejo do solo e da água, bem como se avaliem as opções de cultivos adequados para superar as limitações da profundidade e prevenir o processo de salinidade. Outros estudos (Sousa, 2013; Camelo e Cândido, 2012; Ferreira et al., 2011) realizaram a avaliação da qualidade do solo utilizando a MESMIS e indicaram que melhorias no uso, no manejo e na

conservação dos solos são necessárias em uma perspectiva de desenvolvimento rural sustentável.

A fertilidade poderá ser corrigida por adição de adubos, conforme a cultura a ser implantada. Todavia, para a profundidade, não há uma medida corretiva de melhoria, mas essa dificuldade poderá ser minimizada com o uso associado de culturas adaptadas a essa condição e a construção de camalhões.

De maneira geral, os solos predominantes nos sistemas de produção das propriedades possuem bom potencial para culturas anuais, como milho, feijão e pastagem.

A disponibilidade de sementes teve escore geral de 53,1%, indicando que metade das sementes utilizadas nos plantios anuais, principalmente de milho, feijão e sorgo, provém de fora do sistema, seja por compras ou doações governamentais. Tal fato implica em redução da autonomia do agricultor sobre a produção, dada a necessidade de adquirir sementes anualmente, além da origem e do potencial de produção de este material ser de natureza desconhecida (visto que é doado pelo governo e alterado anualmente).

O incentivo de produção, armazenamento e trocas de sementes crioulas entre produtores, via casas de sementes locais, é uma alternativa para aumentar a autonomia dos produtores e, por conseguinte, possibilita maior acesso a diferentes materiais genéticos adaptados às condições locais e cria e fortalece os laços entre os produtores, tornando-os menos dependentes de insumos externos (Gervers et al., 2019; Vià, 2012).

A gestão de resíduos na propriedade apresentou escores entre 50 (Grupo I) e 64,6% (Grupo III), indicando que os resíduos gerados ainda são dispersos no meio ambiente; poluem o solo e a água visivelmente, prejudicando parte dos produtos produzidos; e não geram renda e energia, porém não são ameaças diretas para a comercialização dos produtos e para a saúde humana.

Essa situação parece sistêmica no país, posto que estudos realizados em zonas rurais diferentes, um na região Nordeste e outro na região Sul, demonstraram que a gestão do resíduo não é feita de forma correta, em especial dos resíduos sólidos não orgânicos (Bernardi et al., 2019; Silva et al., 2015). A Política Nacional de Resíduos Sólidos (Brasil, 2010) prevê uma série de ajustes e direcionamentos dos

resíduos gerados pela sociedade que devem ser adotados, seja em médio ou a longo prazo.

A possibilidade de contornar esse desafio é a reeducação ambiental dos produtores, conscientizando-os sobre a importância da gestão dos resíduos por meio da aplicação da metodologia dos 3 “Rs”, que busca minimizar o desperdício e reduzir a quantidade e os efeitos negativos da geração de resíduos, diminuindo a quantidade, reutilizando com tratamentos simples e reciclando para produzir produtos iguais ou modificados, podendo inclusive gerar renda (Obi et al., 2016). Por outro lado, o manejo correto dos resíduos orgânicos na propriedade pode trazer benefícios, tanto na redução da contaminação das águas e dos alimentos produzidos, quanto no retorno de nutrientes para as áreas de plantio, como ocorre com uso do esterco nas áreas de criação de animais. O esterco, considerado um resíduo orgânico útil muito presente nas propriedades do semiárido (Silva & Silva, 2016), pode ser reaproveitado para as áreas de cultivo, enriquecendo o solo e favorecendo melhor produtividade para as plantas, sejam alimentares ou forrageiras.

3.2.3 Adaptabilidade

A adaptabilidade, capacidade de o sistema encontrar novos níveis de equilíbrio (de produção) e/ou buscar novas atividades, foi avaliada pelos indicadores de espaço sociotécnicos, pela adoção de tecnologias, pelas atividades agrícolas geradoras de renda e pelos canais de comercialização.

Os espaços sociotécnicos referentes a eventos de diversas naturezas (dias de campo, palestras, reuniões com técnicos e agricultores), nos quais os produtores participam para trocar e adquirir conhecimentos, teve escore entre 80,7 (Grupo II) e 66,3% (Grupo I) e média geral de 73,8%. A média geral de participação em eventos por ano foi de 2,78, próxima ao valor ótimo de 3,0.

Os espaços sociotécnicos (Ind_11) tiveram correlação positiva ($r=0,80$; $p<0,001$) com a participação social (Ind_16) (Figura 6), sugerindo que a participação dos produtores em organizações sociais, como associações, sindicatos e cooperativas, oportuniza o acesso a mais espaços sociotécnicos e, conseqüentemente, aumenta a participação dos produtores.

Os espaços sociotécnicos também correlacionaram-se positivamente ($r=0,61$, $p<0,05$) com a adoção de tecnologias (Ind_12), que teve escore geral de 56% para os três grupos, mostrando que os espaços sociotécnicos podem colaborar para adoção de tecnologias por parte dos produtores. Entretanto, esse último indicador sinalizou que são necessárias ações de melhoria de curto e médio prazos e que somente o aumento de capacitações não será suficiente para melhorar a adoção de tecnologias.

O processo de adoção de tecnologia é complexo e influenciado por fatores extrínsecos e intrínsecos. Os extrínsecos são as características do produtor, o ambiente externo e a nova tecnologia, que influenciam os intrínsecos – conhecimento, percepções e atitudes do produtor em relação à nova tecnologia (Meijer et al., 2014); todos devem ser considerados no planejamento de novas estratégias para aumentar a adoção de tecnologias por parte dos produtores.

Espaços de aprendizagem coletiva, como as unidades de aprendizagem/aprendizado, podem ser alternativa com elevado potencial para a apropriação de tecnologias por parte dos produtores, visto que sugerem experimentação participativa, monitoramento e avaliação de soluções tecnológicas a problemas reais por um grupo de produtores que vivenciaram a experiência. Tal modelo proporciona a leitura do ambiente, identifica seus potenciais e dificuldades, permite a experimentação de práticas e processos propostos em ambiente relevante e capta a necessidade de adaptações, ampliando seu potencial de adoção.

As atividades agrícolas geradoras de renda que proporcionam diversidade produtiva e de renda ao sistema produtivo tiveram escores entre 46,6 e 64,3%, de forma que os Grupos I e III situaram-se na faixa de ação de melhorias intermediárias e a do Grupo II, ação de melhorias imediatas. Todos os grupos apresentaram média geral de 3,5 atividades geradoras de renda. As principais atividades geradoras de renda identificadas na fase de caracterização foram as atividades pecuárias com destaque para caprinocultura, bovinocultura, suinocultura e avicultura.

O fato de as atividades agrícolas geradoras de renda (Ind_13) terem apresentado correlação positiva com a diversidade de alimentos autoconsumidos na propriedade (Ind_22) ($r=0,56$, $p<0,05$) sinalizou que a diversidade, além de gerar renda de várias fontes agrícolas, possibilita o aumento de alimentos autoconsumidos pelas famílias, além de reduzir o risco de manutenção do sistema, visto que o perfil

desses sistemas não é a produção em escala. Comportamento semelhante foi observado em produtores da África, em que a disponibilidade de alimentos na escala familiar aumentou com a diversidade agrícola, atendendo melhor às necessidades de consumo das famílias (Waha et al., 2018).

Incentivos para promover a diversificação agrícola, como esquemas de certificação, acesso a nichos de mercados e incentivos de preços e créditos (Roest et al., 2018; Waha et al., 2018), são factíveis para pequenos produtores do Nordeste do presente estudo. Todavia, é preciso estudar o perfil e o geoambiente destes produtores, as condições edafoclimáticas e as potencialidades de mercado das diferentes regiões, para indicar as diversificações mais apropriadas e, assim, contribuir na formulação de políticas públicas.

Os canais de comercialização do leite e derivados lácteos caprinos, caminhos percorridos pelas mercadorias (bens/produtos) desde seu local de produção até o consumidor final, foram avaliados e tiveram variações médias de escore entre 66% (Grupo I) e 76% (Grupo III), com quantidade média de 3,4 canais. Os mais presentes foram a compra institucional do leite caprino e a venda direta ao consumidor e aos atravessadores.

Segundo LeRoux et al. (2010), as propriedades possuem um canal de comercialização estável com relativa demanda consistente, que representa a primeira prioridade da propriedade. Quando esse canal é satisfeito, os outros canais podem receber mais atenção, o que se observou nas propriedades estudadas, que privilegiam primariamente a venda do leite caprino ao programa governamental.

Com valor geral médio de 72%, uma alternativa que poderá impactar positivamente na renda das propriedades é o incentivo de canais de comercialização diretos com o consumidor final, pois cadeias curtas incentivam o empreendedorismo e a inovação (Gale, 1997). Isso não significa que a venda dos produtos deve se limitar a consumidores exclusivamente pertencentes à comunidade, município ou microrregião, mas trata-se de comercialização também com consumidores que se identifiquem com os produtos e seus locais de produção, estabelecendo naturalmente uma conexão entre produção e consumo.

3.2.4 Equidade

A equidade, capacidade de o sistema distribuir de maneira justa os benefícios e os custos com todos os membros da família, foi avaliada por três indicadores: divisão do trabalho doméstico, participação dos jovens nas atividades produtivas e domésticas e nas tomadas de decisões e satisfação de toda a família com o campo.

A divisão do trabalho doméstico entre os gêneros teve escore médio geral de 59%, sendo perceptível a concentração do trabalho doméstico para as mulheres e os trabalhos agrícolas para os homens, porém esse último ainda com marcante participação das mulheres, em épocas de plantio e colheita. De maneira geral, a agricultura familiar ocidental está relacionada a um conjunto de desigualdades de gênero que desfavorece as mulheres, com acesso desigual ao status profissional, à propriedade da terra e à renda individual, bem como à tomada de decisão, com poder e autonomia desiguais (Contzen & Forney, 2017).

Em tipologia realizada na Suíça sobre as relações de trabalho e gênero dentro das famílias, em contexto de mudanças econômicas e estruturais na agricultura (Contzen & Forney, 2017), foram identificadas quatro configurações: 1 - complementaridade “tradicional”, 2 - colaboração, 3 - individualização agrícola e 4 - individualismo profissional, sendo que a primeira se assemelha à situação encontrada nas famílias estudadas no presente estudo, em que a nítida separação de esferas implica status desigual dos membros da família: a organização do trabalho é definida pela clara separação das esferas de atividade, de acordo com a clássica divisão de gênero entre produção e reprodução; as pessoas participam de acordo com seu gênero, idade, posição e habilidade para o bom funcionamento do sistema produtivo, sem considerar interesses ou preferências individuais. A nítida separação de esferas implica status desigual dos membros da família: o homem é o operador da fazenda, enquanto a mulher é a mão amiga e a dona de casa, normalmente sem status legal próprio.

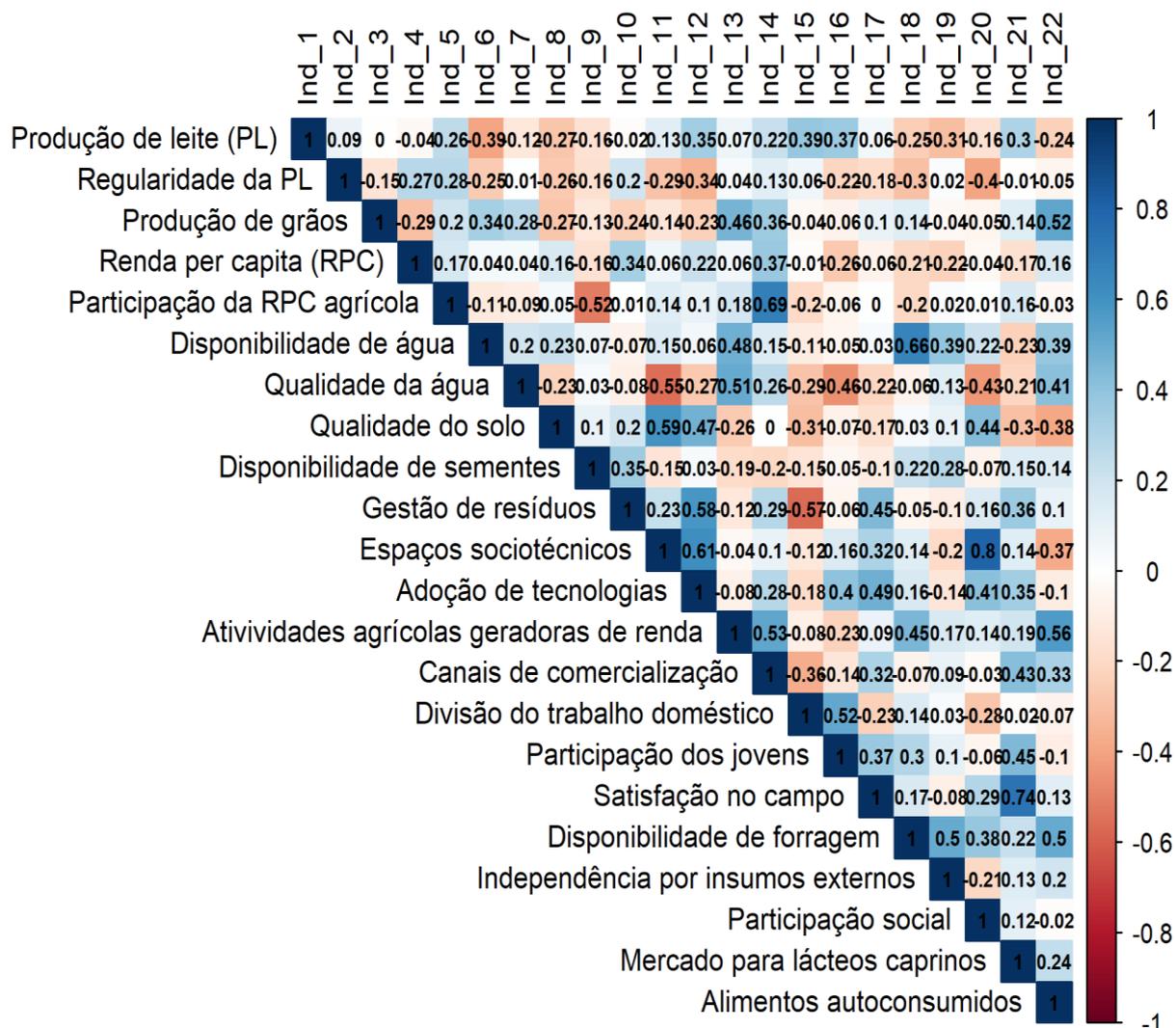


Figura 6. Correlações de Pearson entre os indicadores de sustentabilidade.

Experiências exitosas no Brasil demonstram que abordagens agroecológicas e educação de gênero em comunidades rurais no Sul e Norte do país foram efetivas no combate à desigualdade de gêneros, por intermédio da educação de jovens, em trabalhos coletivos e sustentáveis. Discussões de gênero e valorização das mulheres fortaleceram a autoestima e autonomia econômica na comunidade em que estão inseridas (García Rocés & Soler Montiel, 2010; Schwendler & Thompson, 2017). Essas ações, portanto, devem ser incentivadas às famílias do presente estudo, alertando para outras que devem ser realizadas paralelamente: transformação das relações econômicas de produção e acesso das mulheres à terra, ao apoio financeiro e às tecnologias (Schwendler & Thompson, 2017).

A participação dos jovens, com escore médio geral de 57%, mostrou-se um fator crítico na sustentabilidade das propriedades estudadas, necessitando de medidas de curto e médio prazos.

Nas últimas quatro décadas, a presença dos jovens nas zonas rurais e, conseqüentemente, sua participação nas atividades rurais tem diminuído, por diversas razões: busca por melhores oportunidades de emprego e renda nos centros urbanos; acesso reduzido à extensão de terra; condições adversas do trabalho; relações desiguais de gênero na distribuição da renda e herança; restritas possibilidades de lazer; e falta de incentivo à agricultura familiar (Maia & Buainain, 2015; Zago, 2016).

A participação dos jovens em organizações sociais, o acesso à tecnologia da informação e comunicação, o acesso à terra e a participação em programas de incentivos governamentais são estratégias para aumentar a participação dos jovens nas atividades rurais (Akpan et al., 2015).

A satisfação no campo, indicador que buscou a percepção subjetiva da família em relação à vida no campo, teve escore geral médio de 73% para todos os grupos, porém com variação de 64 a 80%, entre os Grupos I e II, respectivamente. Esse indicador (Ind_18) teve correlação positiva ($r=0,73$, $p<0,001$) com o mercado para lácteos caprinos (Ind_22), demonstrando que o aumento deste indicador elevou a satisfação no campo. Essa correlação decorreu, provavelmente, do perfil dos sistemas escolhidos para avaliação, que deveriam obrigatoriamente ter a caprinocultura leiteira como uma das principais atividades produtivas. Conseqüentemente, o aumento do mercado dos produtos lácteos, além do mercado governamental, deve ser um dos propulsores de satisfação para esses produtores.

3.2.5 Autossuficiência

A autossuficiência, capacidade de o sistema regular e controlar suas interações com o exterior, foi avaliada por meio de cinco indicadores: disponibilidade de forragem, independência por insumos externos, participação social, mercado para os lácteos caprinos e diversidade de alimentos autoconsumido.

A disponibilidade de forragem variou de 53,6% (Grupo II), que indica disponibilidade de forragem para um ano normal de chuva, sem estoque para o próximo ano, a 75% (Grupo I), disponibilidade de forragem para um ano normal de

chuva e estoque para mais seis meses de forragem. Para todos os grupos, esse indicador teve escore médio de 60%, o que indica vulnerabilidade dos sistemas em situação de seca e necessidade de ações de curto e médio prazos, para melhor planejamento do suporte de forragens, principalmente com relação às estratégias de conservação e armazenamento de alimentos. Como comentado anteriormente, verificou-se correlação positiva ($r=0,66$, $p<0,001$) entre disponibilidade de forragem e disponibilidade de água.

Há diversas tecnologias para aumentar a disponibilidade de forragem para os pequenos produtores em regiões semiáridas, destacando-se a produção de palma forrageira, a ensilagem de culturas mais adaptadas às baixas precipitações, a fenação dos diversos cortes obtidos durante as chuvas e as pastagens cultivadas associadas a estratégias de manejo sustentável.

A palma forrageira (gênero *Opuntia*) é a principal alternativa de forragem para bovinos, caprinos e ovinos, durante a longa estação seca, pois produz grande quantidade de massa de forragem verde, com boa digestibilidade e aceitação pelos ruminantes (Almeida et al., 2019) e monogástricos, em forma de farelo (Frota et al., 2015; Silva et al., 2016) ou *in natura*.

Entre as culturas adaptadas para produção de silagem, destaca-se a do sorgo (*Sorghum bicolor* (L). Moench), como opção para aumentar a disponibilidade de forragem. O sorgo pertence ao grupo de gramíneas anuais, que são tolerantes e adaptadas às regiões secas, como o semiárido nordestino, além de possuir alto rendimento forrageiro e capacidade de rebrota (Elias et al., 2016; Getachew et al., 2016).

O uso de pastagens cultivadas com adequado manejo do suprimento hídrico e nutricional, associado a estratégias de manejo sustentáveis, é outra opção, destacando-se os sistemas integrados de produção em pastagens: silvopastoril (integração lavoura-pecuária); agropastoril (integração lavoura-pecuária); ILPF (integração lavoura-pecuária-floresta); pastagens consorciadas com gramíneas e leguminosas forrageiras; e pastagens diferidas (Candido et al., 2018).

A participação do insumo externo no insumo total para o Grupo I foi de 29%, com escore de sustentabilidade de 99%, diferentemente do Grupo III, que teve participação de 63,8% e escore de 49%, demonstrando menor capacidade de

autossuficiência que o primeiro. Este resultado se deve à maior necessidade de insumos externos para a alimentação animal, na forma de concentrados (grãos) e forragens, que possuem frequentes oscilações de preços, implicando em aumento do custo de produção em época de déficit pluviométrico, em função da baixa oferta e grande procura desses insumos.

A redução do insumo externo pode decorrer de incorporação de recursos locais, fortalecimento da cooperação entre produtores e aumento da eficiência no uso de recursos externos (Speelman et al., 2008). A incorporação de recursos naturais poderá ser pela utilização de esterco para adubação de área de plantio, implantação de pequenos biodigestores para produção de gás e utilização racional da Caatinga para pastoreio. A cooperação entre produtores poderá favorecer a compra coletiva de insumos e o trabalho coletivo para produção de forragens (preparo de área, plantio, colheita e ensilagem). Semelhantemente, melhores orientações na formulação de dietas para animais e adubação de solo podem aumentar a eficiência do uso de rações e adubos.

A participação social, calculada pela quantidade de organizações frequentadas e pelo tempo de dedicação da família a essas instituições, teve escores médios entre os grupos de 61,4 (Grupo II) a 72% (Grupo III).

No presente estudo, os produtores participavam basicamente das associações de criadores de caprinos e ovinos e do sindicato dos trabalhadores rurais, entretanto, não foi possível mensurar o grau de protagonismo dos produtores nessas instituições. A participação social via organizações, como associações, cooperativas e sindicatos, pode ser considerada uma alternativa viável para a sustentabilidade das unidades produtivas e das atividades agropecuárias de pequenos agricultores (Lima e Vargas, 2015).

O indicador mercado para lácteos caprinos teve o segundo menor escore geral (40%), valor que sinaliza o esperado – a produção dos lácteos caprinos resume-se prioritariamente ao leite fluido vendido ao programa governamental PAA, com pouco volume e variedade de produtos ocupando outros canais de comercialização, em especial o mercado privado. Assim, há necessidade de ações de melhorias imediatas para esse indicador, com real ameaça à involução no número de agricultores, no efetivo do rebanho caprino e no volume produzido de leite de cabra. O leite de cabra

evoluiu nos últimos 16 anos, passando de um status de produto predominantemente comercializado informalmente para uma atividade organizada com sistema próprio de captação, beneficiamento (pasteurização) e comercialização formal, prioritariamente ocupada pela compra governamental. Para o avanço da atividade a patamares mais elevados de confiabilidade, é necessária a conquista de novos mercados, especialmente do mercado privado, com elevadas chances de aceitação pelo mercado consumidor, por meio dos derivados lácteos caprinos.

Para alcançarem alternativas para a comercialização do leite e derivados caprinos, os produtores de leite caprino do Nordeste brasileiro devem atender ao mercado que cresce com base em consumidores que apreciam queijo de cabra e desejam apoiar pequenos produtores locais. Porém, devem melhorar a qualidade, a variedade e a oferta dos seus produtos lácteos, que podem ter forte identificação local, através de características culturais e ambientais (solo, disponibilidade de água, localização, clima, biodiversidades vegetais e animais), aliado ao bem-estar animal e à preservação ambiental (Lu & Miller, 2019; Sepe & Argüello, 2019).

A diversidade de produtos produzidos e consumidos teve escore médio geral de 71,9%, com variação de 65 a 75,7% entre os grupos. Conforme os valores estipulados para a intervenção, o valor médio ficou na faixa intermediária, necessitando de ações de melhorias de curto e médio prazos.

A diversidade de produtos consumidos é de extrema importância para a segurança alimentar da família, pois, quanto mais alta, possibilita a família consumir cereais, grãos, carnes, lácteos, legumes tubérculos, hortaliças e frutas produzidos no próprio local, sendo favorável ao bom balanço nutricional e à menor dependência por alimentos externos.

A baixa variedade dietética, demonstrada em estudo na região Nordeste do Brasil (Almeida et al., 2017), é um dos fatores de risco para insegurança alimentar em populações de assentamentos rurais. Segundo Massawe et al. (2010), a diversidade de culturas está no centro da segurança alimentar global, porque sustenta a produção agrícola atual, enquanto protege as opções para alcançar a segurança alimentar no futuro, tudo diante de um mundo em rápida mudança.

4. Conclusões

Na avaliação de sustentabilidade dos três perfis predominantes de sistemas de produção de caprinos leiteiros, na principal bacia de produção do Brasil, a maioria dos indicadores avaliados ficou na faixa intermediária de avaliação, necessitando de ações de melhorias de médio e curto prazos para a melhoria desses indicadores e, conseqüentemente, da sustentabilidade dos sistemas de produção.

O Grupo I apresentou maior variação na avaliação dos indicadores de sustentabilidade, com mais indicadores nas faixas crítica (inferior) e ótima (superior) de avaliação em relação aos outros dois grupos. Na faixa crítica, destacaram-se produção de leite, disponibilidade de semente, gestão de resíduos, adoção de tecnologias e mercado para lácteos caprinos, entretanto, na faixa ótima, este grupo apresentou indicadores importantes quanto à sustentabilidade em produção animal em região de semiárido, a saber: disponibilidade e qualidade de água e disponibilidade de forragem, revelando que esses sistemas estão mais preparados para enfrentar períodos de estiagem, tão comum na região Nordeste.

Os Grupos II e III apresentaram poucos indicadores na faixa de avaliação crítica, ambos com dois, e maior concentração dos indicadores na faixa intermediária. O Grupo III apresentou maior inserção ao mercado, com maior diversidade de canais de comercialização para os produtos produzidos nas propriedades e menor restrição de mercado para os produtos lácteos, em relação aos demais grupos.

O indicador mais crítico foi o mercado para os lácteos caprinos, com média geral de 40%, evidenciando um dos principais desafios para os sistemas de produção e para toda a cadeia produtiva da caprinocultura leiteira, a dependência do mercado governamental. Ações direcionadas a novos mercados para os produtos lácteos deverão ser prioridade *sine qua non* para o alcance da sustentabilidade dos sistemas de produção de caprinos e de toda a cadeia produtiva da Paraíba e de Pernambuco.

No presente estudo, buscou-se aplicar de forma fidedigna as etapas da MESMIS, de maneira multidisciplinar e participativa; o ponto alto da aplicação foi a caracterização dos sistemas de produção (duração de dois dias), com participação de uma equipe multidisciplinar: agrônomos, veterinários, zootecnistas, extensionistas (responsáveis pela assistência técnica) e membros da família. Constatou-se que,

durante essa fase, foi possível ganhar a confiança dos produtores e de seus familiares, aumentando a interação entre os envolvidos, e, por fim, identificar os principais pontos críticos dos sistemas.

Esse primeiro estudo foi uma avaliação transversal, entretanto, o projeto que originou este estudo pretende sugerir de forma participativa as possíveis ações de melhorias e acompanhar por no mínimo dois anos adicionais os sistemas de produção, para se ter uma avaliação longitudinal com vistas à melhor avaliação dos sistemas, buscando ajustar a aplicação da ferramenta MESMIS para fins de acompanhamento pela equipe de extensionistas, e não somente para fins acadêmicos.

O acompanhamento proposto aos sistemas possibilitará a discussão dos indicadores mais apropriados e a incorporação de outros, principalmente, indicadores de eficiência que necessitem de informações ao longo do tempo.

5. Referências

Akpan SB, Patrick IV, James SU, Agom DI (2015) Determinants of decision and participation of rural youth in agricultural production: A case study of youth in the southern region of Nigeria. **Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences** 7: 35-48.

Alcázar P, Espejel I, Reyes-Orta M, Arredondo-García MC (2019) Retrospective assessment as a tool for the management of sustainability in diversified farms. **Agroecology and Sustainable Food Systems** 11:216-233. doi.org/10.1080/21683565.2019.1578722

Alencar S, Mota R, Coelho MC, Nascimento S, Abreu S, Castro R (2010) Perfil sanitário dos rebanhos caprinos e ovinos no sertão de Pernambucano. **Ciência Animal Brasileira** 11:131-140. doi.org/10.5216/cab.v11i1.4051

Almeida HA, Soares, ERA, Santos Neto JA, Pinto IO (2019) Social and Productive Indicators of Forage Palm and the Survival of Livestock Activity in the Semi-arid Region of Northeastern Brazil. **Asian Journal of Advances in Agricultural Research** 10:1-12. doi.org/10.9734/ajaar/2019/v10i130018

Almeida JA, Santos AS, Nascimento MAO, Oliveira JVC, Silva DG, Mendes-Netto RS (2017) Fatores associados ao risco de insegurança alimentar e nutricional em famílias de assentamentos rurais. **Ciência & Saúde Coletiva** 22:479-488. doi.org/10.1590/1413-81232017222.27102015

Alvares, CA, Stape JL, Sentelhas PC, Gonçalves JLM, Sparovek G (2013) Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift** 22:711-728. doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507

Arnés E, Astier M, González OM, Díaz-Ambrona CGH (2019) Participatory evaluation of food and nutritional security through sustainability indicators in a highland peasant system in Guatemala. **Agroecology and Sustainable Food Systems** 43:482-513. doi.org/10.1080/21683565.2018.1510871

Assad ED, Ribeiro RRR, Nakai AM (2019) Assessments and How an Increase in Temperature may Have an Impact on Agriculture in Brazil and Mapping of the Current and Future Situation. In: Nobre, C. A, Marengo A. J Soares, W R. (Eds) *Climate Change Risks in Brazil* (pp. 31-66) Switzerland: Springer. doi.org/10.1007/978-3-319-92881-4

Astier M, González C (2008) Formulación de indicadores socioambientales para evaluaciones de sustentabilidad de sistemas de manejo complejos. In: Astier M, Masera O, Galván Y (Coords.) Evaluación de sustentabilidad. Un enfoque dinámico y multidimensional. Valença: Sociedad Española de Agricultura Ecológica (SEAE) / Centro de Investigaciones en Geografía A (CIGA) / El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR) / Centro de Investigaciones en Ecosistemas (CIEco) / Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) / Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiada A.C. (GIRA) / Mundi-Prensa México, S.A. de C.V. / Fundación Instituto de Agricultura Ecológica y Sustentable, 73-94.

Astier M, Speelman EN, López-Ridaura S, Masera OR, Gonzalez-Esquivel CE (2011) Sustainability indicators, alternative strategies and trade-offs in peasant agroecosystems: analysing 15 case studies from Latin America. **International Journal of Agricultural Sustainability** 9:409-422. doi.org/10.1080/14735903.2011.583481

Barroso A.AF, Gomes GE, Lima AEO, Palácio HAQ, Lima CA (2011) Avaliação da qualidade da água para irrigação na região Centro Sul no Estado do Ceará. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental** 15:588–593.

Bernardi D, Munaretto D, Cordeiro NK, Santos CO (2019) Gestão de resíduos sólidos no meio rural: um levantamento em municípios do Oeste Catarinense. **Revista Brasileira De Educação Ambiental (RevBEA)** 14:119-132. doi.org/10.34024/revbea.2019.v14.2617

Brasil (2010) Lei no 12.305, de 02/08/2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305>. Acessado em: 15 out. 2019.

Brasil (2019) Decreto Nº 9.661, de 1º de janeiro de 2019. Brasília: Diário Oficial da União. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2019/Decreto/D9661.htm>. Acessado em: 15 out. 2019.

Brito SS, Cunha AP, Cunningham CC, Alvalá, RC, Marengo JA, Carvalho MA (2018) Frequency, duration and severity of drought in the Semiarid Northeast Brazil region. **Int. J. Climatol** 38:517-529. doi.org/doi:10.1002/joc.5225

Camelo GLP, Cândido GA (2012) Potencialidades e limitações dos agroecossistemas familiares de cultivo do abacaxi em Touros (RN). **Revista HOLOS** 6:3-27.

Cândido, M. J. D, Lopes, M. N, Furtado, R. N, Pompeu, R. C. F. F (2018) Potencial e desafios para a produção animal sustentável em pastagens cultivadas do Nordeste.

Revista Científica de Produção Animal 20:39-45. [dx.doi.org/10.5935/2176-4158/rcpa.v20n1p39-45](https://doi.org/10.5935/2176-4158/rcpa.v20n1p39-45)

Carneiro MFC, Ingá MAM, Silva Filho HÁ, Santos EVM dos, Rolim HO, Chaves JR (2012) Avaliação da Qualidade da Água para Irrigação no Perímetro Irrigado Jaguaribe Apodi no Município de Limoeiro do Norte-CE. In: CONGRESSO NORTE-NORDESTE DE PESQUISA E INOVAÇÃO/Ciência, tecnologia e inovação: ações sustentáveis para o desenvolvimento regional: **Anais...** Palmas: IFTO

Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB (2019) Acompanhamento de Safra Brasileira de Grão, v. 6 - Safra 2018/19 - Décimo levantamento. Brasília: CONAB, pp.1-50. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/info-agro/safras/grãos>>. Acessado em: 15 out. 2019.

Contzen S, Forney J (2017) Family farming and gendered division of labour on the move: a typology of farming-family configurations. **Agric Hum Values** 34:27-40. doi.org/10.1007/s10460-016-9687-2

Costa RG, Almeida C, Pimenta Filho E, Holanda Junior E, Santos, N (2008) Caracterização do sistema de produção caprino e ovino na região semi-árida do estado da Paraíba. Brasil. **Archivos de Zootecnia** 57:195-205

Costa RG, Dal Monte HLB, Pimenta Filho EC, Holanda Júnior EV, Cruz GRB, Menezes MPC (2010) Typology and characterization of goat milk production systems in the Cariris Paraibanos. **Revista Brasileira de Zootecnia** 39:656-666. [dx.doi.org/10.1590/S1516-35982010000300027](https://doi.org/10.1590/S1516-35982010000300027)
Coutinho, M. J. F, Carneiro, M. S. S, Edvan, R. L, Pinto, A. O (2013) A pecuária como atividade estabilizadora no semiárido brasileiro. *Veterinária e Zootecnia*, 20, 434-441.

Cunha TJF, Petrere VG, Silva DJ, Mendes AMS, Melo RF, Oliveira Neto MB, Silva MSL, Alvarez IA (2010) Principais solos do semiárido tropical brasileiro: caracterização, potencialidades, limitações, fertilidade e manejo. *Semiárido brasileiro: Pesquisa, desenvolvimento e inovação*. Petrolina: Embrapa Semiárido p.49-87

Dal Monte HLB, Costa RG, Holanda Júnior EV, Pimenta Filho EC, Cruz GRB, Menezes, MPC (2010) Mensuração dos custos e avaliação de rendas em sistemas de produção de leite caprino nos Cariris Paraibanos. **Revista Brasileira de Zootecnia** 39:2535-2544. [dx.doi.org/10.1590/S1516-35982010001100029](https://doi.org/10.1590/S1516-35982010001100029)

Donagema GK, Campos DVB, Calderano SB, Teixeira WG, Viana JHM (Org) (2011). Manual de métodos de análise de solos. 2. ed. rev. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 230 p. (Embrapa Solos. Documentos, 132).

Elias OFAS, Leite MLMV, Azevedo JM, Silva SS, Nascimento GF, Simplício JB (2016) Características Agronômicas de cultivares de sorgo em sistema de plantio direto no semiárido de Pernambuco, **Revista Ciência Agrícola** 14:29-36. [dx.doi.org/10.28998/rca.v14i1.2318](https://doi.org/10.28998/rca.v14i1.2318)

Faria CMB de, Silva MSL da, Silva DJ. (2007) Alterações em características de solos do Submédio São Francisco sob diferentes sistemas de cultivo. Petrolina: Embrapa Semiárido, 36p. (Embrapa Semi-Árido. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 74).

Ferreira GB, Costa MBB, Silva MSL da, Moreira MM, Gava CAT, Chaves VC, Mendonça CES (2011) Sustentabilidade de Agroecossistemas com Barragens Subterrâneas no Semiárido Brasileiro: a percepção dos agricultores na Paraíba. **Revista Brasileira de Agroecologia** 6:19-36.

Franco JA, Gaspar P, Mesias FJ (2012) Economic analysis of scenarios for the sustainability of extensive livestock farming in Spain under the CAP. **Ecological Economics** 74:120-129. doi.org/10.1016/j.ecolecon.2011.12.004

Frota MNL (2015) Carneiro, M.S.S, Carvalho, G.M.C, Neto, R.B.A. Palma Forrageira na Alimentação Animal. Documentos Embrapa- Embrapa Meio-Norte 233. Teresina: Embrapa Meio Norte, 48p.

Gale F (1997) Direct Farm Marketing as a Rural Development Tool. **Rural Development Perspectives** 12:19-25. [10.22004/ag.econ.289729](https://doi.org/10.22004/ag.econ.289729)

Galicia-Gallardo AP, González-Esquivel CE, Castillo A, Monroy-Sánchez AB, Ceccon E (2018) Organic hibiscus (*Hibiscus sabdariffa*), social capital and sustainability in an indigenous Non-Governmental Organization from La Montaña, Guerrero, Mexico. **Agroecology and Sustainable Food Systems**, 43:1106-1123. doi.org/10.1080/21683565.2018.1539694

Galván-Miyoshi Y (2008) Integración de indicadores en la evaluación de sustentabilidad: de los índices agregados a la representación multicriterio. In: Astier M, Maser O, Galván Y (Coords.) Evaluación de sustentabilidad. Un enfoque dinámico y multidimensional. Valença: Sociedad Española de Agricultura Ecológica (SEAE) / Centro de Investigaciones en Geografía A (CIGA) / El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR) / Centro de Investigaciones en Ecosistemas (CIEco) / Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) / Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropriada A.C. (GIRA) / Mundi-Prensa México, S.A. de C.V. / Fundación Instituto de Agricultura Ecológica y Sustentable, 95-119.

García Roces I, Soler Montiel M (2010) Mujeres, agroecología y soberanía alimentaria en la comunidad Moreno Maia del Estado de Acre. Brasil. **Investigaciones Feministas** 1:43 - 65.

Getachew G, Putnam DH, De Ben, CM, De Peters EJ (2016) Potential of sorghum as an alternative to corn forage. **American Journal of Plant Sciences** 7:1106-1121. [dx.doi.org/10.4236/ajps.2016.77106](https://doi.org/10.4236/ajps.2016.77106)

Gevers C, van Rijswijk HF, Swart J (2019) Peasant Seeds in France: Fostering A More Resilient Agriculture. **Sustainability** 11:1-22. doi.org/10.3390/su11113014

Gheyi, HR, Dias NS, Lacerda CF de (Eds.) (2010) Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados. Fortaleza: INCTSal. 471p.

Hair JF, Black WC, Babin BJ, Anderson RE (2009) **Multivariate data analysis**. New Jersey: Prencite Hall International.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2004) Geociências, Informações ambientais, Vegetação, Vegetação Brasileira 1:5.000.000. Disponível em: https://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/vegetacao/mapas/brasil/vegetacao.pdf. Acessado em: 15 out. 2019.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2019) Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua - PNAD Contínua, Renda domiciliar per capita 2018. IBGE, pp.1-3. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9171-pesquisa-nacional-por-amostra-de-domicilios-continua-mensal.html?=&t=renda-domiciliar-per-capita>. Acessado em: 15 out. 2019.

Kabacoff RI (2015) **R in action: Data analysis and graphics with R**. New York: Manning Publications

Kassambara A, Mundt F (2017) factoextra: Extract and Visualize the Results of Multivariate Data Analyses. R package version 1.0.5. Available from: <https://CRAN.R-project.org/package=factoextra>

Kinuthia B, Araar A, Barasa L, Maende S, Mariera F (2019) Off-Farm Participation, Agricultural Production and Farmers' Welfare in Tanzania and Uganda. Partnership for Economic Policy Working Paper No. 2019-01. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3344558>

Le S, Josse J, Husson F (2008) FactoMineR: An R Package for Multivariate Analysis. **Journal of Statistical Software**, 25:1-18. 10.18637/jss.v025.i01

LeRoux M, Schmit T, Roth M, Streeter D (2010) Evaluating marketing channel options for small-scale fruit and vegetable producers. **Renewable Agriculture and Food Systems** 25:16-23. 10.1017/S1742170509990275

Lima FAX, Vargas LP (2015) Alternativas socioeconômicas para os agricultores familiares: o papel de uma associação agroecológica. **Revista Ceres**, 62:159-166. dx.doi.org/10.1590/0034-737X201562020005

Lima Junior BC, Lima VLA.de, FARIAS MSS de, Dantas Neto J. Guimarães JP, Lima MGM de, Alves AS (2017) Classificação da água de irrigação em uma área cultivada com fruticultura irrigada. **Revista Espacios** 38:20-31.

Lindoso DP, Eiró F, Bursztyn M, Rodrigues-Filho S, Nasuti S (2018) Harvesting Water for Living with Drought: Insights from the Brazilian Human Coexistence with Semi-Aridity Approach towards Achieving the Sustainable Development Goals. **Sustainability** 10:1-16. doi.org/10.3390/su10030622

Lopes FB, Borjas AR, Silva MC, Facó O, Lôbo RN, Fiorvanti MCS, McManus C (2012) Breeding goals and selection criteria for intensive and semi-intensive dairy goat system in Brazil. **Small Ruminant Research** 106:110–117. doi.org/10.1016/j.smallrumres.2012.03.011

López-Ridaura S, Masera O, Astier M (2002) Evaluating the sustainability of complex socio-environmental systems. The MESMIS framework. **Ecological Indicators** 2:135-148. doi.org/10.1016/S1470-160X(02)00043-2

Lu C, Miller B (2019) Current status, challenges and prospects for dairy goat production in the Americas. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences** 32:1244-1255. doi.org/10.5713/ajas.19.0256

Maciel GG, Rabelo MC, Vidal EP (Eds) (2011) I Workshop para o desenvolvimento da caprinocultura leiteira de Pernambuco: Pontos fortes e fracos, ameaças e oportunidades, necessidades e sustentabilidade: Secretaria de Agricultura e Reforma Agrária Secretaria Executiva da Agricultura Familiar de Pernambuco, 46p.

Maia A G, Buainain AM (2015) O novo mapa da população rural brasileira. **Confins** 25:1-26. doi.org/10.4000/confins.10548

Masera O, Astier M, López-Ridaura S, Galván-Miyoshi Y, Ortiz-Ávila T, García-Barrios LE, García-Barrios R, González C, Speelman E (2008) El proyecto de evaluación de sustentabilidad MESMIS. In: Astier M, Masera O, Galván Y (Coords.) Evaluación de sustentabilidad. Un enfoque dinámico y multidimensional. Valença: Sociedad Española de Agricultura Ecológica (SEAE) / Centro de Investigaciones en Geografía A (CIGA) / El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR) / Centro de Investigaciones en Ecosistemas (CIEco) / Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) / Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiada A.C. (GIRA) / Mundi-Prensa México, S.A. de C.V. / Fundación Instituto de Agricultura Ecológica y Sustentable, p. 13-24.

Massawe F, Mayes S, Cheng A (2016) Crop Diversity: An Unexploited Treasure Trove for Food Security. **Trends in Plant Science** 21:365-368. doi.org/10.1016/j.tplants.2016.02.006

Meijer SS, Catacutan D, Ajayi OC, Gudeta W, Sileshi GW, Nieuwenhuis M (2014) The role of knowledge, attitudes and perceptions in the uptake of agricultural and agroforestry innovations among smallholder farmers in sub-Saharan Africa. **Int J Agric Sustain.** 13:40-54. doi.org/10.1080/14735903.2014.912493

Meneses VF (2015) “Miunça” e Caprinocultura: Entrelaçamento de Lógicas Sociais da Pecuária Caprina e o PAA/Leite no Cariri Paraibano. **Raízes** 35:66-82.

Merlín-Uribe Y, González-Esquivel CE, Contreras-Hernández A, Zambrano L, Moreno-Casasola P, Astier M (2013) Environmental and socio-economic sustainability of chinampas (raised beds) in Xochimilco, Mexico City. **International Journal of Agricultural Sustainability** 11:216-233. doi.org/10.1080/14735903.2012.726128

Ministério da Cidadania (2019a) Secretaria Especial de Desenvolvimento Social/PAA Leite. Disponível em: <<http://mds.gov.br/assuntos/seguranca-alimentar/programa-de-aquisicao-de-alimentos-paa>>. Acessado em: 15 out. 2019.

Ministério da Cidadania (2019b) Secretaria Especial de Desenvolvimento Social/Bolsa Família. Disponível em: <<http://mds.gov.br/assuntos/bolsa-familia/o-que-e>>. Acessado em: 15 out. 2019.

Novais RF, Alvarez VVH, Barros NF, Fontes RLF, Cantarutti RB, Neves JCL (Eds.) (2007) Fertilidade do Solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1017p.

Obi FO, Ugwuishiwu BO, Nwakaire JN (2016) Agricultural waste concept, generation, utilization and management. **Nigerian J. Technol** 35:957-964. dx.doi.org/10.4314/njt.v35i4.34

Oliveira FC, Collado AC, Leite LFC (2012) Peasant Innovations and the Search for Sustainability: The Case of Carnaubais Territory in Piauí State, Brazil. **Journal of Sustainable Agriculture** 36:523-544. doi.org/10.1080/10440046.2012.656342

Pastusiak R, Jasiniak M, Soliwoda M, Stawska J (2017) What may determine off-farm income? A review. **Agricultural Economics – Czech** 63:380-391. doi.org/10.17221/123/2016-AGRICECON

Petersen P, Silveira LM, Fernandes GB, Almeida SG (2017) Método de Análise Econômico-Ecológica de Agroecossistemas. Rio de Janeiro: AS-PTA, 246p. Disponível em: <http://aspta.org.br/wp-content/uploads/2017/03/2-livro_METODO-DE-ANALISE-DE-AGROECOSSISTEMAS_web.pdf>. Acessado em: 15 out. 2019.

Pimenta Filho EC, Sarmiento JL, Ribeiro MN (2004) Genetic and environmental effects that affect milk production and lactation length of crossbred goats in the state of Paraíba. **Revista Brasileira de Zootecnia** 33:1426-1431.

Pound B, Snapp S, McDougall C, Braun A (Eds) (2003) Managing Natural Resources for Sustainable Livelihoods: Uniting Science and Participation. London: Earthscan and International Development Research Centre (IDRC), 273p.

R Core Team (2018) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Available from: <https://www.R-project.org/>.

Richards LA (1954) Diagnosis and Improvement of Saline and Alkaline Soils. Agriculture Handbook No. 60. Disponível em: https://www.ars.usda.gov/ARSUserFiles/20360500/hb60_pdf/hb60complete.pdf. Acessado em: 25 out. 2019.

Riet-Correa B, Simões SVD, Pereira Filho JM, Azevedo SS, Melo DB, Batista J. A, Miranda Neto EG, Riet-Correa F (2013) Sistemas de produção de caprinocultura leiteira no semiárido paraibano: caracterização, principais limitantes e avaliação de estratégias de intervenção. **Pesquisa Veterinária Brasileira** 33:345-352. dx.doi.org/10.1590/S0100-736X2013000300012

Ripoll-Bosch R, Díez-Unquera B, Ruiz R, Villalba D, Molina E, Joy M, Olaizola A, Bernués A (2012) An integrated sustainability assessment of mediterranean sheep farms with different degrees of intensification. **Agricultural Systems** 105:46-56. doi.org/10.1016/j.agsy.2011.10.003

Roest K, Ferrari P, Knickel K (2018) Specialisation and economies of scale or diversification and economies of scope? Assessing different agricultural development pathways. **Journal of Rural Studies** 59:222-231. doi.org/10.1016/j.jrurstud.2017.04.013

Sampaio B, Sampaio Y, Lima RC, Aires A, Sampaio G (2009) A Economia da Caprinocultura em Pernambuco: Problemas e Perspectivas. **Revista de Economia** 35:137-159. dx.doi.org/10.5380/re.v35i2.17207

Santos MVF, Lira MA, Dubeux Junior JCB, Guim A, Mello AC L, Cunha M (2010) Potential of Caatinga forage plants in ruminant feeding. **Revista Brasileira de Zootecnia** 39:204-215. http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982010001300023

Santos RD; Lemos RC, Santos HG, Ker J, Anjos LHC (2015). Manual de descrição e coleta de solo no campo, 5.ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/Centro Nacional de Pesquisa em Solos, 83p.

Santos, HG dos, Jacomine PKT, Anjps LHC dos, Oliveira VA de; Lumbrearas JF, Coelho MR, Almeida JA de, Cunha TJF, Oliveira JB de (2013) Sistema brasileiro de classificação de solos, 3.ed. rev. e ampl. Brasília: Embrapa, 353p.

Schwendler SF, Thompson LA (2017) An education in gender and agroecology in Brazil's Landless Rural Workers' Movement. **Gender and Education** 29:100-114. DOI: doi.org/10.1080/09540253.2016.1221596

Sepe L, Argüello A (2019) Recent advances in dairy goat products. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences** 32:1306-1320. doi.org/10.5713/ajas.19.0487

Silva AF, Silva MCBC (2016) Agricultura no Nordeste Semiárido e os Resíduos Orgânicos Aproveitáveis. **Revista Equador (UFPI)** 5:102-109.

Silva AS, Silva IF, Silva Neto LF, Souza C (2011) Semeadura direta na produção de milho em agricultura de sequeiro na região nordeste do Brasil, **Ciência Rural** 41:1556-1562.

Silva EGB, Marinho AL, Moreira JA, Novaes LP, Da Silva ADL, Mota LC (2016) Farelo de palma gigante (*Opuntia fícus-indica*) na alimentação de suínos em crescimento. **Acta Veterinaria Brasilica** 10:314-321.

Silva MJR, Marini FS, Paula AC, Coelho AA, Santos AS (2017) Agricultores familiares e cientistas: diálogo de saberes sobre as variedades crioulas de milho no estado da Paraíba. **Ciência e Cultura** 69:34-37. dx.doi.org/10.21800/2317-66602017000200012

Silva RA, Filgueira Felix KK, Barra de Souza MJJ, Siqueira ES (2015) A gestão dos resíduos sólidos no Meio Rural: O estudo de um assentamento da região Nordeste do Brasil. **Gestão E Sociedade** 8:593-613. doi.org/10.21171/ges.v8i20.1992

Souza, RTM de (2013) **Gestão ambiental de agroecossistemas familiares mediante o método Mesmis de avaliação de sustentabilidade**. 216 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – USC, Centro Tecnológico, Florianópolis.

Speelman EN, Astier M, Galván-Miyoshi Y (2008) Sistematización y análisis de las experiencias de evaluación con el marco MESMIS: lecciones para el future. In: Astier M, Masera O, Galván Y (Coords.) Evaluación de sustentabilidad. Un enfoque dinámico y multidimensional. Valença: Sociedad Española de Agricultura Ecológica (SEAE) / Centro de Investigaciones en Geografía A (CIGA) / El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR) / Centro de Investigaciones en Ecosistemas (CIEco) / Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) / Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiada A.C. (GIRA) / Mundi-Prensa México, S.A. de C.V. / Fundación Instituto de Agricultura Ecológica y Sustentable, p. 25-40.

Speelman EN, López-Ridaura S, Colomer NA, Astier M, Masera O. R (2007) Ten years of sustainability evaluation using the MESMIS framework: Lessons learned from its application in 28 Latin American case studies. **International Journal of Sustainable Development & World Ecology** 14:345-361. doi.org/10.1080/13504500709469735

Telmer K, Best M (2004) Underground Dams: A Practical Solution for the Water Needs of Small Communities in Semi-arid Regions **Terra** 1:63–65.

Ten Brink BJE, Hosper SH, Colijn F (1991) A quantitative method for description assessment of ecosystems: The AMOEBA-approach. **Marine Pollution Bulletin** 23:265-270. doi.org/10.1016/0025-326X(91)90685-L

Ueno VA, Neves MC, Queiroga JL, Ramos Filho LO, Oliveira LP (2016) Estratégias de comercialização da agricultura familiar: estudos de caso em assentamentos rurais do estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO SOBRE REFORMA AGRÁRIA E QUESTÕES RURAIS, 7, 2016, Araraquara. 30 anos de assentamentos na Nova República: qual agricultura e qual sociedade queremos? **Anais...** Araraquara: UNIARA, 14p. Disponível em: <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1065665>>. Acessado em: 15 out. 2019.

Vià E (2012) Seed Diversity, Farmers' Rights, and the Politics of Repeasantization. **International Journal of Sociology of Agriculture & Food** 19:229-242.

Waha K, Van Wijk MT, Fritz S, See L, Thornton PK, Wichern J, Herrero M (2018) Agricultural diversification as an important strategy for achieving food security in Africa. **Global Change Biology** 24:3390-3400. doi.org/10.1111/gcb.14158

Wei T and Simko V (2017) R package "corrplot": Visualization of a Correlation Matrix (Version 0.84). Available from: <https://github.com/taiyun/corrplot>

Yunlong C, Smit B (1994) Sustainability in agriculture: a general review. **Agriculture, Ecosystems & Environment** 49:299-307. doi.org/10.1016/0167-8809(94)90059-0

Zago N (2016) Migração rural-urbana, juventude e ensino superior. **Revista Brasileira de Educação** 21:61-78. dx.doi.org/10.1590/S1413-24782016216404

CAPÍTULO 4 - Considerações finais

A caprinocultura leiteira desempenha importante papel socioeconômico no Nordeste brasileiro, com a geração de recursos financeiros através da venda de leite e de animais para o abate e/ou para o próprio consumo desses. Nas duas últimas décadas, por incentivos governamentais e não governamentais, aumentou o interesse de produtores sobre a caprinocultura leiteira, muitos que criavam caprinos somente para o abate passaram também a criar para a produção de leite, ocorrendo mudanças significativas nos sistemas de produção. Diante do exposto, o objetivo nesta tese foi estudar a situação atual dos sistemas de produção de caprinos leiteiros nos estados da Paraíba e de Pernambuco, que são os maiores produtores de leite caprino do Brasil, por meio de dois estudos complementares: o primeiro de tipologia de 554 sistemas de produção de caprinos leiteiros e o segundo de sustentabilidade de 18 sistemas provenientes do primeiro estudo.

O estudo de tipologia de sistema de produção de caprinos leiteiros contribuiu para a geração de conhecimento sobre as áreas socioeconômica, produtiva e estrutural dos sistemas de produção atuais, colaborando na confirmação de percepções que, até o presente momento, não estavam alicerçadas em pesquisas empíricas realizadas com amostra representativa dos sistemas de produção de caprinos leiteiros. As principais confirmações foram: a existência de distintos sistemas de produção de caprinos leiteiros, inseridos em sistemas diversificados que possuem outras atividades pecuárias, principalmente bovinos e aves; o acesso a outras rendas além da agrícola, em especial, a oriunda de programa de transferência de renda; e a dependência do programa governamental PAA – Leite para comercialização do leite de cabra produzido nesses sistemas.

Com as informações e o banco de dados gerados, poderão ser realizados novos estudos para verificar e entender melhor as interações entre as áreas socioeconômica, produtiva e estrutural dos sistemas de produção de caprino leiteiro, como por exemplo: a interação e influência das características socioeconômicas sobre as produtivas, e vice-versa, para construção de modelos matemáticos preditivos que possam, a partir das características socioeconômicas, apontar as práticas de manejo mais adequadas para determinado perfil socioeconômico; ou investigar se

determinadas estruturas dos sistemas de produção – tamanho da propriedade, fontes de forragem e de água, influenciam o tipo e as atividades pecuárias e agrícolas realizadas pelos sistemas produtivos.

Há também a possibilidade de se estudarem outras formas de realização de tipologia de sistemas de produção, buscando-se mais agilidade e economicidade no processo, sem diminuir a representatividade da realidade estudada, por exemplo: poderá avaliar se a realização de tipologia com número reduzido de sistemas de produção, pré-selecionados por técnicos e produtores da região do estudo, é suficiente para representar os sistemas de produção existentes, sem a necessidade de grandes amostras. Outra possibilidade é avaliar se a tipologia realizada por técnicas quantitativas e qualitativas melhora significativamente a caracterização dos sistemas de produção.

O estudo de sustentabilidade de sistemas de produção de caprinos leiteiros foi o primeiro realizado na região Nordeste e no Brasil, com base em consultas realizadas nas principais bases científicas internacionais.

Inicialmente, o estudo de sustentabilidade contribuiu com a identificação de pontos positivos e negativos dos perfis (tipos) predominantes dos sistemas de produção de caprinos leiteiros, nos estados da Paraíba e de Pernambuco, e a escolha de 22 indicadores de sustentabilidade apropriados a esses sistemas. A sustentabilidade foi semelhante entre os diferentes sistemas de produção identificados na tipologia, demonstrando a necessidade de melhoria em quase todos os pontos estudados, com destaque para o mercado para lácteos caprinos.

A aplicação da metodologia MESMIS mostrou-se adequada aos sistemas avaliados, em função das características destes sistemas diversificados – participativa, interdisciplinar, flexível e adaptável a diversos sistemas de produção.

A avaliação de sustentabilidade no presente estudo foi a primeira etapa, em que se avaliou a situação atual, comparando os sistemas de produção por tipologia – estudo transversal. A avaliação de sustentabilidade pela MESMIS é cíclica, após a primeira avaliação é encorajada a implantação das ações de melhorias, além do monitoramento dos indicadores dentro do mesmo sistema de produção ao longo do tempo, para avaliar a evolução deste estudo longitudinal, que será a continuidade dos resultados obtidos no presente estudo de sustentabilidade.

As avaliações de sustentabilidade, ao longo do tempo, permitirão a geração de informações que poderão subsidiar a elaboração de modelos de simulações computacionais, para avaliar as consequências de determinada ação de melhoria sobre a sustentabilidade do sistema de produção e/ou os relacionamentos (*trade-off* e sinergia) entre atributos e indicadores, antes de ser implementada.

Por fim, uma das principais contribuições da presente tese é subsidiar instituições de pesquisa, ensino, assistência técnica e extensão rural e/ou fomento na elaboração de projetos ou programas de desenvolvimento apropriados para as características de cada sistema de produção de caprinos leiteiros identificado, que, mesmo com *status* de sustentabilidade semelhantes, exigirão ações de intervenções diferentes e apropriadas.

APÊNDICES

Apêndice A – Cidades das microrregiões da área de estudo

Tabela 1A. Relação das cidades com propriedades rurais visitadas

Microrregiões	Cidades	Quantidade de propriedades
Cariri Ocidental (16 cidades)	Amparo	32
	Camalaú	10
	Congo	8
	Coxixola	10
	Livramento	1
	Monteiro	65
	Ouro Velho	18
	Parari	11
	Prata	27
	São João do Tigre	12
	São José dos Cordeiros	8
	São Sebastião do Umbuzeiro	6
	Serra Branca	9
	Sumé	6
	Taperoá	16
	Zabelê	28
Cariri Oriental (6 cidades)	Cabaceiras	13
	Caraúbas	7
	Gurjão	20
	Santo André	15
	São Domingos do Cariri	5
	São João do Cariri	7
Pajeú (6 cidades)	Afogados da Ingazeira	1
	Iguaracy	18
	Ingazeira	2
	Itapetim	9
	São José do Egito	6
	Tuparetama	14
Sertão do Moxotó (2 cidades)	Arcoverde	3
	Sertânia	28
Vale do Ipanema (2 cidades)	Pedra	23
	Venturosa	48
Vale do Ipojuca (3 cidades)	Alagoinha	29
	Pesqueira	32
	Poção	7

Apêndice B – Questionário utilizado

QUESTIONÁRIO DO PROJETO AVALIAÇÃO DE SUSTENTABILIDADE DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE CAPRINOS LEITEIROS

A proposta deste questionário é coletar informações e posteriormente formar um banco de dados atualizado de produtores de caprino leiteiro dos estados da Paraíba e de Pernambuco. A análise dos dados coletados possibilitará a geração de informações para subsidiar o processo de tomada de decisões públicas e privadas, voltados para a melhoria dos sistemas de produção de caprinos leiteiros desses estados.

Instruções de preenchimento:

O presente questionário foi elaborado para ser aplicado em entrevista face a face, onde o entrevistador faz apenas as perguntas que estão escritas no questionário ao entrevistado, o produtor rural.

A grande parte do questionário é composta por questões fechadas de três tipos:

- Questão binária, que permite apenas dois tipos de respostas “Sim” ou “Não”;
- Questão de múltipla escolha com resposta única, formatada com o espaço da resposta entre parênteses () e sinalizada com a observação **(Somente uma alternativa)**;
- Questões de múltipla escolha com mais de uma resposta, formatada com espaço da resposta entre colchetes [] e sinalizada com a observação **[Mais de uma alternativa]**.

As alternativas selecionadas pelo entrevistado deverão ser marcadas com “X”.

As questões abertas são minoria, e deverão ser preenchidas com clareza e dentro do âmbito da pergunta.

É importante que todos os respondentes ouçam as mesmas questões na mesma ordem.

Nome do entrevistador (a): _____.

Data da entrevista: ____/____/_____

INFORMAÇÕES GERAIS

Entrevistado (a):

Nome _____ / Idade: _____.

Telefone de contato: _____.

E-mail: _____.

Parentesco com o proprietário (a) _____.

Proprietário:

Nome: _____ / Idade: _____.

CPF: _____ - _____.

Propriedade (fazenda)

Nome: _____.

Endereço: _____.

Bairro ou Comunidade: _____.

Município: _____ / Estado: _____.

Latitude: _____ Longitude: _____ Altitude: _____.

Ponto: _____ GPS: _____.

SOCIOECONÔMICO

1- Composição da família do proprietário. **Atenção: Observar a legenda para o preenchimento dessa questão, utilizar os códigos descritos.**

	Nome	E	P	Sexo	Parentesco	Nascimento	Escolaridade
1.1							
1.2							
1.3							
1.4							
1.5							
1.6							
1.7							

E- Marcar com "X" o entrevistado; **P-** Marcar com "X" o proprietário (a); **Sexo:** **M-** Masculino e **F-** Feminino; **Parentesco em relação ao proprietário (a):** 1- Pai; 2- Mãe; 3- Esposo (a); 4- Filho(a); 5- Avô(ó); 6- Tio(a); 7- Primo(a); 8- Sobrinho(a); 9- Outros 2º grau; 10- Outros 3º grau; **Nascimento:** dia/mês/ano e **Escolaridade:** 1- Analfabeto; 2- Alfabetizado; 3- Educação infantil (crianças de 0 a 5 anos); 4- Fundamental incompleto (1º ao 9º ano); - 5- Fundamental completo; 6- Médio incompleto (10º ao 12º ano); 7- Médio Completo; 8- Graduação incompleta; 9- Graduação completa; 10- Pós graduação incompleta e 11- Pós-graduação completa (a partir de especialização ou mestrado completa

2- Qual a relação de posse do produtor (a) com a propriedade?

(Somente uma alternativa por opção)

- 2.1 () Proprietário
 2.2 () Arrendatário
 2.3 () Comodatário
 2.4 () Meeiro
 2.5 () Posseiro
 2.6 () Assentado
 2.7 () Parceiro
 2.8 () Outro(s): _____.

3- Qual(is) a(s) fonte(s) de renda da família do produtor(a) (todos os membros)? **[Mais de uma alternativa]**

- 3.1 [] Renda da fazenda (pecuária, agricultura, silvicultura, extrativismo, aluguel de áreas, etc.);
 3.2 [] Assalariado (prestador de serviço com contrato fixo, permanente);
 3.3 [] Temporário (prestador de serviço temporário, exemplo: diarista, empreita, etc.);
 3.4 [] Servidor público (municipal, estadual ou federal);
 3.5 [] Aposentado e/ou pensionista;
 3.6 [] Comerciante ou empresário (alguma atividade própria sem ser a fazenda);
 3.7 [] Programas sociais (Bolsa-Família, Seguro Safra, etc.);
 3.8 [] Outro(s): _____.

4- Considerando todas as rendas da família, qual é o percentual da renda vinda da propriedade (das atividades agrícolas e pecuárias)? _____
 (%) **Atenção: Somente o percentual**

5- Quantas pessoas da família trabalham na propriedade e quem são?

- a) Quantas: _____.
- b) Quem são*: 1- _____; 2- _____;
3- _____; 4- _____;
5- _____; 6- _____.

*Proprietário (a); Esposo (a); Pai; Mãe; Filho(a); Avô(ó); Tio(a); Primo(a); Sobrinho(a); Outros 2º grau e Outros 3º grau

6- Contrata mão de obra para as atividades da propriedade?

- () Sim (responder à questão 7)
() Não (ir para a questão 8)

7- Qual o tipo contratação e quantas pessoas são contratadas? (média/ano)

[Mais de uma alternativa]

- 7.1 [] Permanente, quantos: _____;
7.2 [] Temporário, quantos: _____.

8- O produtor e sua família residem na propriedade? () Sim () Não

9- Qual o estado de conservação da casa que a família vive?

Atenção: O Entrevistador deverá avaliar e responder, independente que a casa seja ou não na propriedade) **(Somente uma alternativa por opção)**

- 9.1 () Péssimo
9.2 () Ruim
9.3 () Regular
9.4 () Bom
9.5 () Ótimo

10- Qual(is) o(s) bem(ns) durável(is) a família possui em sua casa?

[Mais de uma alternativa]

- 10.1 [] Antena parabólica; 10.10 [] Motocicletas;
10.2 [] Automóvel; 10.11 [] Máquina de costura;
10.3 [] Bicicleta; 10.12 [] Máquina de lavar roupa;
10.4 [] Dvd; 10.13 [] Televisor;
10.5 [] Fogão a gás; 10.14 [] Aparelho de som;
10.6 [] Freezer; 10.15 [] Fogão a lenha;
10.7 [] Geladeira; 10.16 [] Telefone.

- 10.8 [] Micro-ondas; 10.17 [] Celular
10.9 [] Microcomputador;

11- Qual(is) é(são) o(s) programa(s) e/ou política(s) pública(s) que tem acesso?

[Mais de uma alternativa]

- 11.1 [] Bolsa-Família; 11.7 [] Crédito e financiamento rural^c;
11.2 [] Minha casa, Minha vida; 11.8 [] Tarifa verde;
11.3 [] Garantia safra; 11.9 [] Nota fiscal do produtor
(cadastro)
11.4 [] Luz para todos; 11.10 [] PNAE;
11.5 [] PGPAF^a; 11.11 [] PAA;
11.6 [] SEAF^b; 11.12 [] Outro(s): _____.

11.0 () Não acesso à programa e/ou política pública

^aPrograma de Garantia de Preços da Agricultura Familiar; ^bSeguro da Agricultura Familiar; ^cExemplo: Pronaf, Microcrédito Amigo etc.

12- A família (qualquer membro) participa de algum tipo de organização social? (exemplo: associações, cooperativas, grupos, etc.)

- () Sim (responder à questão 13) () Não (ir para a questão 14)

13- Qual(is) a(s) organização(ões) social(is) a família (qualquer membro) do proprietário participa?

[Mais de uma alternativa]

- 13.1 [] Grupo Informal de Jovens;
13.2 [] Grupo Informal de Mulheres;
13.3 [] Grupo Informal de Produção;
13.4 [] Associação;
13.5 [] Cooperativa;
13.6 [] Feira da Agricultura Familiar;
13.7 [] Feira Agroecológica;
13.8 [] Feira Livre;
13.9 [] Outra(s): _____.
- 13.0 () Não participa de nenhuma organização social**

14- Recebe visita de agente de saúde?

- () Sim (responder à questão 15) () Não (ir para a questão 16)

15- Qual a periodicidade da visita do agente de saúde?

(Somente uma alternativa por opção)

- 15.1 () Anual
 15.2 () Semestral
 15.3 () Trimestral
 15.4 () Mensal
 15.5 () Quinzenal
 15.6 () Diário
 15.7 () Eventual (caso necessário)

16- Qual(is) é(são) o(s) meio(s) de transporte que a família utiliza?

[Mais de uma alternativa]

- | | |
|----------------------------|------------------------------------|
| 16.1 [] A pé; | 16.6 [] Trator; |
| 16.2 [] Bicicleta; | 16.7 [] Ônibus - Transp. Público; |
| 16.3 [] Animais; | 16.8 [] Ônibus - Transp. Privado; |
| 16.4 [] Moto; | 16.9 [] Transporte Alternativo; |
| 16.5 [] Carro; | 16.10 [] Barco; |
| 16.11 [] Outro(s): _____. | |

17- Alguém da família deseja continuar na atividade rural (na fazenda) após o atual responsável aposentar-se? () Sim () Não

INFRAESTRUTURA

18- Qual o tamanho da propriedade? _____ (hectare).

19- Existe área de reserva legal na propriedade e qual o tamanho?

- () Sim, tamanho: _____ (hectare).
 () Não

20- Qual o tamanho da área de culturas agrícolas destinadas somente para o consumo humano? _____ (hectare).

21- Qual(is) é(são) a(s) instalação(ões) existente(s) e utilizada(s) na propriedade para o **rebanho caprino**?

[Mais de uma alternativa]

- 21.1 [] Aprisco;
 21.2 [] Bodil (somente para os reprodutores);
 21.3 [] Cabriteiro;
 21.4 [] Isolamento;
 21.5 [] Esterqueira (não somente para caprino);
 21.6 [] Depósito para ração/equipamento/material agrícola e de consumo (não somente para caprino);
 21.7 [] Sala de ordenha;
 21.8 [] Somente a plataforma de ordenha;
 21.9 [] Silo trincheira (não somente para caprino);
 21.10 [] Outra(s): _____.
21.0 () Não possui nenhuma instalação para o rebanho caprino

22- Qual(is) dessa(s) outra(s) instalação(ões) existe(m) na propriedade?

[Mais de uma alternativa]

- 22.1 [] Estábulo para bovino;
 22.2 [] Curral para bovino;
 22.3 [] Pocilga;
 22.4 [] Aviário;
 22.5 [] Unidade de Beneficiamento / Agroindústria;
 22.6 [] Cerca de arame farpado;
 22.7 [] Cerca de arame liso (tipo tela)
 22.8 [] Outra(s): _____.
22.0 () Não possui nenhuma instalação na propriedade

23- A propriedade possui eletricidade? () Sim () Não

24- Qual(is) dessa(s) máquina(s) e/ou equipamento(s) existe(m) na propriedade?

[Mais de uma alternativa]

- | | |
|----------------------------------------------|--------------------------------------------|
| 24.1 [] Caminhão; | 24.13 [] Ensiladeira mecânica; |
| 24.2 [] Picape; | 24.14 [] Colheitadeira mecânica; |
| 24.3 [] Trator; | 24.15 [] Picadeira; |
| 24.4 [] Grade; | 24.16 [] Forageira; |
| 24.5 [] Arado; | 24.17 [] Roçadeira elétrica; |
| 24.6 [] Grade-aradora; | 24.18 [] Pulverizador costal; |
| 24.7 [] Capinadeira; | 24.19 [] Motor elétrico; |
| 24.8 [] Carro de boi; | 24.20 [] Bomba elétrica; |
| 24.9 [] Plantadeira (matraca); | 24.21 [] Máquina de ordenha para caprino; |
| 24.10 [] Plantadeira e adubadeira mecânica; | 24.22 [] Máquina de ordenha para bovino; |
| 24.11 [] Debulhadeira mecânica; | 24.23 [] Tanque de resfriamento; |
| 24.12 [] Roçadeira mecânica; | 24.24 [] Freezer; |
| 24.25 [] Outro(s): _____. | |

25- Qual(is) é(são) a(s) área(s) de produção de alimento para os animais na propriedade?

[Mais de uma alternativa]

- | | |
|---------------------------------------------------|----------------------|
| 25.1 [] Caatinga nativa, | tamanho: _____ (ha). |
| 25.2 [] Caatinga manipulada, | tamanho: _____ (ha). |
| 25.3 [] Pastagem cultivada e irrigada, | tamanho: _____ (ha). |
| 25.4 [] Pastagem cultivada, | tamanho: _____ (ha). |
| 25.5 [] Capineira irrigada, | tamanho: _____ (ha). |
| 25.6 [] Capineira, | tamanho: _____ (ha). |
| 25.7 [] Palmal irrigado, | tamanho: _____ (ha). |
| 25.8 [] Palmal | tamanho: _____ (ha). |
| 25.9 [] Sisal, | tamanho: _____ (ha). |
| 25.10 [] Área de plantio anual (milho, sorgo...) | tamanho: _____ (ha). |
| 25.11 [] Banco de proteína, | tamanho: _____ (ha). |
| 25.12 [] Outra(s) _____, | tamanho: _____ (ha). |

25.0 () Não possui áreas de produção de alimentos

26- Qual(is) é(são) as fonte(s) de água para consumo e produção (animal e agrícola) existente(s) na propriedade? **[Mais de uma alternativa]**

- | | |
|-------------------------------|--------------------------------|
| 26.1 [] Cisterna de placas; | 26.9 [] Barragem subterrânea; |
| 26.2 [] Cisterna calçadão; | 26.10 [] Açude; |
| 26.3 [] Cisterna 52 mil; | 26.11 [] Barraginha; |
| 26.4 [] Caldeirão de pedra; | 26.12 [] Barreiro; |
| 26.5 [] Poço raso; | 26.13 [] Cacimba; |
| 26.6 [] Poço amazonas; | 26.14 [] Rio; |
| 26.7 [] Poço artesiano; | 26.15 [] Riacho; |
| 26.8 [] Barragem sucessivas; | 26.16 [] Nascente. |
| 26.17 [] Outra (s): _____ | |

26.0 () A propriedade não possui nenhuma fonte de água

PRODUÇÃO E MANEJO

27- Qual(is) é(são) a(s) criação(ões) de animais existente(s) na propriedade?

[Mais de uma alternativa]

- | | |
|-----------------------------|-------------------------------|
| 27.1 [] Caprinos, | quantidade: _____ (cabeças); |
| 27.2 [] Ovinos, | quantidade: _____ (cabeças); |
| 27.3 [] Bovinos de leite, | quantidade: _____ (cabeças); |
| 27.4 [] Bovinos de corte, | quantidade: _____ (cabeças); |
| 27.5 [] Suínos, | quantidade: _____ (cabeças); |
| 27.6 [] Frango caipira, | quantidade: _____ (cabeças); |
| 27.7 [] Frango de granja, | quantidade: _____ (cabeças); |
| 27.8 [] Galinha da angola, | quantidade: _____ (cabeças); |
| 27.9 [] Apicultura | quantidade: _____ (colmeias); |
| 27.10 [] Piscicultura; | |
| 27.11 [] Equino; | quantidade: _____ (cabeças); |
| 27.12 [] Asno; | quantidade: _____ (cabeças); |
| 27.13 [] Outro(s): _____ | quantidade: _____. |

28- Qual(is) é(são) a(s) cultura(s) agrícola(s) praticada(s) na propriedade?

[Mais de uma alternativa]

- 28.1 [] Milho; Área: _____ ha
 28.2 [] Mandioca; Área: _____ ha
 28.3 [] Feijão; Área: _____ ha
 28.4 [] Fava; Área: _____ ha
 28.5 [] Frutas; Área: _____ ha
 28.6 [] Verduras e hortaliças; Área: _____ ha
 28.7 [] Outra(s): _____ Área: _____ ha

28.0 () Nenhuma cultura agrícola é praticada na propriedade

29- Qual é a principal atividade (pecuária ou agrícola) da propriedade (a que mais gera ganhos econômicos)? _____.

30- Quanto tempo tem na caprinocultura leiteira? _____ (anos).

31- Quantas pessoas da família estão envolvidas (ajuda no manejo) na caprinocultura? _____.

32- Qual o tempo diário dedicado com o manejo dos caprinos leiteiros? _____ horas/dia

33- Qual é a quantidade de caprinos por categoria?

Categoria	Quantidade (cabeças)
33.1 Cabras adultas (todas as cabras adultas)	
33.2 Cabras em lactação	
33.3 Reprodutores	
33.4 Cabritos em aleitamento	
33.5 Cabritas (fêmeas) desmamadas (recria)	
33.6 Cabritos (machos) desmamados (recria)	

34- Qual é a produção diária total de leite caprino da propriedade? _____ litros.

35- A ordenha é manual? () Sim () Não.

36- A ordenha é realizada quantas vezes por dia? _____.

37- Quais destes procedimentos são adotados na ordenha?

[Mais de uma alternativa]

- 37.1 [] Higiene das mãos antes da ordenha;
 37.2 [] Teste da caneca telada ou de fundo preto;
 37.3 [] Pré-dipping (higienização dos tetos com água clorada ou solução de iodo);
 37.4 [] Secagem com papel toalha descartável;
 37.5 [] Pós-dipping (colocação de solução de iodo, pós ordenha);
 37.6 [] Filtração e refrigeração do leite;
 37.7 [] Lavagem dos utensílios (e/ou da máquina de ordenha);
 37.8 [] Lavagem da sala de ordenha e/ou plataforma de ordenha;
 37.9 [] Outro(s) procedimento(s) adotado(s): _____.

37.0 () Nenhum desses procedimentos de ordenha é adotado

38- Qual(is) a(s) doença(s) e/ou sintoma(s) que está(ão) presente(s) no rebanho caprino?

[Mais de uma alternativa]

- 38.1 [] Diarreia, anemia e edema submandibular (Verminose);
 38.2 [] Linfadenite caseosa (abscesso cutâneo);
 38.3 [] Ceratoconjuntivite (lacrimejamento, fotofobia e/ou opacidade);
 38.4 [] Ectima contagioso (crostas ao redor da boca e/ou narinas);
 38.5 [] Miíase (bicheira), piolho e/ou sarna;
 38.6 [] Mastite;
 38.7 [] Catarro nasal e tosse;
 38.8 [] Pododermatite;
 38.9 [] Aborto, natimorto, malformação e retenção de placenta;
 38.10 [] Outra(s): _____.

38.0 () Nenhuma doença ou sintoma no rebanho

39- Qual(is) dessa(s) prática(s) sanitária(s) é(são) realizada(s) no rebanho caprino? **[Mais de uma alternativa]**

- 39.1 [] Isolamento do animal recém adquirido;
 39.2 [] Separação dos animais em lotes;
 39.3 [] Uso de esterqueira;
 39.4 [] Queima e/ou enterra as carcaças;
 39.5 [] Vacinação contra Raiva;
 39.6 [] Vacinação contra Clostridiose;
 39.7 [] Vermifugação;
 39.8 [] Corte e desinfecção do umbigo;
 39.9 [] Pedilúvio;
 39.10 [] Descorna;
 39.11 [] Casqueamento;
 39.12 [] Outra(s): _____.

39.0 () Nenhuma prática sanitária é realizada

40- Realiza limpeza do aprisco?

- () Sim (responder à questão 41) () Não (ir para a questão 42)

41- Qual a frequência de limpeza do aprisco? **(Somente uma alternativa)**

- 41.1 () Diária
 41.2 () Semanal
 41.3 () Quinzenal
 41.4 () Mensal
 41.5 () Semestral
 41.6 () Anual

42- Qual(is) é(são) a(s) prática(s) de produção e conservação de forragem praticada(s) na propriedade e qual(is) é(são) sua(s) produção(ões) (em toneladas), respectivamente? **[Mais de uma alternativa]**

- 42.1 [] Fenação tonelada _____;
 42.2 [] Silagem tonelada _____;
 42.3 [] Banco de proteína tonelada _____;
 42.4 [] Capineira tonelada _____;
 42.5 [] Palmal tonelada _____.
 42.6 [] Outra(s): _____.

42.0 () Nenhuma prática de conservação é praticada

43- No **período chuvoso**, realiza suplementação concentrada no rebanho caprino?

- () Sim (responder à questão 44) () Não (ir para a questão 45)

44- Quais são as categorias suplementadas com concentrado no **período chuvoso**? **[Mais de uma alternativa]**

- 44.1 [] Cabras em lactação;
 44.2 [] Cabras gestantes;
 44.3 [] Cabras secas (não lactantes);
 44.4 [] Cabritos (machos e fêmeas) em aleitamento;
 44.5 [] Cabritas desmamadas;
 44.6 [] Cabritos desmamados;
 44.7 [] Reprodutores.

45- No **período chuvoso**, quais são as fontes e formas de fornecimento de volumoso ao rebanho caprino? **[Mais de uma alternativa]**

- 45.1 [] Pastejo em área de caatinga nativa e/ou manipulada;
 45.2 [] Pastejo em área de pastagem cultivada;
 45.3 [] Pastejo em área de pastagem cultivada irrigada;
 45.4 [] Pastejo em área de restolho;
 45.5 [] Pastejo em banco de proteína;
 45.6 [] Pastejo em palmal ou em área de outras cactáceas;
 45.7 [] Capim fresco fornecido no cocho;
 45.8 [] Silagem fornecido no cocho (capim, milho, sorgo...);
 45.9 [] Feno de capim ou leguminosa fornecido no cocho;
 45.10 [] Palma ou outras cactáceas fornecida no cocho;
 45.11 [] Outra(s) fonte(s) e forma(s): _____.

46- No **período seco**, realiza suplementação concentrada no rebanho caprino?

- () Sim (responder à questão 47) () Não (ir para a questão 48)

47- Quais são as categorias suplementadas com concentrado no **período seco**? **[Mais de uma alternativa]**

- 47.1 [] Cabras em lactação;
 47.2 [] Cabras gestantes;
 47.3 [] Cabras secas (não lactantes);
 47.4 [] Cabritos (machos e fêmeas) em aleitamento;
 47.5 [] Cabritas desmamadas;
 47.6 [] Cabritos desmamados;
 47.7 [] Reprodutores.

48- No **período seco**, quais são as fontes e formas de fornecimento de volumoso ao rebanho caprino? **[Mais de uma alternativa]**

- 48.1 [] Pastejo em área de caatinga nativa e/ou manipulada;
 48.2 [] Pastejo em área de pastagem cultivada;
 48.3 [] Pastejo em área de pastagem cultivada irrigada;
 48.4 [] Pastejo em área de restolho;
 48.5 [] Pastejo em banco de proteína;
 48.6 [] Pastejo em palmar ou em área de outras cactáceas;
 48.7 [] Capim fresco fornecido no cocho;
 48.8 [] Silagem fornecido no cocho (capim, milho, sorgo...);
 48.9 [] Feno de capim ou leguminosa fornecido no cocho;
 48.10 [] Palma ou outras cactáceas fornecida no cocho;
 48.11 [] Outra(s) fonte(s) e forma(s): _____.

49- Oferece sal mineral para o rebanho caprino?

- () Sim (*responder à questão 50*)
 () Não (*ir para a questão 51*)

50- O sal mineral é oferecido para quais categorias?

[Mais de uma alternativa]

- 50.1 [] Cabras em lactação;
 50.2 [] Cabras gestantes;
 50.3 [] Cabras secas;
 50.4 [] Cabritos (machos e fêmeas) em aleitamento;
 50.5 [] Cabritas desmamadas;
 50.6 [] Cabritos desmamados;

50.7 [] Reprodutores.

51- Quais das raças “exóticas” já foram introduzidas no rebanho (reprodutor e/ou cabras)? **[Mais de uma alternativa]**

- 51.1 [] Saanen;
 51.2 [] Parda Alpina;
 51.3 [] Alpina Americana;
 51.4 [] Alpina Britânica;
 51.5 [] Toggerburg;
 51.6 [] Anglo Nubiana;
 51.7 [] Murciana;
 51.8 [] Boer;
 51.9 [] Savana;
 51.10 [] Outra(s): _____.

51.0 () Nenhuma raça exótica foi introduzida no rebanho

52- Qual(is) a(s) prática(s) reprodutiva(s) utilizada(s) no rebanho de caprino?

[Mais de uma alternativa]

- 52.1 [] Separa os reprodutores das cabras;
 52.2 [] Estação de monta (períodos predeterminados de acasalamentos);
 52.3 [] Efeito macho (introduz um reprodutor para estimular o cio das cabras);
 52.4 [] Estimula e sincroniza o cio das cabras com medicamentos;
 52.5 [] Rufião (Utiliza rufião para identificação do cio das cabras);
 52.6 [] Monta controlada dirigida (utiliza identificação do cio e direciona o reprodutor);
 52.7 [] Monta natural controlada (separação de lotes de cabras por reprodutor);
 52.8 [] Faz inseminação artificial;
 52.9 [] Faz diagnóstico de prenhes;
 52.10 [] Castra os cabritos (machos) que não serão destinados a reprodução.

52.0 () Nenhuma prática reprodutiva é utilizada

53- Qual(is) o(s) destino(s) dos cabritos que não serão reprodutores?

[Mais de uma alternativa]

- 53.1 [] Doa logo após o nascimento;
 53.2 [] Vende logo após o nascimento;
 53.3 [] Doa logo após o desmame;
 53.4 [] Vende logo após o desmame;
 53.5 [] Recria (engorda) e vende (abatido ou vivo) **antes** de um ano de vida;
 53.6 [] Recria (engorda) e vende (abatido ou vivo) **após** um ano de vida;
 53.7 [] Recria (engorda) para abater e consumir na propriedade;
 53.8 [] Outro(s): _____.

54- Realiza alguma anotação técnica e/ou contábil?

- () *Sim (responder à questão 55)* () *Não (ir para a questão 56)*

55- Qual(is) é(são) a(s) anotação(ões) realizada(s) no rebanho caprino?

[Mais de uma alternativa]

- 55.1 [] Nascimento;
 55.2 [] Cobertura;
 55.3 [] Mortos;
 55.4 [] Tratamentos de animais doentes;
 55.5 [] Vermifugações;
 55.6 [] Vacinações;
 55.7 [] Pesagens;
 55.8 [] Escore de condição corporal
 55.9 [] Compras de insumos (ex.: concentrado, medicamento...);
 55.10 [] Vendas (ex.: venda de leite, venda de animais...);
 55.11 [] Mão de obra
 55.12 [] Outro(s): _____.

56- Qual(is) é(são) o(s) tipo(s) de identificação animal realizados no rebanho caprino?

[Mais de uma alternativa]

- 56.1 [] Brinco;
 56.2 [] Tatuagem;
 56.3 [] Colar/Corda;
 56.4 [] Medalha;

56.5 [] Corte na orelha;

56.6 [] Identificação eletrônica;

56.7 [] Ferro quente

56.8 [] Outro(s): _____.

56.0 () Nenhuma identificação nos animais é realizada

57- Recebe alguma assistência técnica?

- () *Sim (responder à questão 58)* () *Não (ir para a questão 59)*

58- Com qual frequência recebe assistência técnica?

(Somente uma alternativa)

58.1 () Semanal

58.2 () Quinzenal

58.3 () Mensal

58.4 () Bimestral

58.5 () Semestral

58.6 () Anual

58.7 () Outro(s): _____.

59- Qual(is) o(s) destino(s) do leite caprino produzido?

[Mais de uma alternativa]

59.1 [] Venda para Usina através do PAA;

59.2 [] Venda para Usina fora do PAA;

59.3 [] Beneficiamento do leite em produtos lácteos para venda;

59.4 [] Consumo próprio (leite in natura ou produtos lácteos);

59.5 [] Fornece aos animais (cabritos ou outra espécie).

59.6 [] Outro(s): _____.

60- Vende caprinos (fêmeas ou machos) que nasceram na propriedade com destino de reposição (reprodutivos) para outras propriedades?

() *Sim (responder à questão 61)*

() *Não (ir para a questão 62)*

61- Qual(is) o(s) animal(is) que (é)são vendido(s) para reposição em outras propriedades? **[Mais de uma alternativa]**

- 61.1 [] Cabritos e cabritas imediatamente após o desmame;
 61.2 [] Cabritas (marrãs) aptas a cobertura (nulíparas);
 61.3 [] Cabras (primíparas ou múltiparas);
 61.4 [] Bodetes (em recria);
 61.5 [] Reprodutores que já cobriram.
 61.6 [] Outros: _____.

61.0 () Nenhum animal é vendido para reposição em outras propriedades

62- Qual(is) é(são) o(s) principal(is) gargalo(s) da caprinocultura leiteira?

[Mais de uma alternativa]

- 62.1 [] Limitado tamanho da propriedade;
 62.2 [] Longo período Seco: escassez de forragem;
 62.3 [] Dificuldades na comercialização (SIM, Selo Estadual);
 62.4 [] Falta e/ou baixa qualificação da mão-de-obra;
 62.5 [] Falta/deficiência de assistência técnica;
 62.6 [] Baixo potencial genético dos animais;
 62.7 [] Difícil acesso ao crédito;
 62.8 [] Alto preço dos insumos;
 62.9 [] Baixo preço de venda dos produtos;
 62.10 [] Baixa cota da compra governamental do leite (PAA-Leite);
 62.11 [] Insuficiente mercado comprador
 62.12 [] Outro(s): _____.

COMUNICAÇÃO

63- Qual(is) da(s) opção(ões) abaixo corresponde(m) àquele(s) **que você** procura para ter orientações na sua atividade agropecuária.

[Mais de uma alternativa]

- 63.1 [] Técnicos especializados (agrônomo, veterinário, zootecnista, etc);
 63.2 [] Associações, cooperativas ou sindicatos rurais;
 63.3 [] Vizinhos, amigos;
 63.4 [] Órgãos de governo (municipais, estaduais ou federais);

63.5 [] Balconistas, vendedores, representantes de fabricantes ou laboratórios;

63.6 [] Meios de comunicação: televisão, rádio, internet (Google), jornal, revista;

63.7 [] Instituições de ensino (faculdades, universidades) ou pesquisa;

63.8 [] Instituições de Assistência Técnica e Extensão Rural (Ater);

63.9 [] Empresas privadas ou indústrias;

63.10 [] Outro(s): _____.

64- Qual **sua (produtor)** frequência de acesso para os seguintes meios de comunicação? **(Somente uma alternativa por opção)**

a) Televisão

- a.0 () nunca;
 a.1 () raramente;
 a.2 () todo mês;
 a.3 () toda semana;
 a.4 () todos os dias.

b) Revistas

- b.0 () nunca;
 b.1 () raramente;
 b.2 () todo mês;
 b.3 () toda semana;
 b.4 () todos os dias.

c) Rádio

- c.0 () nunca;
 c.1 () raramente;
 c.2 () todo mês;
 c.3 () toda semana;
 c.4 () todos os dias.

d) Internet (Google e sites)

- d.0 () nunca;
 d.1 () raramente;
 d.2 () todo mês;
 d.3 () toda semana;
 d.4 () todos os dias.

e) Jornais impressos

- e.0 () nunca;
 e.1 () raramente;
 e.2 () todo mês;
 e.3 () toda semana;
 e.4 () todos os dias.

65- **Você** tem acesso a alguma dessas redes sociais e qual a frequência de acesso?

a- Facebook

- () Sim
() Não (não responder a frequência)

Frequência:

- a.1 () raramente;
a.2 () todo mês;
a.3 () toda semana;
a.4 () todos os dias.

b- Twitter

- () Sim
() Não (não responder a frequência)

Frequência:

- b.1 () raramente;
b.2 () todo mês;
b.3 () toda semana;
b.4 () todos os dias.

c- Youtube

- () Sim
() Não (não responder a frequência)

Frequência:

- c.1 () raramente;
c.2 () todo mês;
c.3 () toda semana;
c.4 () todos os dias.

d- Whatsapp

- () Sim
() Não (não responder a frequência)

Frequência:

- d.1 () raramente;
d.2 () todo mês;
d.3 () toda semana;
d.4 () todos os dias.

66- - Acessa conteúdos digitais ou redes sociais?

- () Sim (*responder à questão 67*)
() Não (*ir para a questão 68*)

67- Qual(is) o(s) meio(s) **que você** utiliza para acessar conteúdos digitais, sites de internet ou redes sociais. **[Mais de uma alternativa]**

- 67.1 [] Computador;
67.2 [] Tablet;
67.3 [] Celular.

68- Qual(is) o(s) meio(s) **que você** prefere como divulgação de soluções para o campo. **[Mais de uma alternativa]**

- 68.1 [] Mídia eletrônica (rádio/televisão);
68.2 [] Mídia impressa (jornal/revista/informativos/boletins);
68.3 [] Publicações impressas (folder/cartilha/apostila/cartaz/livro/comunicado técnico);
68.4 [] Mídia digital (PDFs/e-books/sites de internet/vídeos/áudios);
68.5 [] Mídias sociais (Facebook, Twitter, Youtube, Whatsapp, Snapchat);
68.6 [] Meio presencial (palestras/dias de campo/apresentações em eventos);
68.7 [] Outro(s): _____.

69- Possui celular?

- () Sim (*responder à questão 70*)
() Não (*não responder à questão 70*)

70- Qual é a marca, o sistema operacional e o modelo do celular?

a- Marca

(*Somente uma alternativa por opção*)

b- Sistema operacional

(*Somente uma alternativa por opção*)

- a.1 () Alcatel
a.2 () Apple
a.3 () Lg
a.4 () Motorola
a.5 () Multilaser
a.6 () Nokia
a.7 () Positivo
a.8 () Samsung
a.9 () Outra: _____.

- b.1 () Android
b.2 () Apple
b.3 () Windows Phone
b.4 () Outro: _____.

c- Modelo: _____.

71- Alguém da família consome leite e/ou derivados de cabra?

- () Sim (*responder à questão 72*)
() Não

72- Quantas pessoas consomem leite e/ou derivados de cabra? _____.

Apêndice C – Modelos de representação gráfica e de fluxogramas



Figura 1C. Representação gráfica do sistema.

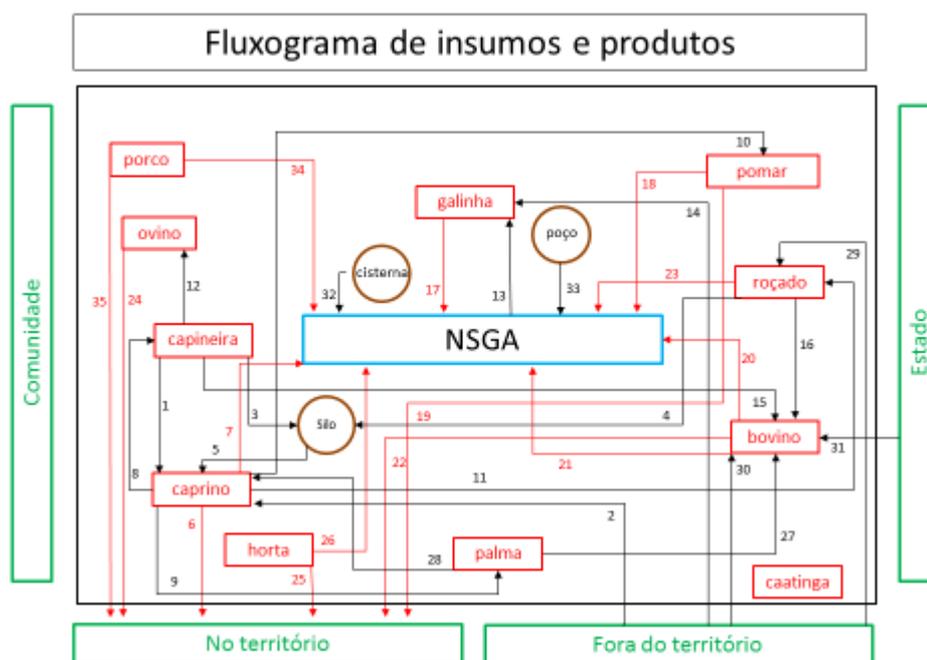


Figura 2C. Fluxograma de insumos e produto; as setas pretas representam os insumos e as vermelhas, os produtos.

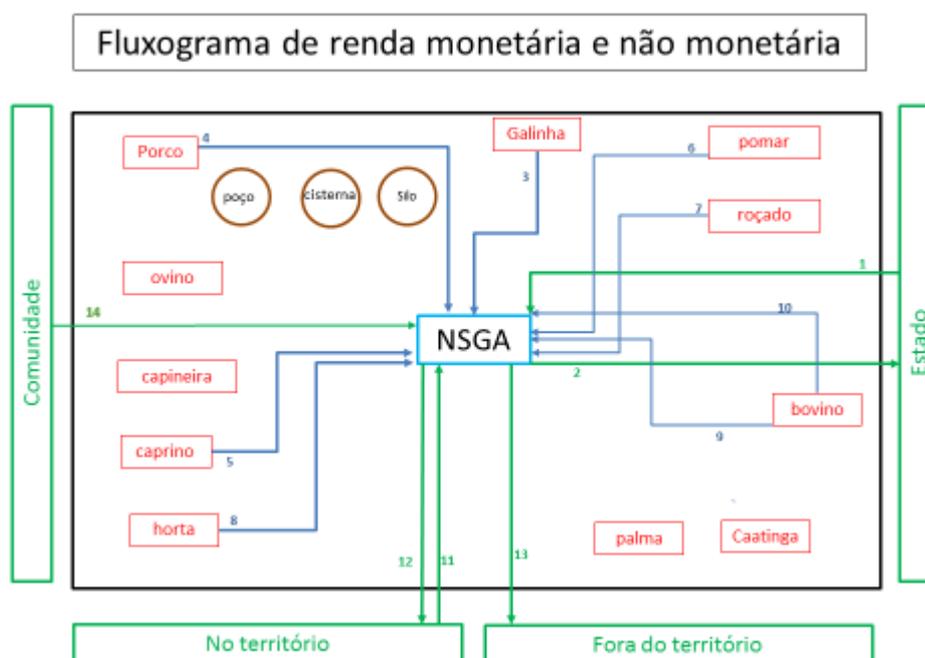


Figura 3C. Fluxograma de rendas monetárias e não monetárias; as setas verdes representam a renda monetária e as azuis, as rendas não monetárias.

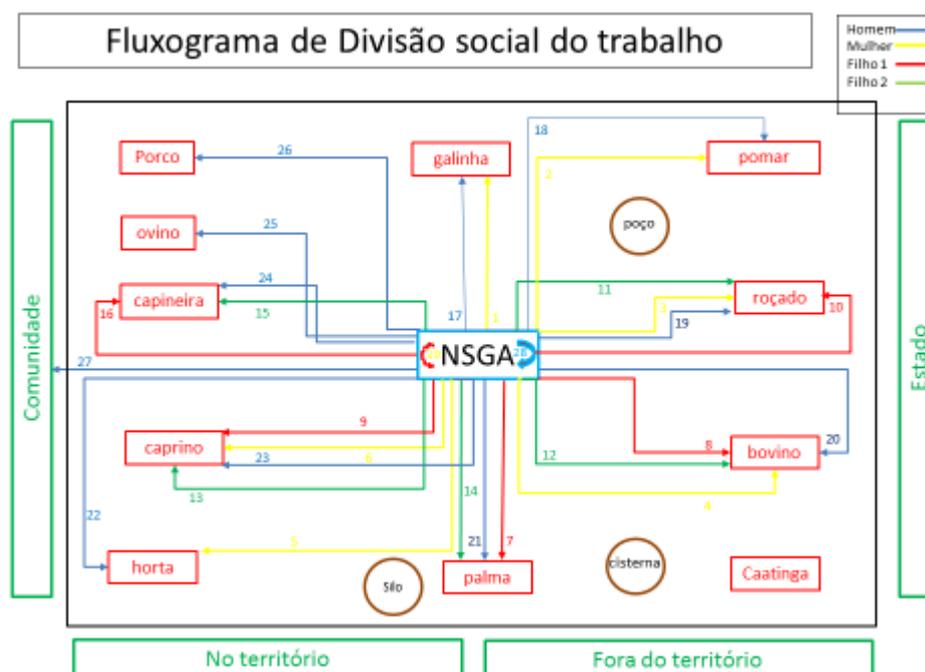


Figura 4C. Fluxograma de divisão do trabalho entre os membros da família; as setas azuis representam o trabalho homem (pai/esposo); as amarelas, o trabalho da mulher (mãe/esposa); as vermelhas, o trabalho do homem jovem (filho); e as verdes, o trabalho da mulher jovem (filha).

Apêndice D – Tabelas matrizes

Tabela 1D. Matriz de avaliação da água

Parâmetros	Faixas de avaliação					Resultado final ^a
	0%	25%	50%	75%	100%	
CE	<i>Extremamente Alto</i> (Acima de 50 dS/m)	<i>Muito Alto</i> (22,5 a 50,0 dS/m)	<i>Alto</i> (7,5 a 22,5 dS/m)	<i>Médio</i> (2,5 a 7,5 dS/m)	<i>Baixo</i> (0 a 2,5 dS/m)	(CE+RAS) /2
RAS	Extremamente Alto (Acima de 30)	<i>Muito Alto</i> (25 a 30)	<i>Alto</i> (18 a 25)	<i>Médio</i> (10 a 18)	<i>Baixo</i> (0 a 10)	

^a A qualidade da água para irrigação foi calculada pela condutividade elétrica (CE), em dS/m (CE x 106) a 25°C, combinada com a relação de sódio trocável (RAS).

Tabela 2D. Matriz de avaliação de solo

Parâmetros avaliados	Faixas de avaliação					Resultado final
	0%	25%	50%	75%	100%	
Fertilidade natural - Fert ^a	<i>Muito Baixa</i>	<i>Baixa</i>	<i>Media</i>	<i>Alta</i>	<i>Muito Alta</i>	(Fert.+ PST + CE + Prof + Tex) /5
Percentagem de sódio trocável - PST	Muito sódico - PST > 30	Sódico - PST entre 20 e 30	Ligeiramente sódico - PST entre 15 e 20	Solódico - PST entre 6 e 15	Não sódico - PST < 6	
Condutividade elétrica - CE	Extremamente salino - CE > 16 dS/m	Muito salino - CE entre 8 e 16 dS/m	Salino - CE entre 4 e 8 dS/m	Ligeiramente Salino - CE entre 2 e dS/m	Não salino - CE < 2 dS/m	
Profundidade - Prof	<i>Raso</i> prof < 0,5 m	<i>Pouco profundo</i> prof entre 0,5 e 1,0 m	<i>Medianamente profundo</i> prof entre 1,0-1,5 m	<i>Profundo</i> prof entre 1,5-2,0 m	<i>Muito profundo</i> prof > 2,0 m	
Textura - Tex	<i>Arenosa ou muito argilosa</i>	<i>Argilosa</i>	<i>Arenosa/média ou arenosa/argilosa</i>	<i>Média/argilosa</i>	<i>Média</i>	

^aA avaliação da fertilidade natural dos solos baseou-se nos valores de soma de bases, saturação por bases, capacidade de troca de cátions, pH, fósforo assimilável e carbono orgânico, segundo Faria et al. (2007) e Novais et al. (2007). A profundidade e textura seguiram limites estabelecidos por Santos et al. (2018) e Santos et al. (2015).

Apêndice E – Valores dos parâmetros de água e solo

Tabela 1E. Valores médios dos parâmetros utilizados para o cálculo dos indicadores de qualidade de água e solo, conforme as matrizes de avaliação de água e solo

Grupo	Água ^a		Solo ^b				
	CE	RAS	Fertilidade	PST	CE	Profundidade	Textura
I	87,50 ± 14,4	81,2 ± 23,9	59,5 ± 12,0	84,5 ± 23,7	100 ± 0	44,0 ± 16,3	72,0 ± 21,3
II	90,0 ± 13,7	90,0 ± 13,7	67,3 ± 22,9	95,9 ± 7,2	100 ± 0	23,9 ± 18,9	83,3 ± 23,6
III	91,1 ± 11,9	86,4 ± 11,5	55,6 ± 26,1	76,9 ± 25,3	100 ± 0	37,7 ± 14,3	64,3 ± 19,7
Média	89,9 ± 12,3	86,2 ± 15,1	61,0 ± 21,9	85,9 ± 20,5	100 ± 0	33,7 ± 17,8	73,4 ± 22,1

a A qualidade da água para irrigação foi calculada pela condutividade elétrica (CE), em dS/m (CE x 106) a 25°C, combinada com a relação de sódio trocável (RAS); ^bA avaliação da fertilidade natural dos solos baseou-se nos valores de soma de bases, saturação por bases, capacidade de troca de cátions, pH, fósforo assimilável e carbono orgânico, segundo Faria et al (2007) e Novais et al (2007). A profundidade e textura seguiram limites estabelecidos por Santos et al. (2018) e Santos et al. (2015).