

OBJETIVOS DE
DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL

12 CONSUMO E
PRODUÇÃO
RESPONSÁVEIS



OBJETIVOS DE
DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL

16 PAZ, JUSTIÇA
E INSTITUIÇÕES
EFICAZES



Planejamento do aumento da sustentabilidade de unidades de produção familiar da bacia leiteira caprina nos estados de Pernambuco e Paraíba: a experiência do projeto Siscapri



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Caprinos e Ovinos
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

DOCUMENTOS 151

Planejamento do aumento da sustentabilidade de unidades de produção familiar da bacia leiteira caprina nos estados de Pernambuco e Paraíba: a experiência do projeto Siscapri

*Nivea Regina de Oliveira Felisberto
Leandro Silva Oliveira
Alineaurea Florentino Silva
Maria Sônia Lopes da Silva
Marcelo Casimiro Cavalcante
Francisco Eden Paiva Fernandes
Rafael Gonçalves Tonucci
Elka Costa Santos Nascimento
Alexandre César Silva Marinho*

Embrapa Caprinos e Ovinos
Sobral, CE
2022

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Caprinos e Ovinos
Fazenda Três Lagoas, Estrada Sobral/
Groaíras, Km 4 Caixa Postal: 71
CEP: 62010-970 - Sobral, CE
Fone: (88) 3112-7400
www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações
da Embrapa Caprinos e Ovinos

Presidente
Cícero Cartaxo de Lucena

Secretário-Executivo
Alexandre César Silva Marinho

Membros
*Alexandre Weick Uchoa Monteiro, Aline Costa
Silva, Carlos José Mendes Vasconcelos, Fábio
Mendonça Diniz, Maira Vergne Dias, Manoel
Everardo Pereira Mendes, Marcílio Nilton Lopes
da Frota, Tânia Maria Chaves Campêlo*

Supervisão editorial
Alexandre César Silva Marinho

Revisão de texto
Alexandre César Silva Marinho

Normalização bibliográfica
Tânia Maria Chaves Campêlo

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica
Maira Vergne Dias

Foto da capa
Nivea Regina de Oliveira Felisberto

1ª edição
Publicação digital (PDF): 2022

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Caprinos e Ovinos

Planejamento do aumento da sustentabilidade de unidades de produção familiar da bacia
leiteira caprina nos estados de Pernambuco e Paraíba: a experiência do projeto Siscapri
/ Nivea Regina de Oliveira Felisberto... [et al.]. – Sobral : Embrapa Caprinos e Ovinos,
2021.

PDF (24 p) : il. color. (Documentos / Embrapa Caprinos e Ovinos, ISSN 1676-7659; 151).

1. Desenvolvimento sustentável. 2. Comunidade rural. 3. Agricultura familiar.
4. Agroecologia. I. Felisberto, Nivea Regina de Oliveira. II. Oliveira, Leandro Silva. III. Silva,
Alineurea Florentino. IV. Silva, Maria Sônia Lopes da. V. Francisco, Marcelo Casimiro
Cavalcante. VI. Fernandes, Eden Paiva. VII. Tonucci, Rafael Gonçalves. VIII. Nascimento, Elka
Costa Santos. IX. Marinho, Alexandre César Silva. X. Embrapa Caprinos e Ovinos. XI. Série.

CDD (21.ed.) 333.31

Autores

Nivea Regina de Oliveira Felisberto

Zootecnista, doutora em Zootecnia, pesquisadora da Embrapa Caprinos e Ovinos – Núcleo Regional Nordeste, Campina Grande, PB.

Leandro Silva Oliveira

Médico-veterinário, doutor em Zootecnia, analista da Embrapa Caprinos e Ovinos – Núcleo Regional Nordeste, Campina Grande, PB.

Alineaura Florentino Silva

Agrônoma, doutora em Desenvolvimento e Meio Ambiente Embrapa Semiárido - Petrolina, PE

Maria Sônia Lopes da Silva

Agrônoma, doutora em Ciência do Solo, pesquisadora da Embrapa Solos - UEP Recife, PE

Marcelo Casimiro Cavalcante

Zootecnista, doutor em Zootecnia, docente da Universidade da Integração da Lusofonia Afro-Brasileira, Instituto de Desenvolvimento Rural, Redenção, CE

Francisco Eden Paiva Fernandes

Zootecnista, doutor em Zootecnia, analista da Embrapa Caprinos e Ovinos – Sobral, CE

Rafael Gonçalves Tonucci

Zootecnista, doutor em Zootecnia, pesquisador da Embrapa Caprinos e Ovinos – Sobral, CE.

Elka Costa Santos Nascimento

Engenheira-agrícola, doutora em Engenharia Agrícola, bolsista da Embrapa Caprinos e Ovinos – Núcleo Regional Nordeste, Campina Grande, PB

Alexandre César Silva Marinho

Biblioteconomista e bacharel em Direito, analista da Embrapa Caprinos e Ovinos – Sobral, CE

Apresentação

Este trabalho é um conjunto de procedimentos sistematizados e padronizados para obter dados e informações capaz de caracterizar áreas de atuação de projetos de pesquisa ou ações da assistência técnica e extensão rural, onde a caprinocultura leiteira se apresenta como componente frequentemente encontrado em propriedades da agricultura familiar. Além disto, sugere ferramentas para a caracterização socioeconômica, produtiva, estrutural e indica um conjunto de indicadores para avaliar a sustentabilidade nas dimensões ambiental, econômica e social dessas unidades com enfoque mais sistêmico e sob a perspectiva agroecológica.

As etapas metodológicas foram desenvolvidas no âmbito do Projeto “Estratégias para aumentar a sustentabilidade de sistemas de produção em Arranjos Produtivos Locais de leite caprino no Nordeste” (Siscapri) em um estudo realizado na principal bacia de produção de leite caprino do Nordeste brasileiro, localizada entre os 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 e envolvendo aproximadamente 2000 famílias agricultoras envolvidas na atividade.

O trabalho a seguir é oriundo de uma demanda aberta por produtores e técnicos da região por informações e ferramentas que possam se somar aos conhecimentos dos atores locais e, orientar o planejamento para o aumento da sustentabilidade de unidades de produção familiar e contribuindo com o avanço produtivo na região.

Com isso, a Embrapa Caprinos e Ovinos contempla a Agenda 2030, da Organização das Nações Unidas (ONU), através dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) com a publicação tendo alinhamento com os ODS 12 e ODS 16, que assegura padrões de produção e de consumo sustentáveis principalmente por contribuir com a gestão sustentável e utilização eficiente dos recursos naturais, além de apoiar o fortalecimento das capacidades científicas rumo à padrões mais sustentáveis de produção e consumo.

Ana Clara Rodrigues Cavalcante

Chefe-Geral da Embrapa Caprinos e Ovinos

Sumário

Introdução.....	7
Aspecto metodológico	8
Passo 1. Caracterização	10
Passo 2. Modelização	12
Passo 3. Identificação dos pontos fortes e fracos.....	17
Passo 4. Escolha/adaptação/criação de indicadores com limites inferiores e superiores.....	19
Passo 5. Avaliação de indicadores de sustentabilidade.....	26
Passo 6. Sugestões de melhorias.....	27
A aplicação do processo no Projeto Siscapri	29
Considerações finais	31
Agradecimentos.....	32
Referências	32
Apêndice A – Tabelas matrizes.....	35

Introdução

O Brasil produz, aproximadamente, 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).

Diante do novo cenário da caprinocultura leiteira no Nordeste após o advento do Programa de Aquisição de Alimentos (PAA), criado em 2003 pelo governo federal (BRASIL, 2003), em especial nos estados da Paraíba e de Pernambuco, fizeram-se necessários estudos que caracterizassem a diversidade socioeconômica, produtiva e estrutural e avaliassem 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 o desenvolvimento sustentável desses agroecossistemas.

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

As ferramentas metodológicas *Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo Incorporando Indicadores de Sustentabilidad* - MESMIS (Masera et al., 2008), e *Método de Análise Econômico-ecológica de Agroecossistemas* - Lume (Petersen et al., 2017), contribuíram fortemente na tentativa de visibilizar trajetórias de desenvolvimento de agroecossistemas, ofertando conjuntos de procedimentos que ajudam a levantar informações sobre a complexa dinâmica da coprodução a partir da interação entre a natureza e o trabalho humano, além de propor avaliações cíclicas que apontem para o avanço gradual no *status* de sustentabilidade desses agroecossistemas. Tais contribuições tornam-se ainda mais valiosas quando propõem a implementação, o

monitoramento e a avaliação dos resultados de forma participativa, sendo realizada por técnicos, produtores e demais atores locais.

No entanto, o desafio que tem se constituído é como propor um conjunto de procedimentos aplicáveis à realidade de técnicos, extensionistas e agricultores familiares que têm a caprinocultura de leite como uma de suas atividades, abarcando-se indicadores de sustentabilidade cujos valores críticos e ótimos reflitam a realidade de uma região, sem que se perca a visão integrada entre os subsistemas, mas que gerem apontamentos para o avanço de sua sustentabilidade.

O projeto “Estratégias para aumentar a sustentabilidade de sistemas de produção em Arranjos Produtivos Locais de leite caprino no Nordeste” (Siscapri), financiado pela Embrapa tem como objetivo desenvolver estratégias para aumentar a sustentabilidade de sistemas de produção e para fomentar inovações tecnológicas nos principais arranjos produtivos locais de leite caprino da região Nordeste. Como um dos resultados deste propósito, a proposta a seguir orienta o encadeamento de etapas que permitem caracterizar a área de estudo e as unidades de produção familiar, quanto aos aspectos ambientais, econômicos, sociais e produtivos, para obtenção de pontos críticos e consequentes sugestões de indicadores nas diferentes dimensões que permitiram avaliar a sustentabilidade dos agroecossistemas, extrair prioridades de ações para apoiar o desenvolvimento de políticas públicas que possam contribuir com a melhoria do uso dos recursos naturais, o avanço das atividades produtivas, a ampliação de renda e reprodução das famílias no meio rural.

Mediante ao exposto, apresenta-se abaixo o aspecto metodológico, com o detalhamento das etapas e, posteriormente, o relato de sua aplicação no projeto Siscapri.

Aspecto metodológico

O processo proposto foi baseado em diferentes ferramentas que, juntas, apresentam potencial para a construção de estratégias de melhoria dos processos produtivos e contribuiu com a identificação de potencialidades e fragilidades de unidades de produção familiar no Semiárido Nordestino onde a caprinocultura é uma das atividades geradoras de renda (monetária e não monetária).

O processo é composto por passos básicos que envolvem inicialmente a caracterização da área de estudo (passo 1), a modelagem dos agroecossistemas (passo 2) para entendimento da estrutura (componentes: subsistemas, mediadores, e etc) e funcionamento (dinâmica de fluxos), além do levantamento de dados importantes relacionados ao histórico das famílias que resgatem as iniciativas produtivas, sua interação com a comunidade, acesso a políticas públicas, dentre outras informações que aproximam o agente facilitador da aplicação do processo (pesquisador, técnico, etc) a entender o contexto onde estão inseridos e a lógica de tomada de decisão das famílias. De posse de tais dados e informações é possível identificar pontos críticos positivos e negativos (passo 3) e escolher/adaptar/criar indicadores com os limites superiores e inferiores, estabelecendo faixa de priorização que possam avaliar os agroecossistemas nas diferentes dimensões ambiental, econômica e social (passo 4), criando-se faixas que indicam a gravidade daquele parâmetro perante os critérios estabelecidos coletivamente pelos agricultores e técnicos (cuja necessidade de ação imediata, ou não, foi categorizada). Por fim, faz-se a avaliação (passo 5) retoma-se as informações de modelagem dos sistemas para discutir coletivamente as possíveis soluções a serem implantadas (passo 6), após o período determinado pela equipe para implantação, realiza-se o monitoramento e avaliação das ações implementadas sugerindo um caráter cíclico das ações (Figura 1), afim de que constantemente a família exerça a observação dos processos, avalie a necessidade de melhoria, planeje, implemente e volte a avaliar a ação elencada e avance na melhoria do uso dos recursos naturais, das atividades produtivas, organização social interna e externa o agroecossistema, cuja somatória das ações visa a reprodução das famílias no meio rural.



Figura 1. Fluxograma das etapas a serem executadas para obtenção do planejamento da melhoria do *status* de sustentabilidade de agroecossistemas.

Passo 1. Caracterização

A caracterização reúne diversas e numerosas informações, que permitem delimitar a área de estudo, e analisar de forma mais criteriosa as particularidades de seus componentes. A caracterização dos sistemas de produção possibilita garantir um conhecimento sistêmico da propriedade e análise detalhada de todos os processos que lá ocorrem. Pode ser baseada em diferentes ferramentas como as propostas por Petersen et al. (2017), são elas: entrevista semiestruturada, caminhada transversal pela propriedade, linha do tempo e elaboração de diagramas de fluxo. Tais ferramentas podem ser aplicadas em no mínimo dois dias de visita ao agroecossistema e contar com a participação direta dos técnicos do projeto e dos membros da família gestora, de forma participativa, consultiva e colaborativa, segundo recomendação de Vernoooy e McDougall et al. (2003; i.e., tipologia de participação de Biggs).

Podem ser utilizadas diversas ferramentas que variam desde uma representação gráfica até a aplicação de questionários detalhados em entrevistas face a face, além de outras ferramentas tais como linha do tempo, diagramas de fluxos, planilhas eletrônicas e *softwares* específicos. É importante avaliar cada situação para decidir qual (is) ferramental (is) utilizar, de forma que se chegue na melhor descrição possível da unidade a ser avaliada, seja ela uma única unidade produtiva, um sistema hipotético de perfil predominante em uma região (modal) ou um conjunto de unidades (comunidade).

Tipologia

A tipologia constitui-se uma técnica, de uso opcional ao processo metodológico proposto, que possibilita a caracterização e diferenciação dos sistemas por meio de duas abordagens, a qualitativa e a quantitativa. A qualitativa se utiliza mais da descrição 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., 2016; Landais, 1998). A quantitativa, uma abordagem objetiva e reprodutível, 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., 2016). 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., 2016). Ao final do procedimento da coleta de informações é importante que os dados sejam organizados em planilha eletrônica (*software* Microsoft Excel®), eliminando as observações (propriedades) com dados ausentes, duplicados e/ou atípicos.

Entrevistas

Para identificar os elementos pertencentes ao agroecossistema e suas interações, é importante, a observação a campo da propriedade, para obtenção de informações a respeito dos vários componentes dos recursos naturais e o sistema de produção da família de forma participativa, na busca de evidências das fragilidades e potencialidades do local.

A entrevista é um método de caracterização, que consiste em conhecer a família, identificar problemas e avaliar o trabalho do sistema produtivo familiar, com base em questionários previamente elaborados pela equipe técnica, sem induzir as respostas dos produtores e seus familiares. Durante a entrevista é necessária a participação e interação de todos os familiares, com o intuito de obter informações em todas as perspectivas. Possibilitando o surgimento de informações de forma mais livre. A partir de um assunto é realizado um roteiro com perguntas principais, complementadas por outras questões inerentes às circunstâncias momentâneas à entrevista (Manzini, 1991), devendo ser conduzidas no formato de um diálogo no qual entrevistador e entrevistados dispõem de ampla liberdade para acrescentar aspectos que julguem relevantes (Petersen et al., 2017).

As visitas devem ser pré-agendadas e, se possível, solicitada a presença de todos os membros da família. Uma equipe multidisciplinar de técnicos (agrônomos, zootecnistas e veterinários) do projeto e o técnico extensionista responsável pelo acompanhamento ao produtor devem conduzir as entrevistas com roteiro pré-definido de perguntas e realizar as observações a campo, com sugestão de duração média de quatro horas. Recomenda-se também que essa equipe seja constituída por homens e mulheres, garantindo o acesso e a fala de todos os componentes da família, especialmente das mulheres, por vezes silenciadas pelas relações de poder e predominância da fala mas-

culina. Sugere-se a realização da caminhada transversal pela propriedade acompanhada do (a) produtor (a) antes da realização da entrevista, com o intuito de identificar os principais subsistemas e infraestrutura da propriedade, contribuindo assim para o rápido levantamento das informações. O registro de imagens também contribui na conferência dos subsistemas e infraestruturas declaradas pela família.

Passo 2. Modelização

A modelização dos sistemas de produção pode ser entendida como a representação gráfica do sistema, realizada após conhecimento de toda a propriedade para observação dos subsistemas e demais componentes do sistema, de modo participativo entre os familiares. É necessário considerar todos os recursos ambientais e econômicos do processo produtivo, que estão sob a gestão da família. A modelização permite a visualização, estruturação, funcionamento, que possibilita compreender as estratégias das famílias e suas escolhas de manejo.

Essa etapa pode ser realizada através de diferentes ferramentas propostas por Petersen et al. (2017), como o mapa do agroecossistema, a linha do tempo e os diagramas de fluxos econômico-ecológicos, descritos a seguir.

Representação gráfica do sistema

O mapa da propriedade é uma representação gráfica, para uma melhor visualização das delimitações espaciais e funcionais que existem dentro do agroecossistema, realizada após caminhada na propriedade para observação dos subsistemas e demais componentes do sistema, o mapa é desenhado pelo grupo familiar de forma participativa. Além de um momento importante de integração da família, por meio desta construção é possível identificar subsistemas que são importantes para a família, dado o destaque que se dá ao mesmo durante a realização do desenho.

Na Figura 2, podemos observar uma representação gráfica, o mapa do agroecossistema, da família Cunha, de São José dos Cordeiros, PB, desenhado pela própria família. Nele é possível identificar os subsistemas que compõem o agroecossistema, aves, caprinos, bovinos, caatinga, palmar, hortaliças, fontes de água e formas de armazenamento, além da casa colocada como

elemento central. Este passo contribui com a elaboração dos fluxogramas na verificação dos elementos que compõe o sistema.



Foto: Nivea Regina de Oliveira Felisberto

Figura 2. Representação gráfica do agroecossistema de uma família participante do projeto Siscapri.

Linha do tempo

A linha do tempo é considerada um registro cronológico dos acontecimentos no agroecossistema ao longo do tempo e permite analisar o processo histórico em uma sequência ordenada, analisando a contribuição do núcleo familiar na construção do agroecossistema (Petersen et al., 2017).

Essa ferramenta é importante para a descrição das mudanças ocorridas durante o ciclo de vida da família gestora do agroecossistema, relacionadas a variáveis internas e externas. Considerada uma importante análise a ser feita com a participação dos membros do núcleo familiar (homens e mulheres/ jovens e adultos) na definição da trajetória dos agroecossistemas. Considera-se essa etapa muito importante, pois os mais velhos contam a história da família, sua trajetória e o motivo de terem optado pelas atividades produtivas atuais e tal acontecimento contribui com a elaboração do planejamento da família com relação às atividades futuras.

Diagramas de fluxo

Os diagramas de fluxo são a representação gráfica dos subsistemas para melhor entendimento sobre a estrutura e funcionamento dos mesmos. Os fluxogramas são desenhados pela família, pela comunidade ou pelos indivíduos participantes tomando-se por base o relato dos integrantes da família quanto à dinâmica de funcionamento do agroecossistema, cujas informações serão traduzidas em símbolos, e estes, por sua vez, auxiliarão na realização de uma análise sistêmica da propriedade e sua relação com a comunidade e o Estado, além das interações, ou não, com o território ao qual pertence.

Petersen et al. (2017) sugerem a elaboração de fluxogramas de insumos e produtos (Figura 3), renda monetária e não monetária (cuja produção é utilizada pela família – autoconsumo) (Figura 4) e divisão social do trabalho (Figura 5), bem como a padronização dos elementos com relação ao formato, cor e sentido das setas e descrição do fluxo por meio das legendas com a numeração das setas. Com a sua feitura é possível qualquer pessoa, conhecedora do significado de cada símbolo, possa realizar análises importantes no âmbito da produção, possibilitando que diferentes pessoas de uma equipe técnica contribuam na sugestão de melhoria dos processos, seguindo-se o princípio da realização da ciclagem de nutrientes, redução da dependência por insumos externos para produção, utilização racional dos recursos naturais e equilíbrio entre os fluxos em busca da evolução agroecossistemas rumo à sustentabilidade.

Com a elaboração de fluxogramas dos insumos e produtos, das rendas monetárias e não monetárias e da divisão social dos trabalhos, possibilita a verificação de tudo o que produz e circula no interior do agroecossistema através do trabalho. Além da contabilização dos insumos utilizados e sua origem (produção própria ou insumo externo), é possível elencar os produtos oriundos dos diferentes subsistemas, para onde são destinados (dentro ou fora do território) para o período de tempo pré-estabelecido para a avaliação (de, geralmente, um ano) identificando-se os insumos necessários e produtos obtidos de cada subsistema. Ainda é possível verificar se ele pode ser melhorado em termos de utilização dos insumos, nele produzidos ou não, e se os produtos obtidos estão sendo suficientes para suprir as necessidades da família em termos, principalmente, não monetários, servindo assim para autoconsumo. A partir da elaboração desses fluxogramas é possível entendermos o funcionamento

do agroecossistema (gerido pelo Núcleo Social de Gestão do Agroecossistema - NSGA) e, a partir disso, propor caso necessário, de maneira mais fácil observar o modelo, identificar pontos de melhorias e fazer ajustes necessários visando o aumento da sustentabilidade dos sistemas produtivos.

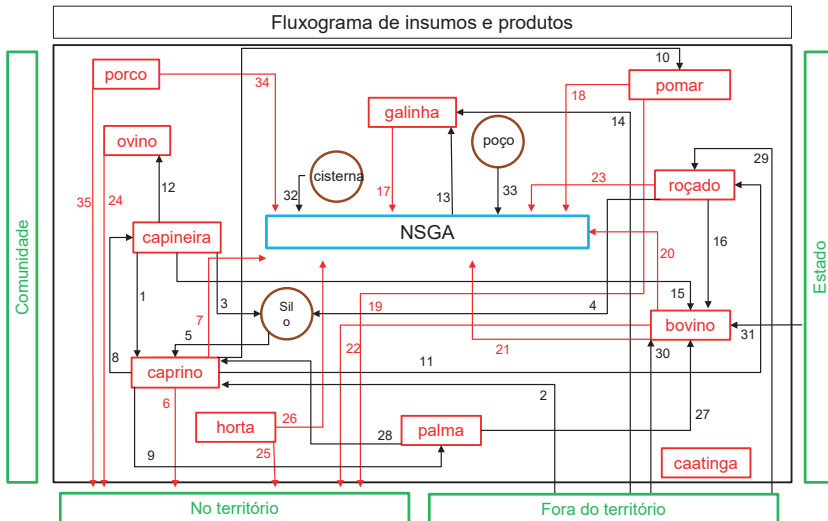


Figura 3. Fluxograma de insumos e produto - as setas pretas representam os insumos e as vermelhas, os produtos.

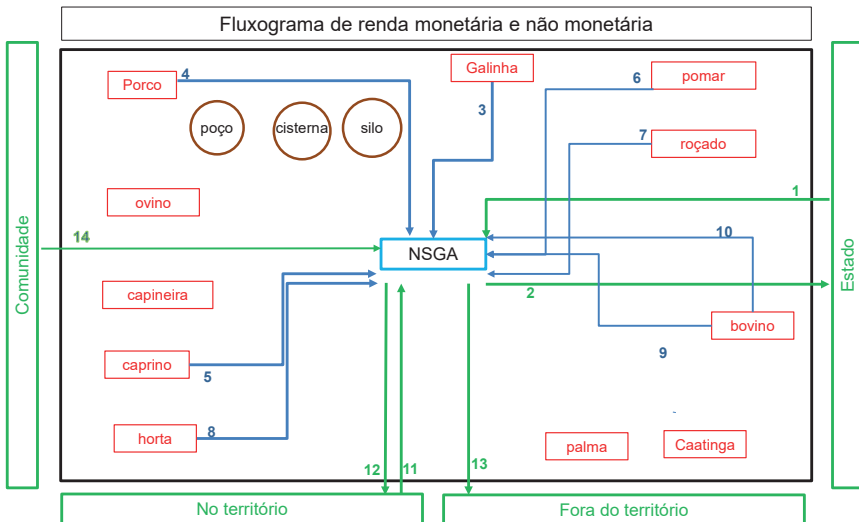


Figura 4. Fluxograma de rendas monetárias e não monetárias - as setas verdes representam a renda monetária e as azuis, as rendas não monetárias.

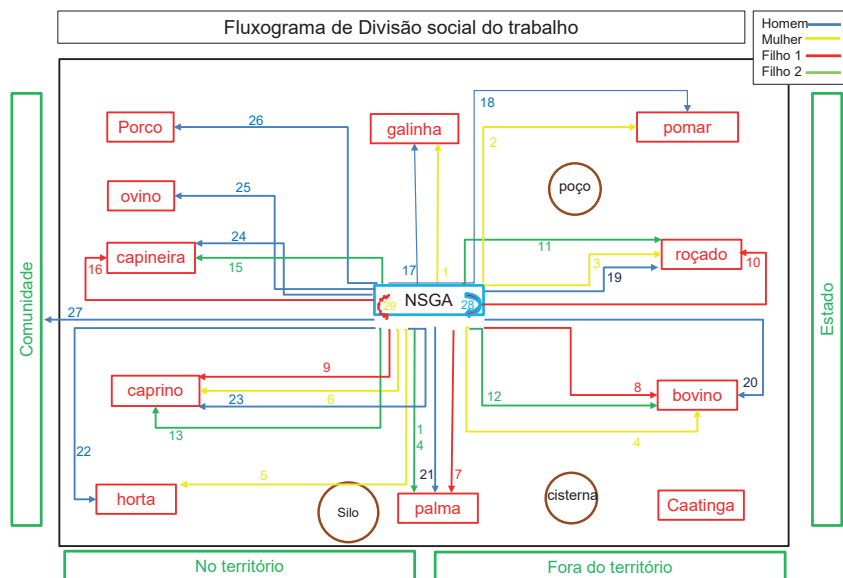


Figura 5. Fluxograma de divisão do trabalho entre os membros da família - as setas azuis representam o trabalho homem (pai/esposo); as amarelas, o trabalho da mulher (mãe/esposa); as vermelhas, o trabalho do homem (filho 1) e mulher jovem (filho 2).

Planilha eletrônica

Outra ferramenta importante é a planilha eletrônica, específica para o levantamento de informações econômicas, concebida para apresentar os diferentes indicadores em formato numérico e gráfico. Essa operação é realizada por meio do registro dos dados relacionados aos fluxos econômico-ecológicos identificados na modelização do agroecossistema. Uma vez lançados os dados primários na planilha, os indicadores são apresentados em diferentes níveis de agregação, gerando uma representação detalhada da economia dos agroecossistemas (Petersen et al., 2017).

A AS-PTA disponibiliza gratuitamente em seu site uma planilha no formato em excel e periodicamente atualiza ou insere funcionalidades complementares. De fácil interação e vasta possibilidade do controle de informações, a planilha gera relatórios que permitem uma análise econômica interessante sobre o desempenho econômico do agroecossistema e ainda permite avaliar parâmetros importantes, como por exemplo, o grau de dependência sobre o insumo externo.

Passo 3. Identificação dos pontos fortes e fracos

Para identificação dos pontos críticos realizou-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; Maserá 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., 2020; Arnés et al., 2019; Astier et al., 2011; Agustin Franco et al., 2012; López-Ridaura et al., 2002; Merlín-Urbe et al., 2013; Oliveira et al., 2012; Ripoll-Bosch et al., 2012), pode-se realizar 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 conforme indicado na Tabela 1.

Tabela 1. 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	Critérios 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

Continua...

Tabela 1. Continuação.

Atributos	Critérios de diagnóstico	Indicadores	Tipo ^a	Dimensões ^b
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
	Participação em organizações	19. Independência por insumos externos	QT	E
		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.

A metodologia MESMIS propõe a identificação dos pontos críticos dos agroecossistemas através do levantamento de informações, considerando aspectos quanto à produtividade, estabilidade, resiliência, confiabilidade, adaptabilidade, equidade e autogestão do agroecossistemas.

Os pontos fortes são importantes para identificar o que está dando certo no sistema produtivo e manter as atividades que estão sendo desenvolvidas e os pontos críticos são mais importantes ainda para analisar os pontos negativos, visando à melhoria e a sustentabilidade dos produtores dentro dos seus sistemas produtivos.

Passo 4. Escolha/adaptação/criação de indicadores com limites inferiores e superiores

Após a identificação de pontos fortes e fracos, num segundo momento, como preconizado por Astier e González (2008), pode-se formatar uma lista final de indicadores 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. O presente processo oferece de forma inovadora a sugestão de 22 indicadores (Tabelas 1 e 2) selecionados com foco em agroecossistemas de base familiar e que tenham a caprinocultura como uma das atividades produtivas, estes atentem aos sete atributos e às três dimensões preconizadas em uma das metodologias base, MESMIS.

Assumindo o conceito de sustentabilidade como a capacidade dos 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; Smit, 1994) considera-se importante operacionalizar o conceito em sistemas de produção, haja vista a necessidade de se atender à crescente demanda por alimentos (Thornton, 2010).

Os indicadores de sustentabilidade de agroecossistemas são baseados na metodologia MESMIS 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).

Os indicadores devem ser levantados de acordo com a demanda dos sistemas produtivos, presente em cada região ou na área de estudo, com base nas informações obtidas junto com os produtores, de modo participativo, a partir de 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 é identificar os processos ambientais, técnicos, econômicos e sociais que limitam ou fortalecem a capacidade de os sistemas serem sustentáveis ao longo do tempo, para a construção dos valores críticos, pode ser realizado uma revisão, série histórica, cálculo ou até mesmo a opinião dos produtores. Esta metodologia permite que os agricultores utilizem novamente os indicadores para visualizar o desempenho da propriedade sempre que houver necessidade.

Para a construção dos indicadores, existem várias maneiras, como a revisão de literatura e sugestões dos produtores. 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 na Tabela 2.

Tabela 2. Indicadores selecionados com seus respectivos valores de referência para avaliação de sistemas produtores de leite caprino, nos estados da Paraíba e de Pernambuco, Nordeste do Brasil.

Parâmetros avaliados	Crítico 0%	Valores de referência			
		25%	50%	75%	Ótimo 100%
Produção de leite	1 litro cabra ⁻¹ dia ⁻¹	-	-	-	2,5 L/dia/cabra
Regularidade da produção de leite	6 meses ininterruptos de produção de leite no ano da propriedade	-	-	-	12 meses ininterruptos de produção de leite no ano da propriedade
Produção de milho grão	0 kg/ha				
Quando ocorreu plantio, porém não foi possível produzir e colher em função das adversidades meteorológicas (estiagem)	-	-	-	-	1.200 kg/ha
Renda <i>per capita</i> ¹ .	R\$ 89,00 <i>per capita</i> , referente ao valor para concessão do benefício governamental Bolsa-Família (BRASIL, 2022)	-	-	-	R\$ 988,00 o valor ótimo, referente ao salário mínimo estabelecido pelo Governo Federal do Brasil para 2019 (BRASIL, 2019)

¹Somatório 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

Continua...

Tabela 2. Continuação.

Parâmetros avaliados	Valores de referência				
	Crítico 0%	25%	50%	75%	Ótimo 100%
Participação da renda <i>per capita</i> agrícola	0% de participação da renda <i>per capita</i> agrícola na renda <i>per capita</i> total	-	-	-	≥79% da renda <i>per capita</i> agrícola na renda <i>per capita</i> total
Disponibilidade de água	Água indisponível na propriedade	Disponível somente para a família	Disponível para a família e os animais de produção	Disponível para a família, animais de produção e produção vegetal (irrigação)	Água em abundância que proporciona o atendimento às condições anteriores e possível doação e/ou comercialização.
Qualidade da água	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 A) e o resultado final foi a média dos dois critérios.				
Qualidade do solo	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 A).				
Disponibilidade de sementes	Compra/recebe todas as sementes utilizadas no plantio	Compra/recebe 75% das sementes	Compra/recebe 50% das sementes	Compra/recebe 25% das sementes	Não compra sementes utilizadas no plantio, todas são de produção própria.

Continua...

Tabela 2. Continuação.

Parâmetros avaliados	Valores de referência				
	Crítico 0%	25%	50%	75%	Ótimo 100%
Gestão de resíduos	<p>Todos os resíduos gerados ainda são dispersos no meio ambiente; poluem o solo e água, visivelmente; prejudicam os produtos produzidos; são ameaças para o mercado dos produtos; são ameaça para a saúde humana e não geram renda nem energia.</p>	<p>Parte dos resíduos gerados ainda é dispersa no meio ambiente; polui o solo e água, visivelmente; prejudica parte dos produtos produzidos; é ameaça para o mercado dos produtos; é ameaça para a saúde humana e não gera renda nem energia.</p>	<p>Parte dos resíduos gerados ainda é dispersa no meio ambiente; polui o solo e água, visivelmente; prejudica parte dos produtos produzidos; não é ameaça efetiva para o mercado dos produtos; não é efetivamente ameaça para a saúde humana e não gera renda nem energia.</p>	<p>Parte dos resíduos gerados ainda é dispersa no meio ambiente; polui o solo e água, não visivelmente; prejudica parte dos produtos produzidos; não é ameaça para o mercado dos produtos; não são ameaça para a saúde humana; geram renda e energia e não queimam nada na propriedade além do uso de fogão de lenha, caso exista.</p>	<p>Todos os resíduos são destinados de forma correta e planejada; não poluem o solo e água; não prejudicam os produtos produzidos; não são ameaça para o mercado dos produtos; não são ameaça para a saúde humana; geram renda e energia e não queimam nada na propriedade além do uso de fogão de lenha, caso exista.</p>
Espaços sociotécnicos de aprendizagem	Nenhuma participação em espaços sociotécnicos durante o ano	-	-	-	Três participações por ano
Adoção de tecnologias	Não adota	Adota pouco	Adotam parcialmente (metade)	Adota boa parte	Adota todas

Continua...

Tabela 2. Continuação.

Parâmetros avaliados	Valores de referência				
	Crítico 0%	25%	50%	75%	Ótimo 100%
Atividades agrícolas geradoras de renda	Uma atividade geradora de renda agrícola	-	-	-	Cinco atividades geradoras de renda agrícola
Canais de comercialização ²	Um canal de comercialização acessado	-	-	-	Quatro canais de comercialização acessado
Divisão do trabalho doméstico ³	Muito insatisfeito com a divisão	Parcialmente insatisfeito	Nem satisfeito e nem insatisfeito	Parcialmente satisfeito	Muito satisfeito com a divisão
Participação dos jovens nas atividades e decisões ⁴	Nunca participa	Raramente	Eventualmente participa	Frequentemente	Sempre participa
Satisfação no campo ⁵	Muito insatisfeito no campo	Parcialmente insatisfeito	Nem satisfeito e nem insatisfeito	Parcialmente satisfeito	Muito satisfeito no campo

²As opções de canais foram: domicílio; pontos; feiras; mercado institucional; pequenos comerciantes; cooperativas; atravessadores; grandes varejistas; e empresas especializadas, com base em Ueno et al. (2016).

³Avaliado consensualmente pelo casal responsável pelo sistema produtivo.

⁴Consideraram-se jovens os membros da família entre 15 anos e 30 anos (filhos e netos), dependentes financeiramente do casal responsável pelo sistema produtivo e avaliado consensualmente por todos os membros da família.

⁵Avaliado consensualmente por todos os membros da família.

Continua...

Tabela 2. Continuação.

Parâmetros avaliados	Valores de referência				Ótimo 100%
	Crítico 0%	25%	50%	75%	
Disponibilidade de forragem	Não tem disponibilidade de forragem, é preciso adquirir toda a forragem necessária	Há disponibilidade somente no período chuvoso, precisando adquirir parte para o período seco	Há disponibilidade para todo ano, nos períodos chuvoso e seco	Há disponibilidade para todo ano e estoque para mais seis meses	Há disponibilidade de forragem para todo ano e estoque para mais um ano.
Independência por insumos externos ⁶	≥87%	-	-	-	≤40%
Participação social	0 h/ano de participação	-	-	-	92 h/ano de participação
Mercado para os lácteos caprinos	Não tem para onde vender o leite e seus derivados	Vende somente o leite fluido para um destino	Vende o leite fluido para um ou mais destinos e derivados para um destino no território ou fora do território	Vende o leite fluido para um ou mais destinos e derivados para mais destinos no território ou fora do território	Vende o leite fluido e derivados para vários destinos no território e fora do território da propriedade
Diversidade de alimentos ⁷ de autoconsumidos.	0 Pontos	-	-	-	10 Pontos

⁶Considerou-se a participação dos insumos externos em relação aos totais (externo e interno)

⁷Considerou-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.

Passo 5. Avaliação de indicadores de sustentabilidade

Para a mensuração dos indicadores sugere-se realizar mais uma visita pré-agendada com os produtores, sendo solicitada a presença do produtor e de seus familiares para interagir em dois momentos com uma equipe multidisciplinar de técnicos(as) (engenheiros-agrônomo, zootecnistas e médicos- veterinários) do projeto e o(a) técnico(a) extensionista responsável pelo acompanhamento do agroecossistema. Inicialmente deve-se realizar a observação de campo constituída de uma (re) visitação aos principais subsistemas da propriedade. Num segundo momento, um roteiro pré-definido de perguntas deve ser utilizado para avaliar de forma participativa os 22 indicadores cujo formato de sistematização pode ser feito por meio de um painel impresso com um gráfico de radar, pontuado de 0 a 100, para auxiliar o (a) produtor (a) nas respostas, que também contará com os dados previamente coletados na etapa de caracterização. O tempo sugerido para a realização da (re) visita aos subsistemas e a entrevista para a realização da avaliação é de em média 4 horas. Os indicadores coletados na entrevista são: 1; 2; 3; 6; 9; 10; 11; 12; 14; 15; 16; 17; 18; 20; 21 e 22, os demais devem ser obtidos a partir das informações coletadas nas etapas anteriores (entrevista semiestruturada, realizada durante a caracterização, a revisita aos fluxogramas e/ou planilha econômica).

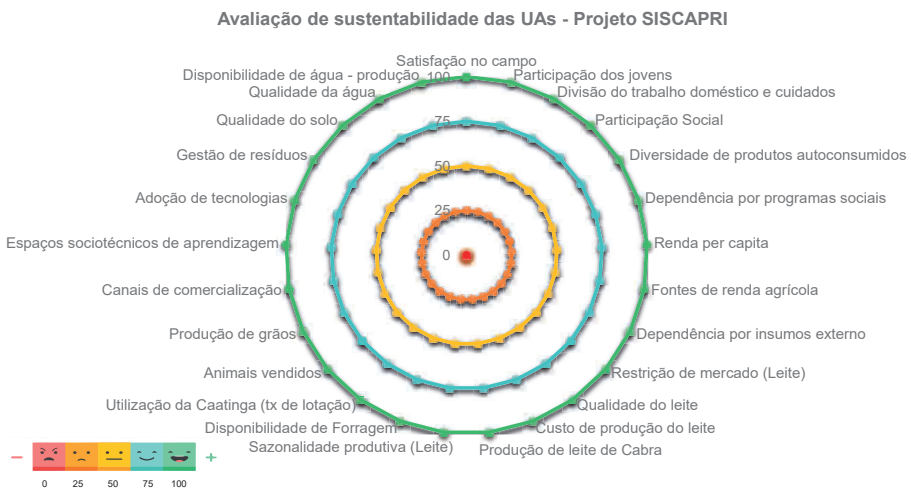


Figura 6. Modelo de gráfico a ser utilizado na interação com as famílias e avaliação dos 22 indicadores de sustentabilidade de agroecossistemas que tem a caprinocultura leiteira como atividade produtiva.

Passo 6. Sugestões de melhorias

Após a avaliação de sustentabilidade do agroecossistema realizada pelo grupo (família, técnicos locais e técnicos do projeto), sugere-se elaborar uma tabela para a sistematização das informações e melhor visualização e entendimento do *status* da unidade. Para fins didáticos, sugere-se a adoção da sinalização de trânsito para facilitar a observação e entendimento da situação da unidade a partir do valor atribuído a cada um dos indicadores, sendo: ● (vermelho) **requerem medidas corretivas imediatas e representam um estado crítico dos sistemas de produção**; ● (amarelo) **devem ter ações de melhoria de curto e médio prazos**; ● (verde) **não há necessidade de melhorias**.

Tabela 3. Exemplo de sistematização dos dados após a avaliação participativa de sustentabilidade de um agroecossistema do Projeto Siscapri.

Indicadores	O que é ruim (0%)	O que é bom (100%)	Como eu estou	Sinalização
Produção de leite/cabra	1,5 L	2,5 L	2 L	●
Regularidade da produção de leite	6 meses	12 meses	12 meses	●
Produção de grãos	0 kg/ha	1200 kg/ha	900 kg/ha	●
Renda <i>per capita</i> (RPC)	R\$ 89,00	R\$ 984,00	R\$ 409,10	●
Participação da RPC agrícola	Nenhuma participação da renda agrícola na renda total	79% ou mais participação da renda agrícola na renda total	Participação de 4%	●
Disponibilidade de água	Nenhuma água disponível propriedade	Água disponível família, animais, produção vegetal e possível doação e/ou comercialização	Disponível para a família e os animais de produção (50%)	●
Qualidade da água	0 pontos	100 pontos	100 pontos	●
Qualidade do solo	0 pontos	100 pontos	60 pontos	●

Continua...

Tabela 3. Continuação.

Indicadores	O que é ruim (0%)	O que é bom (100%)	Como eu estou	Sinalização
Disponibilidade de sementes	Compra/recebe todas as sementes utilizadas no plantio	Não compra sementes utilizadas no plantio, são de produção própria	100%	●
Gestão de resíduos	0 pontos	100 pontos	50 pontos	●
Espaços sociotécnicos	Nenhum espaço sociotécnico/ano	3 espaços sociotécnicos/ano	Nenhum espaço	●
Adoção de tecnologias	Não adota tecnologias	Adota todas as tecnologias	Adota pouco	●
Ativ. Agri. geradoras de renda	1 atividades	5 atividades	3 atividades	●
Canais de comercialização	1 canal	4 canais	2 canais	●
Divisão do trab. doméstico	Muito insatisfeito com a divisão	Muito satisfeito com a divisão	Parcialmente satisfeito (75%)	●
Participação dos jovens	Nunca participa	Sempre participa	Eventualmente (50%)	●
Satisfação no campo	0%	100%	Nem satisfeito e nem insatisfeito (50%)	●
Disponibilidade de forragem	0%	100%	Há disponibilidade para todo ano, períodos chuvoso e seco (50%)	●
Independência por insumos externos	≥87 de insumos externos	≤40% de insumos externos	63% de insumos externos	●

Continua...

Tabela 3. Continuação.

Indicadores	O que é ruim (0%)	O que é bom (100%)	Como eu estou	Sinalização
Participação social	Nenhuma organização/ tempo dedicado	3 organizações/ 92 h/ ano dedicados	1 organização e 24 h/ano	●
Mercado para lácteos caprinos	0	100	Vende somente o leite fluido para um destino	●
Alimentos autoconsumidos	Nenhum alimento autoconsumido	10 alimentos autoconsumidos	9 alimentos autoconsumidos	●

- **requerem medidas corretivas imediatas e representam um estado crítico dos sistemas de produção;**
- **devem ter ações de melhoria de curto e médio prazos;**
- **não há necessidade de melhorias, no entanto deve-se monitorar continuamente.**

A socialização dos resultados com a família é etapa fundamental para se extrair as sugestões de melhoria para o agroecossistema. Os resultados devem ser validados com a família e recuperados os diagramas de fluxos para auxiliar no entendimento de quais elementos e/ou subsistemas estão apresentando o que podem ser melhorados, ou mesmo se não estão faltando interações (setas) entre eles.

Por fim, sugere-se elencar as prioridades, discutir formas para avançar e melhorar tais indicadores, deixando que a família determine quantos e quais indicadores pretende melhorar, além do prazo para implantar as mudanças discutidas com a equipe de técnicos. Após o prazo determinado a equipe deve retornar ao agroecossistema e avaliar junto com a família os resultados obtidos com fins de se estabelecer as próximas prioridades a serem trabalhadas, caracterizando assim um processo cíclico de avaliação, planejamento, execução e reavaliação quanto à sustentabilidade do agroecossistema, buscando a evolução gradativa do mesmo.

A aplicação do processo no Projeto Siscapri

No projeto Siscapri, foi realizado um estudo transversal no sistema produtivo de 18 agroecossistemas 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. 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.

A caracterização incluiu a coleta de informações estatísticas fornecidas pelo IBGE relativo ao ambiente geo-político, social e produtivo das microrregiões. Já nas propriedades foi realizado o processo de caracterização da área, como a tipologia, que forneceu subsídio para caracterizar os sistemas de produção e construir uma “fotografia” de sua situação contemporânea, fornecendo informações úteis para uma melhor compreensão. Para complementar o processo de caracterização foram realizadas as entrevistas, buscando proporcionar um ambiente aberto de diálogo ao produtor, e a observação de campo, acompanhando os principais subsistemas da propriedade, pelo produtor(a) junto a seus familiares, com participação de uma equipe multidisciplinar de engenheiros-agrônomos, médicos-veterinários, zootecnistas, extensionistas (responsáveis pela assistência técnica) possibilitando uma maior interação entre os envolvidos, facilitando o processo de coleta de informações durante a caracterização dos sistemas.

Após a caracterização da área foi possível fazer a modelagem do sistema, gerando uma representação gráfica (mapa da propriedade), realizada após caminhada na propriedade para observação dos subsistemas e demais componentes do sistema, ressaltando as mudanças ocorridas durante o ciclo de vida da família gestora do sistema, a partir da construção da linha do tempo, relacionadas a variáveis internas e externas e os 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 (cuja produção é utilizada pela família – autoconsumo) e da divisão social dos trabalhos; e a planilha eletrônica específica para o levantamento de informações econômicas.

A partir da modelagem dos sistemas de produção, bem realizada, foi possível a identificação dos pontos críticos dos sistemas, possibilitando a seleção dos

indicadores de sustentabilidade para avaliação de sistemas produtores de leite caprino. 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.

Considerações finais

O presente processo metodológico foi oriundo do estudo de sustentabilidade de sistemas de produção de caprinos leiteiros realizado no âmbito do Projeto Siscapri e tese de Oliveira (2020), realizados com recursos da Embrapa. Tal estudo foi o primeiro realizado na região Nordeste e no Brasil, com base em consultas realizadas nas principais bases científicas internacionais.

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, a escolha de 22 indicadores de sustentabilidade apropriados a esses sistemas e a elaboração de ferramentas complementares que incentivam técnicos(as) e produtores(as) a colocarem em prática um planejamento consistente para o aumento da sustentabilidade de unidades que tem a caprinocultura leiteira como uma das suas atividades produtivas de destaque.

A combinação de ferramentas metodológicas, principalmente a MESMIS e a Lume, aliadas à novas ferramentas criadas e/ou adaptadas a realidade das famílias de agricultores que criam caprinos leiteiros na PB e PE apresenta potencial elevado de aplicação em função da absorção da diversidade e complexidade destes agroecossistemas, por juntas apresentarem caráter: participativo, interdisciplinar, flexível e adaptável à diversos agroecossistemas.

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.

Pretende-se com tal proposição 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 Agroecossistema.

Agradecimentos

Às famílias de agricultores da Paraíba e Pernambuco que participaram inicialmente do projeto Siscapri e seguem trabalhando em parceria conosco em projetos complementares, permitindo nossa presença em suas casas e se disponibilizando a dividir conhecimentos com outras famílias.

Referências

- AGUSTIN FRANCO, J.; GASPAR, P.; JAVIER MESIAS, F. Economic analysis of scenarios for the sustainability of extensive livestock farming in Spain under the CAP. **Ecological Economics**, v.74, p.120-129, 2012. DOI.org/10.1016/j.ecolecon.2011.12.004
- ALCÁZAR, P.; ESPEJEL, I.; REYES-ORTA, M.; ARREDONDO-GARCÍA, M. C. Retrospective assessment as a tool for the management of sustainability in diversified farms. **Agroecology and Sustainable Food Systems**, v. 44, n. 1, p. 30-53, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1080/21683565.2019.1578722>
- ARNÉS, E.; ASTIER, M.; MARÍN GONZÁLEZ, O.; DÍAZ-AMBRONA, C. G. H. Participatory evaluation of food and nutritional security through sustainability indicators in a highland peasant system in Guatemala. **Agroecology and Sustainable Food Systems**, v. 43, n. 5, p. 482-513, 2019. DOI: doi.org/10.1080/21683565.2018.1510871
- ASTIER, M.; GONZÁLEZ, C. Formulación de indicadores socioambientales para evaluaciones de sustentabilidad de sistemas de manejo complejos. In: ASTIER, M.; MASERA O. R.; GALVÁN-MIYOSHI, Y. (coord.). **Evaluación de sustentabilidad: un enfoque dinámico y multidimensional**. Valença: Sociedad Española de Agricultura Ecológica, 2008. p. 73-94.
- ASTIER, M.; SPEELMAN, E. N.; LÓPEZ-RIDAURA, S.; MASERA, O. R.; GONZALEZ-ESQUIVEL, C. E. Sustainability indicators, alternative strategies and trade-offs in peasant agroecosystems: analysing 15 case studies from Latin America. **International Journal of Agricultural Sustainability**, v. 9, n. 3, p. 409-422, Sep. 2011. doi.org/10.1080/14735903.2011.583481
- BRASIL. Decreto nº 9.661, de 1º de janeiro de 2019. Regulamenta a Lei nº 13.152, de 29 de julho de 2015, que dispõe sobre o valor do salário mínimo e a sua política de valorização de longo prazo. **Diário Oficial da União**, 01 jan. 2019, Seção 1, p. 15. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2019/decreto/D9661.htm. Acesso em: 6 maio 2022.
- BRASIL. Lei n. 10.696, de 2 de julho de 2003. Dispõe sobre a repactuação e o alongamento de dívidas oriundas de operações de crédito rural, e dá outras providências. **Diário Oficial da**

União, Brasília, DF, 2 jul. 2003. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/2003/L10.696.htm. Acesso em: 6 abr. 2022.

BRASIL. Ministério da Cidadania. **Ministério da Cidadania anuncia 13º do Bolsa Família**. Disponível em: https://www.mds.gov.br/webarquivos/sala_de_imprensa/boletins/release/2019/abril/Minist%C3%A9rio%20da%20Cidadania%20anuncia%2013%C2%BA%20do%20Bolsa%20Fam%C3%ADlia.html. Acesso em: 6 maio 2022.

FARIA, C. M. B. de; SILVA, M. S. L. da; SILVA, D. J. **Alterações em características de solos do Submédio São Francisco sob diferentes sistemas de cultivo**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2007. 36 p. (Embrapa Semi-Árido. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 74). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPATSA/35971/1/BPD74.pdf>. Acesso em: 6 jun. 2022.

GOEDERT, W. J.; OLIVEIRA, S. A. Fertilidade do solo e sustentabilidade da atividade agrícola. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V. V. H.; BARROS, N. F. de; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007.. v.1. p. 991-1017.

IBGE. Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA. **Censo Agropecuário 2017; Resultados definitivos**. Tabela 6929 - Número de estabelecimentos agropecuários com Ûaprinos, efetivos, venda e produção de leite, por tipologia, grupos de atividade econômica e Òrupos de área total. [Rio de Janeiro, 2019]. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6929#n1/all/n2/2,3/n3/25,26/n9/25010,25011,26003,26004,26007,26008/v/2216,2218,2219/p/all/c829/46302/c12517/113601/c220/110085/d/v2216%200,v0219%200/v,p+c829+c12517,t+c220/resultado>. Acesso em: 17 julho 2022.

KÖBRICH, C.; REHMAN, T.; KHAN, M. Typification of farming systems for constructing representative farm models: two illustrations of the application of multi-variate analyses in Chile and Pakistan. **Agricultural Systems**, v. 76, n. 1, p. 141-157, Apr. 2003. DOI: [doi.org/10.1016/S0308-521X\(02\)00013-6](https://doi.org/10.1016/S0308-521X(02)00013-6)

KOSTROWICKI, J. Agricultural typology concept and method. **Agricultural Systems**, v. 2, n. 1, p. 33-45, Jan. 1977. DOI: [https://doi.org/10.1016/0308-521X\(77\)90015-4](https://doi.org/10.1016/0308-521X(77)90015-4)

KUIVANEN, K. S.; ALVAREZ, S.; MICHALSCHECK, M.; ADJEI-NSIAH, S.; DESCHEEMAER, K.; MELLON-BEDI, S.; GROOT, J. C. J. 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**, v.78, p. 153-166, Sept. 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.njas.2016.04.003>

LANDAIS, E. Modelling farm diversity: new approaches to typology building in France. **Agricultural Systems**, v. 58, n. 4, p. 505-527, Dec. 1998. [https://doi.org/10.1016/S0308-521X\(98\)00065-1](https://doi.org/10.1016/S0308-521X(98)00065-1)

LÓPEZ-RIDAURA, S.; MASERA, O.; ASTIER, M. Evaluating the sustainability of complex socio-environmental systems. The MESMIS framework. **Ecological Indicators**, v. 2, n. 1/2 p. 135-148, Nov. 2002. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1470-160X\(02\)00043-2](https://doi.org/10.1016/S1470-160X(02)00043-2)

MANZINI, E. J. A entrevista na pesquisa social. **Didática**, v. 26/27, p. 149-158, 1991.

MASERA, O.; ASTIER, M.; LÓPEZ-RIDAURA, S.; GALVÁN-MIYOSHI, Y.; ORTIZ-ÁVILA, T.; GARCÍA-BARRIOS, L. E.; GARCÍA-BARRIOS, R.; GONZÁLEZ, C. ; SPEELMAN, E. El proyecto de evaluación de sustentabilidad MESMIS. In: ASTIER, M.; MASERA O. R.;

GALVÁN-MIYOSHI, Y. (coord.). **Evaluación de sustentabilidad**: un enfoque dinámico y multidimensional. Valença: Sociedad Española de Agricultura Ecológica, 2008. p. 13-24.

MERLÍN-URIBE, Y.; GONZÁLEZ-ESQUIVEL, C. E.; CONTRERAS-HERNÁNDEZ, A.; ZAMBRANO, L.; MORENO-CASASOLA, P.; ASTIER, M. Environmental and socio-economic sustainability of chinampas (raised beds) in Xochimilco, Mexico City. **International Journal of Agricultural Sustainability**, v. 11, n. 3, p. 216-233, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1080/14735903.2012.726128>

OLIVEIRA, F. das C.; CALLE COLLADO, A.; LEITE, L. F. C. Peasant innovations and the search for sustainability: the case of Carnaubais Territory in Piauí State, Brazil. **Journal of Sustainable Agriculture**, v. 36, n. 5, p. 523-544, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1080/10440046.2012.656342>

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

PETERSEN, P.; SILVEIRA, L. M. da; FERNANDES, G. B.; ALMEIDA, S. G. de. **Método de análise econômico-ecológica de agroecossistemas**. Rio de Janeiro, AS-PTA, 2017. 245p.

RIPOLL-BOSCH, R.; DÍEZ-UNQUERA, B.; RUIZ, R.; VILLALBA, D.; MOLINA, E.; JOY, M.; OLAIZOLA, A.; BERNUÉS, A. An integrated sustainability assessment of mediterranean sheep farms with different degrees of intensification. **Agricultural Systems**, v. 105, n. 1, p. 46-56, Jan. 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2011.10.003>

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBREAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; ARAUJO FILHO, J. C. de; OLIVEIRA, J. B. de; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 356 p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/199517/1/SiBCS-2018-ISBN-9788570358004.pdf>. Acesso em: 6 jun. 2022.

SANTOS, R. D. dos; SANTOS, H. G. dos; KER, J. C.; ANJOS, L. H. C. dos; SHIMIZU, S. H. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 7. ed. rev. e ampl. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2015. 101 p.

THORNTON, P. K. Livestock production: recent trends, future prospects. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences** v. 365, n. 1554, p. 2853-2867, Sept. 2010. DOI: 10.1098/rstb.2010.0134

UENO, V. A.; NEVES, M. C.; QUEIROGA, J. L. de; RAMOS FILHO, L. O.; OLIVEIRA, L. P. de. 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, 2016. 14 p. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1065665>. Acesso em: 15 out. 2019.

VERNOOY, R.; McDOUGALL, C. Principles of good practice in participatory research: reflecting on lessons from the field. In: POUND, B.; SNAPP, S.; McDOUGALL, C.; BRAUN, A. (ed). **Managing natural resources for sustainable livelihoods**: uniting science and participation. London: Earthscan; International Development Research Centre, 2003. Cap. 6, p. 113-141.

YUNLONG, C.; SMIT, B. Sustainability in agriculture: a general review. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 49, n. 3, p. 299-307, Jul. 1994. DOI: [https://doi.org/10.1016/0167-8809\(94\)90059-0](https://doi.org/10.1016/0167-8809(94)90059-0)

Apêndice A – Tabelas matrizes

Tabela 1A. Matriz de avaliação da água

Parâmetros	Faixas de avaliação					Resultado final ^a
	0%	25%	50%	75%	100%	
CE	Extremamente Alto	Muito Alto	Alto	Médio	Baixo	(CE+RAS) /2
	(Acima de 50 dS/m)	(22,5 a 50,0 dS/m)	(7,5 a 22,5 dS/m)	(2,5 a 7,5 dS/m)	(0 a 2,5 dS/m)	
RAS	Extremamente Alto	Muito Alto	Alto	Médio	Baixo	
	(Acima de 30)	(25 a 30)	(18 a 25)	(10 a 18)	(0 a 10)	

^a A qualidade da água para irrigação foi calculada pela condutividade elétrica (CE), em dS/m (CE x 106) a 25oC, combinada com a relação de sódio trocável (RAS).

Tabela 2A. Matriz de avaliação de solo

Parâmetros avaliados	Faixas de avaliação					Resultado final
	0%	25%	50%	75%	100%	
Fertilidade natural - Fert ^a	Muito Baixa	Baixa	Media	Alta	Muito Alta	(Fert.+ PST + CE + Prof + Tex) /5
Porcentagem 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	Raso	Pouco profundo	Medianamente profundo	Profundo	Muito profundo	
	prof < 0,5 m	prof entre 0,5 e 1,0 m	prof entre 1,0-1,5 m	prof entre 1,5-2,0 m	prof > 2,0 m	
Textura - Tex	Arenosa ou muito argilosa	Argilosa	Arenosa/média ou arenosa/argilosa	Média/argilosa	Média	

^a A 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 Goedert e Oliveira (2007). A profundidade e textura seguiram limites estabelecidos por Santos et al. (2018), e Santos et al. (2015).

Embrapa

Caprinos e Ovinos

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



**PÁTRIA AMADA
BRASIL**
GOVERNO FEDERAL