



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS I - CAMPINA GRANDE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E CONSERVAÇÃO
CURSO DE MESTRADO EM ECOLOGIA E CONSERVAÇÃO**

JOSÉ RICSON BORGES PEQUENO

**ECONOMIA ECOLÓGICA DE SISTEMAS DE BASE AGROECOLÓGICA NO
SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

**CAMPINA GRANDE
2024**

JOSÉ RICSON BORGES PEQUENO

**ECONOMIA ECOLÓGICA DE SISTEMAS DE BASE AGROECOLÓGICA NO
SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

Trabalho de Dissertação apresentado
ao Programa de Pós-Graduação em
Ecologia e Conservação da
Universidade Estadual da Paraíba,
como requerimento para obtenção do
título de Mestre.

Área de concentração:
Biodiversidade.

Orientador: Prof. Dr. Aldrin Martin Pérez Marin

**CAMPINA GRANDE
2024**

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

P425e Pequeno, José Ricson Borges.
Economia ecológica de sistemas de base agroecológica no semiárido brasileiro [manuscrito] / José Ricson Borges Pequeno. - 2024.
45 p. : il. colorido.

Digitado.

Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, 2024.

"Orientação : Prof. Dr. Aldrin Martin Pérez Marin, Coordenação de Curso de Biologia - CCBS. "

1. Agroecologia. 2. Agricultura familiar. 3. Sustentabilidade. 4. Rentabilidade. 5. Semiárido. I. Título

21. ed. CDD 579

JOSÉ RICSON BORGES PEQUENO

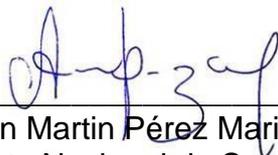
ECONOMIA ECOLÓGICA DE SISTEMAS DE BASE AGROECOLÓGICA NO
SEMIÁRIDO BRASILEIRO

Trabalho de Dissertação apresentado
ao Programa de Pós-Graduação em
Ecologia e Conservação da
Universidade Estadual da Paraíba,
como requerimento para obtenção do
título de Mestre.

Área de concentração:
Biodiversidade.

Aprovada em: 22/02/2024

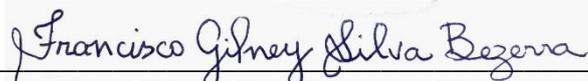
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Aldrin Martin Pérez Marin (Orientador)
Instituto Nacional do Semiárido



Prof. Dra. Dilma Maria de Melo Brito Trovão (Membro interno)
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Dr. Francisco Gilney Silva Bezerra (Membro externo)
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)

À minha mãe e amigos singelos, pelo
apoio incondicional, DEDICO

RESUMO

A agricultura familiar desempenha um papel imprescindível na sociedade atual, movimentando importantes redes alimentares, como no nordeste brasileiro, porém urge a necessidade de promover uma agricultura menos danosa ao ambiente, ao mesmo tempo em que seja rentável aos produtores. Neste contexto este trabalho tem por objetivo entender os processos fundamentais que regulam os fluxos de produção e suas relações entre indicadores ecológicos, econômicos e sociais de sistemas de base agroecológica no semiárido brasileiro. Para isso realizamos um estudo no âmbito da região semiárida do Brasil. O trabalho foi desenvolvido dentro da esfera do Projeto de Pesquisa Participativo intitulado “Mapeamento de Sistemas Agrícolas Resilientes a Mudanças Climáticas e Desertificação”, produto de uma parceria entre o Instituto Nacional do Seminário (INSA) e o Movimento de Pequenos Agricultores (MPA). Foram analisados dados e informações de 61 sistemas de produção de base agroecológica, localizados em 44 municípios de sete estados inseridos na região semiárida brasileira, utilizando o método LUME. Os dados coletados foram Índice de Agroecologização, Rentabilidade Monetária, Biodiversidade cultivada, Autonomia, Responsividade, Integração Social, Equidade de gênero e Protagonismo da Juventude. Em seguida, os dados foram tratados estatisticamente por meio de análises multivariadas. Inicialmente, foi realizada análise de agrupamento para delimitação de grupos, baseado no Índice de Agroecologização e Rentabilidade Monetária. Em seguida, foi testada a diferença estatística entre os grupos formados, quanto ao conjunto de indicadores econômicos, ecológicos e sistêmicos. Finalmente, para compreender como os dados coletados se comportavam em uma dimensão multivariada, realizamos uma Análise de Componentes Principais. Como principais resultados, verificamos que, do universo de 61 sistemas analisados, 10% (Grupo 1) apresentaram alta reciprocidade ecológica (Índice de Agroecologização) e eficiência (Rentabilidade Monetária), já 28% (Grupo 2) apresentaram baixa reciprocidade ecológica e eficiência, e por fim, 63% (Grupo 3) apresentaram reciprocidade ecológica média e baixa eficiência. Por fim, dentro do espaço multivariado observamos que o Índice de Agroecologização, a Rentabilidade Monetária e a Autonomia são caracteres que contribuem bastante

para a variação dos dados. Inferimos então que, a adoção de práticas agroecológicas, principalmente na reutilização de recursos produzidos dentro do sistema é de suma importância para incrementar na autonomia e rentabilidade de sistemas de base agroecológica no semiárido brasileiro.

Palavras-Chave: agroecologia; agricultura familiar; sustentabilidade; rentabilidade; semiárido.

ABSTRACT

Family farming currently plays an indispensable role in society, moving important food networks, as in the Brazilian northeast, but it requires the need to promote agriculture that is less harmful to the environment, while at the same time being profitable for producers. In this context, this work aims to understand the fundamental processes that regulate production flows and their relationships between ecological, economic, and social indicators of agroecological-based systems in the Brazilian semi-arid region. To achieve this, we carried out a study within the semi-arid region of Brazil. The work was developed within the scope of the Participatory Research Project entitled “Mapping Agricultural Systems Resilient to Climate Change and Desertification”, the product of a partnership between the National Seminary Institute (INSA) and the Small Farmers Movement (MPA). Data and information from 61 agroecological-based production systems, located in 44 municipalities in seven states located in the Brazilian semi-arid region, were analyzed using the LUME method. The data found were Agroecologization Index, Monetary Profitability, Cultivated Biodiversity, Autonomy, Responsiveness, Social Integration, Gender Equity and Youth Protagonism. Then, the data were statistically treated using multivariate analyses. Initially, cluster analysis was carried out to delimit groups, based on the Agroecologization and Monetary Profitability Index. Next, the statistical difference between the groups formed was tested, regarding the set of economic, ecological, and systemic indicators. Finally, to understand how the collected data behaved in a multivariate dimension, we performed a Principal Component Analysis. As main results, we found that, of the universe of 61 developed systems, 10% (Group 1) presented high ecological reciprocity (Agroecologization Index) and efficiency (Monetary Profitability), while 28% (Group 2) presented low ecological reciprocity and efficiency, and finally, 63% (Group 3) obtained medium ecological reciprocity and low efficiency. Finally, within the multivariate space we observe that the Agroecologization Index, Monetary Profitability and Autonomy are characters that greatly affect the variation of the data. We therefore infer that the adoption of agroecological practices, mainly in the reuse of resources produced within the system, is of utmost importance to increase the autonomy

and profitability of agroecological-based systems in the Brazilian semi-arid region.

Keywords: agroecology; family farming; sustainability; profitability; semi-arid.

LISTRA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Mapa projetando municípios onde os agroecossistemas estão inseridos.....	17
Figura 2 – Diagrama de fluxos econômicos, ecológicos e de trabalho em um agroecossistema.....	19
Figura 3 – Diagrama de fluxos metabólicos do metabolismo sociológico.....	19
Figura 4 – Dendrograma de agrupamentos de Agroecossistemas por <i>k-means clustering</i>	24
Figura 5 – Gráfico de pontos da correlação de Spearman entre os indicadores Índice de Agroecologização e Rentabilidade Monetária.....	25
Figura 6 – Gráfico de caixas com valores de indicadores por grupos.....	26
Figura 7 – Gráfico de pontos da Análise de Componentes Principais.....	27
Figura 8 – Gráfico de barras para a frequência dos subsistemas de produção....	28
Figura 9 – Diagrama esquematizando um sistema agrícola completo e evidenciando os seis subsistemas mais frequentes nos Grupos.....	34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Valores médios dos indicadores dentre os agrupamentos de SPBA.....	25
--	----

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL.....	11
2	CAPÍTULO 1: Economia ecológica de sistemas de base agroecológica no semiárido brasileiro.....	13
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	16
3.1	<i>Descrição da área de estudo.....</i>	16
3.2	<i>Fonte e descrição dos dados.....</i>	17
3.3	<i>Diagrama de fluxo econômico-ecológico.....</i>	18
3.4	<i>Atributos sistêmicos de Agroecologização.....</i>	21
3.5	<i>Biodiversidade cultivada e arranjo dos SPBA.....</i>	22
3.6	<i>Análise de dados.....</i>	22
4	RESULTADOS	24
4.1	<i>Características do desenvolvimento dos Agroecossistemas.....</i>	24
4.2	<i>Índice de Agroecologização e Rentabilidade Monetária.....</i>	25
4.3	<i>Diferenças entre indicadores dentre grupos.....</i>	26
4.4	<i>Análise de componentes principais.....</i>	26
4.5	<i>Arranjo dos subsistemas nos SPBA.....</i>	27
5	DISCUSSÃO	29
5.1	<i>Características do desenvolvimento dos Agroecossistemas.....</i>	29
5.2	<i>Índice de Agroecologização e Rentabilidade Monetária.....</i>	31
5.3	<i>Análise de componentes principais.....</i>	32
5.4	<i>Arranjo dos subsistemas nos SPBA.....</i>	33
6	CONCLUSÃO	35
	REFERÊNCIAS.....	36
	APÊNDICE A - LISTA DE ATRIBUTOS SISTÊMICOS DE AGROECOLOGIZAÇÃO.....	43

1 INTRODUÇÃO GERAL

Sendo uma região semiárida com alta variabilidade climática e dominando 12% do território do Brasil, o semiárido brasileiro é também um grande centro de produção agrícola familiar, sendo composto, primariamente, de produtores familiares, compondo 78,8% dos estabelecimentos agrícolas da região (IBGE, 2017), e embora que a maioria destes esteja coagida à agricultura convencional com práticas de manejo pouco sustentáveis, e.g. monocultura, são estes mesmos estabelecimentos familiares que possuem maiores porcentagens de área vegetal nativa e menor implementação de agrotóxicos, quando comparados ao âmbito nacional (Silva et al. 2020).

Sendo atualmente um dos fatores de maior impacto ambiental global, a agricultura necessita então reduzir seu nível de danos no meio ambiente, seja por meio da diminuição do uso do solo ou pela transição de uma agricultura tradicionalista e mecanicista de larga escala para uma agricultura de base agroecológica, aplicando técnicas e práticas com intuito de remediar impactos outrora causados em ecossistemas e limitar seus impactos futuros.

Segundo Conselho Internacional de Alimentos e Desenvolvimento Agrícola (BIFAD, 1988) sistemas agrícolas sustentáveis são aqueles que possuem a capacidade de se manter produtivos mesmo em situações de estresse social, e principalmente econômico, gerindo os insumos introduzidos de forma ponderada, de modo a conduzir para um crescimento econômico a longo prazo enquanto promovem a proteção e preservação de recursos naturais.

Neste sentido, a agroecologia se mantém como uma vertente científica, prática e social com intuito de estimular o desenvolvimento sustentável de sistemas agrícolas, sejam estes primariamente agroecológicos ou em transição a partir de uma agricultura convencional de larga escala, focando-se tanto no não comprometimento de ecossistemas naturais, quanto na adaptação destes agroecossistemas às mudanças climáticas enquanto promove segurança alimentar, nutrição e saúde (Wezel et al. 2009; Kerr et al., 2023).

Alinhar então, a ampliação e divulgação do desenvolvimento econômico, caracteres sociais intrínsecos e biodiversidade (Dardonville et al. 2022; Pérez-Marin et al. 2017), com o estudo destes sistemas favorece a compreensão da utilidade de diferentes formas de manejo, as quais são aplicáveis a variados

cenários climáticos, geográficos, biológicos e sociais, e ainda nos revela pontos importantes a serem considerados sobre a formação continuada de agricultores, cientistas, divulgadores e líderes de governo no que diz respeito à produção agrícola e sustentabilidade (Gleissman, 1995; Altieri, 1999; Altieri et al. 2017).

É necessário, então, o entendimento, dos fluxos econômico-ecológicos que gerenciam a produção de biomassa e monetária em sistemas agrícolas, principalmente de base agroecológica e que pode, ser entendidos por um *metabolismo sociológico*, onde a natureza interna do ser humano é transformada pelo processo de trabalho ao transformar sua natureza externa (Toledo, 2011; Foster, 2011)

Deste modo, são comuns questões acerca da sustentabilidade em sistemas agrícolas, especialmente aqueles de base agroecológica, tais como (i) estes sistemas não produzem alimento suficiente, e (ii) não possuem rentabilidade suficiente para se justificarem (Bernard e Lux, 2016), neste sentido surgem questionamentos acerca as possibilidades de sistemas de base agroecológica que possam ser tanto ecologicamente, quanto economicamente viáveis.

Sendo assim, este trabalho busca entender os processos fundamentais que regulam os fluxos de produção e suas relações entre indicadores ecológicos, econômicos e sociais de sistemas de base agroecológica no semiárido brasileiro, e estabelecer quais estratégias e condições contribuem para que sejam nos formatos existentes.

2 CAPÍTULO 1: ECONOMIA ECOLÓGICA DE SISTEMAS DE BASE AGROECOLÓGICA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

A substituição da natureza cíclica e complexa dos processos ecológicos por fluxos lineares de matéria e energia pela agricultura de altos insumos, tem gerado custos ambientais e sociais devastadores para as sociedades contemporâneas, enfrentando hoje em dia uma crise ambiental sem precedentes (Wezel et al., 2009; IPCC, 2022;). A raiz destas crises provém do uso de práticas agrícolas intensivas, baseadas na utilização de grandes quantidades de insumos que levam à degradação dos recursos naturais, seja por meio de processos erosivos, contaminação ou morte provocadas pelo uso de defensivos agrícolas químicos que finalmente repercutem em reduções progressivas da produtividade dos agroecossistemas. O relatório do IPCC (2022) revela que essa problemática pode representar uma grave ameaça para a produção de alimentos e meios de vida da população rural, particularmente em áreas pobres e densamente habitadas no mundo, principalmente nos países periféricos e marginalizados.

Nas zonas áridas e semiáridas, como no caso do semiárido brasileiro, espera-se que a degradação dos recursos naturais ou desertificação, se agrave com as mudanças climáticas e vice-versa (Pérez-Marin et al., 2022). Pois, ao aumentar os episódios extremos de secas em frequência e gravidade devido às mudanças climáticas, a degradação das terras nas zonas áridas e semiáridas tende a aumentar ou formar um “vínculo de realimentação” com a perda da vegetação provocada pela desertificação (UNCCD, 2014). Um aumento de 3°C ou mais na temperatura média deixaria ainda mais secos os locais que hoje têm maior déficit hídrico.

Nessas condições a produção agrícola de subsistência em grandes áreas das zonas áridas e semiáridas pode se tornar inviável, colocando a própria sobrevivência humana em risco. Por outra parte, o aumento da temperatura aliado à tendência de aumento de chuvas torrenciais, tende a aumentar a degradação do solo, afetando as atividades agrícolas (Jones e Thornton, 2003; Easterling et al., 2007; Rosenzweig e Hillel, 2008). A situação é preocupante ao se pensar na vulnerabilidade da capacidade produtiva dos agroecossistemas nos trópicos, as tensões que neles têm criado a intensificação da agricultura e

as implicações mais amplas sobre os efeitos negativos externos da produção agrícola (Altieri, 1995; Scherr e Yadav, 1996; Serkendiz et al., 2023).

A superação dessa problemática técnico-econômica reducionista exige a necessidade de compreender a produção de alimentos como um processo econômico–ecológico que articula, de forma indissolúvel a produção econômica à reprodução ecológica (Toledo, 2011, Petersen et al., 2017). Nesta perspectiva, muitos pequenos agricultores vêm impulsionando essa concepção, através de uma aproximação entre economia e ecologia, experimentando e promovendo o estabelecimento de sistemas familiares de base agroecológica, com processos de coprodução entre a natureza viva e a sociedade, promovendo a transição para produções agroecológicas, com apoio tanto de organizações não governamentais que auxiliam de forma técnica, social e logística, quanto de apoio técnico e econômico do Estado por meio de políticas públicas (Toledo, 2011; Petersen et al., 2017; Perez-Marin et al., 2017; De La Cruz S.; Dessein, 2021).

Esta nova concepção de uso dos recursos disponíveis da produção é baseada em uma visão sistêmica do processo agrícola, onde os seres humanos comportam-se como uma unidade superior dentro das demais unidades vivas e onde os recursos naturais são explorados de maneiras sustentáveis, ambientais e econômicas pela humanidade. É o que se vê, por exemplo, na agricultura familiar no semiárido brasileiro, que vem promovendo processos de intensificação da produção baseados na valorização dos recursos locais, no emprego de tecnologias e práticas de manejo que diversificam os sistemas produtivos com atividades que se complementam e permitem a formação de estoques e uma maior circulação de nutrientes dentro do agroecossistema.

Nesse contexto, o entendimento dos processos fundamentais que regulam o capital e fluxos dos fatores de produção pode possibilitar o estabelecimento de modelos preditivos dos efeitos das técnicas de manejo sobre a capacidade produtiva dos agroecossistemas a curto e longo prazo. Assim, um melhor entendimento dos sistemas agrícolas familiares de base agroecológica permitirá prever causas e efeitos das práticas de manejo sobre as suas capacidades produtivas.

Esses processos podem ser descritos e analisados por meio de fluxos econômicos-ecológicos, através da economia ecológica denominada de *metabolismo sociológico* (Toledo, 2011), que é determinada em de três principais fluxos: fluxo de entrada, fluxos internos e fluxo de saída. Estes fluxos gerenciam recursos da natureza dentro da sociedade, explicando a atuação do processo de trabalho na sociedade, na qual os recursos, a partir da natureza, são inseridos no sistema sociedade, processados internamente e excretados do sistema em forma de resíduos (Toledo, 2011; Foster, 2011; Petersen, et al., 2017).

Tal abordagem, ao ser aplicada nas análises de sistemas agroalimentares permite compreender e desenvolver estratégias de transição dos mesmos em direção a padrões mais sustentáveis de produção e consumo (Martinez-Alier, 2008).

Sendo assim, este trabalho busca entender os processos fundamentais que regulam os fluxos de produção e suas relações entre indicadores ecológicos, econômicos e sociais de sistemas de base agroecológica no semiárido brasileiro, e estabelecer quais estratégias e condições contribuem para que sejam os casos.

3 MATERIAL E MÉTODOS

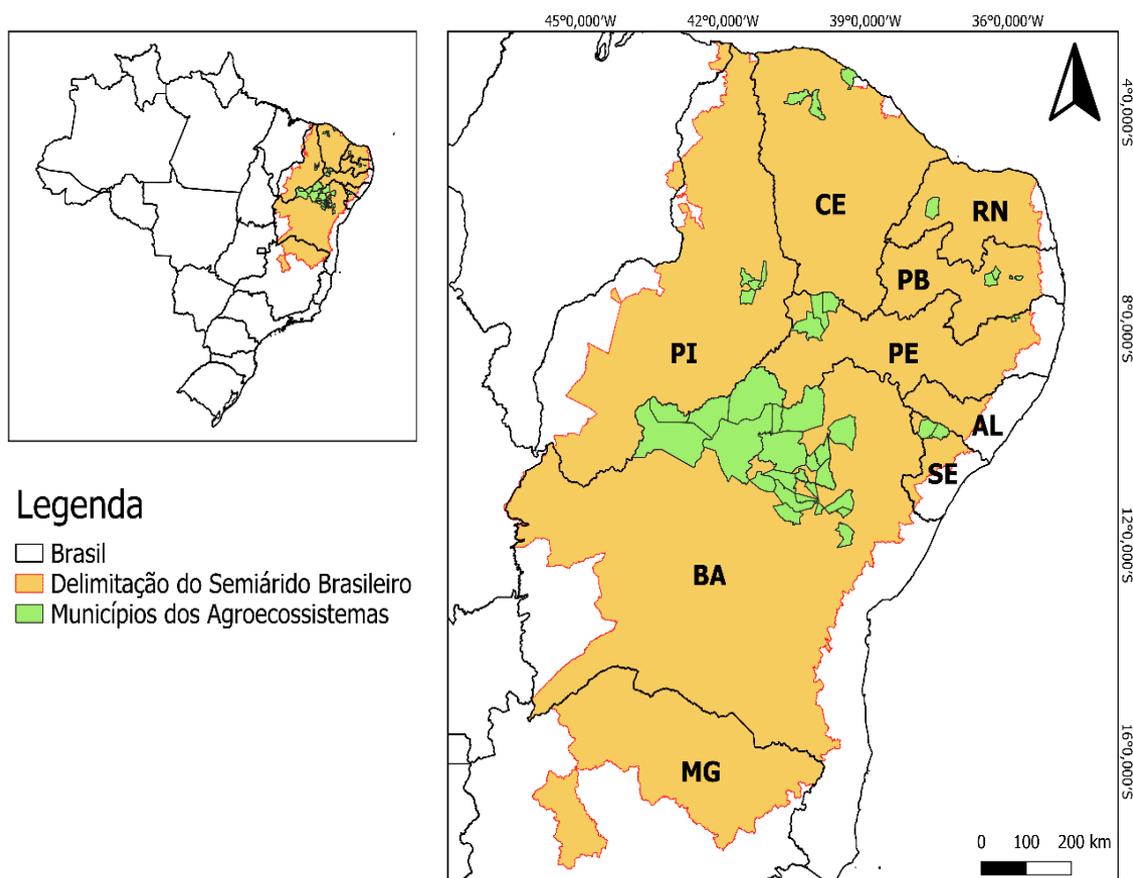
3.1 Descrição da área de estudo

O estudo utilizou dados de sistemas agrícolas de base agroecológica na região semiárida do Brasil (SAB), uma área extensa, altamente susceptível à desertificação e mudanças climáticas (Perez-Marin et al., 2022; Vendruscolo et al., 2020). A região do SAB corresponde a uma área de 1.127.953 km² divididos entre, 1.262 municípios (Brasil, 2017), e se caracteriza por uma alta variabilidade climática, tanto espacial, quanto temporalmente. A precipitação pluviométrica média anual varia desde 300 até 1000 mm em diferentes localidades da região (Silva et al., 2017). Entre anos, em média 60% da chuva total anual ocorre em um mês e 30% em um único dia, com uma temperatura média do ar e a incidência de radiação solar elevadas, o que resulta em limitação de água para o consumo vegetal, animal e humano (Silva et al., 2017). A caatinga (floresta tropical sazonalmente seca, Pennington et al. 2009) é o bioma predominante, que se estende por vasta área de aproximadamente 850 mil km² de floresta arbórea-arbustiva, com ocorrência de cactos, bromélias e estratos herbáceos abundantes durante o período chuvoso, com solos que variam desde os mais jovens, como os Neossolos, até aqueles mais velhos, como os Latossolos (Calvo-Alvorado et al., 2013; Rito et al., 2017).

Os quase 28 milhões de habitantes que a região acolhe, vivem em sua maioria nas áreas urbanas (62%). No entanto, uma parcela significativa destas áreas urbanas vivencia uma dinâmica rural, já que 90% dos municípios da região SAB são classificados como pequenos, por possuírem menos de 50 mil habitantes (IBGE, 2017). Além disso, a região apresenta 1,8 milhão de estabelecimentos rurais, sendo que 56% das propriedades rurais apresentam áreas inferiores a cinco hectares, correspondendo a 31% da produção total da região SAB.

Nesta região, avaliamos um total de 61 Sistemas de Produção de Base Agroecológica (SPBA), dispostos em 41 municípios, de sete Estados, sendo eles Paraíba, Pernambuco, Bahia, Rio Grande do Norte, Ceará, Piauí e Sergipe (Figura 1).

Figura 1: Mapa projetando municípios onde os SPBA estão inseridos. Cada município possui, pelo menos, um SPBA avaliado.



Sistema de Coordenadas Geográficas. DATUM: SIRGAS 2000. Fonte: IBGE (2022), SUDENE (2017). Elaborado pelo autor.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

3.2 Fonte e descrição dos dados

O estudo foi realizado no âmbito do projeto de pesquisa participativo, chamado “Mapeamento de sistema agrícolas resilientes às mudanças climáticas e desertificação”, executado entre 2018 e 2022 por uma colaboração entre o Instituto Nacional do Semiárido (INSA) e o Movimento de Pequenos Agricultores do Brasil (MPA). Para a coleta de dados e informações, o referido projeto adotou o método LUME de análise econômica-ecológica de SPBAs, desenvolvido pela organização não governamental Agricultura Familiar e Agroecologia (AS-PTA) em 2017 (Petersen, 2017). Para tal o projeto realizou as seguintes etapas: 1) Socialização do projeto da pesquisa junto às comunidades; 2) Seleção junto com as comunidades os SPBA a serem estudados; 3) Construção sócio-histórica de vida das famílias e sua relação com as mudanças ao longo de tempo nos SPBA;

4) Elaboração de mapas (croquis) das propriedades e descrição dos componentes dos SPBA; 5) Descrição e quantificação dos fluxos econômico-ecológicos dos SPBA; 6) análises qualitativas das propriedades sistêmicas dos SPBA e, 7) Sistematização dos dados e das informações coletadas.

Assim, o método LUME orientou a construção de conhecimentos em etapas sucessivas de levantamento e análise de dados e informações sobre o funcionamento econômico-ecológico dos SPBA estudados. Ao tempo que, ao empregar uma abordagem de método que parte do geral para o específico para reencontrar as determinações mais gerais do objeto do estudo, ele permitiu que diferentes variáveis fossem identificadas, qualificadas, quantificadas e analisadas de forma conjunta à luz de um marco conceitual específico (Petersen et al., 2017).

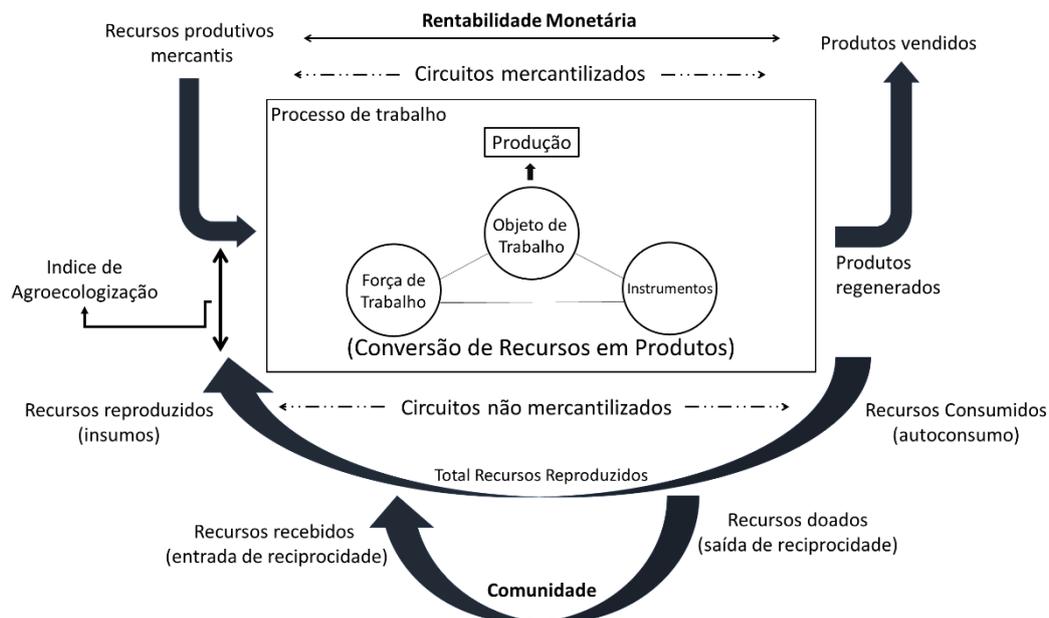
Os dados e informações foram ordenadas e analisadas com o auxílio de três instrumentos: a) uma linha do tempo para representação da trajetória do SPBA; b) diagramas de fluxos para a representação do funcionamento econômico-ecológico do SPBA; e c) uma planilha contendo os atributos sistêmicos de sustentabilidade que análise de qualidades sistêmicas dos SPBA.

Desta forma, para este artigo, utilizamos os dados e informações referentes aos diagramas de fluxos econômico-ecológicos (Figura 2), atributos sistêmicos de sustentabilidade (Apêndice A), Biodiversidade cultivada e arranjo de 61 Sistemas de Produção de Base Agroecológica. Os dados utilizados representam um espaço temporal de um ano de produção dos SPBA. Todos os SPBA apresentam mais de cinco anos de transição de um cultivo convencional para um cultivo de base agroecológica.

3.3 Diagrama de fluxo econômico-ecológico

O diagrama de fluxos econômico-ecológicos (Figura 2) quantifica os processos de transformação dos bens ecológicos (solo, biodiversidade, água e energia) em bens econômicos que ocorrem mediante o processo de trabalho através da apropriação, circulação, transformação, consumo e excreção dos recursos mobilizados da natureza para a esfera social (Figura 3).

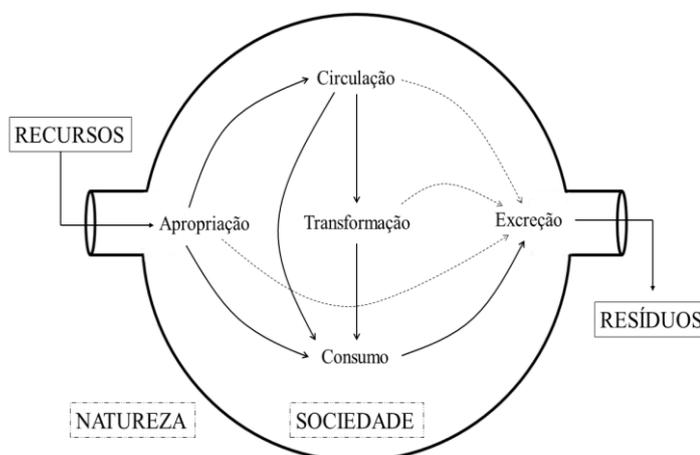
Figura 2: Diagrama dos fluxos econômicos, ecológicos e de trabalho em um agroecossistema. Destacando o desenvolvimento dos indicadores Rentabilidade Monetária e Índice de Agroecologização.



Fonte: Petersen (2017 – com adaptações).

Desse modo, com o diagrama de fluxos econômico-ecológicos (Figura 2), quantificaram-se os fluxos referentes a (a) os recursos produtivos mercantis (recursos que entram no processo como mercadoria), os recursos reproduzidos (insumos produzidos em ciclos precedentes) e os recursos recebidos (recursos mobilizados por relações de reciprocidade comunitária) e (b) os recursos que são convertidos em Produtos, sendo, os produtos vendidos (produção comercializada), produtos consumidos (autoconsumo familiar) e os produtos doados (saídas por reciprocidade).

Figura 3: Fluxos metabólicos do metabolismo sociológico



Fonte: González de Molina e Toledo (2011 – com adaptações).

Com essas informações e dados, foram gerados dois índices. Um relacionado aos circuitos mercantizados, que representam os fluxos econômico-ecológicos que mobilizam os recursos produtivos mercantis e produtos vendidos, e outro relacionado aos circuitos não mercantizados, que incluem os recursos reproduzidos e recebidos e, os produtos consumidos e doados. O primeiro índice denominou-se Rentabilidade Monetária e representa o balanço entre as receitas advindas dos produtos vendidos e as despesas incorridas com a mobilização dos fatores de produção (circuitos mercantizados). O segundo índice denominou-se Índice de Agroecologização e, representa relação entre os recursos produtivos mercantis (insumos externos) e os recursos reproduzidos (recursos internos) pelo processo de trabalho.

O índice de Rentabilidade Monetária (IR) foi calculado pela Equação 1, onde os Consumos Intermediários, que é o valor dos insumos adquiridos no mercado, é subtraído do Valor Agregado do SPBA, que é o valor de nova riqueza produzida pelo SPBA. Este índice representa a eficiência econômica linear ou eficiência técnica do SPBA.

$$IR = \frac{VA}{CI}$$

Equação 1: Índice de Rentabilidade Monetária do SPBA. Onde o Índice de Rentabilidade (IR) é a razão do Valor Agregado pelo valor dos Consumos Intermediários (CI).

Por sua vez o Valor Agregado (VA) foi calculado pela equação 2, já os Consumos Intermediários (CI), correspondem ao custo de bens usados na produção de outros bens.

$$VA = RB - CI$$

Equação 2: Cálculo do Valor Agregado (VA). Onde VA é a dedução dos Consumos Intermediários (CI) da Renda Bruta (RB). Onde RB corresponde ao somatório das rendas adquiridas pelo sistema.

Já o Índice de Agroecologização (IA) foi calculado pela Equação 3, que representa a relação entre os Custos Produtivos (i.e., recursos para produção) e os Recursos Mobilizados pelo processo de trabalho (i.e., valor dos recursos produtivos totais). Quanto maior o índice (próximo de 1), indica que o estilo de gestão do SPBA é relativamente autônomo, mais resilientes ao mercado, com

maior reciprocidade ecológica e social. Em síntese, indica SPBA com maior aprimoramento da eficiência técnica do processo de conversão de bens ecológicos em bens econômicos.

$$IA = CP / CPT$$

Equação 3. Índice de agroecologização, calculado pela razão entre Custos Produtivos (CP) e Recursos mobilizados pelo trabalho (CPT).

Os Custos Produtivos (CP) e os Recursos mobilizados pelo processo de trabalho (CPT) foram determinados pelas equações 4 e 5, respectivamente.

$$CP = CI_{MERCANTIS} + PT$$

Equação 4. Cálculo dos Custos Produtivos (CP). Sendo a somatória dos Custos Intermediários do mercado com os Pagamentos de Serviços a Terceiros (PT).

$$CPT = CI_{MERCANTIS} + PT + Reciprocidade$$

Equação 5. Cálculo dos Recursos Mobilizados pelo Trabalho (CPT). Sendo a somatória dos Custos Intermediários do mercado com os Pagamentos de Serviços a Terceiros (PT) e os Recursos mobilizados por reciprocidade (trocas, doações e estoques).

3.4 Atributos sistêmicos de Agroecologização

Os indicadores sistêmicos de sustentabilidade usados foram: Autonomia, Responsividade, Integração Social, Equidade de Gênero e Protagonismo da Juventude, conforme descrito em Petersen et al., 2017 (Apêndice A). Tais indicadores foram medidos em uma escala qualitativa de 0 a 1, sendo 1; 0,5 e < 0,50, indicando alto, médio e baixo desempenho.

A Autonomia avalia o grau de autonomia alcançado pelo SPBA por meio das diversas estratégias de reprodução econômico-ecológica adotadas. Responsividade indica a capacidade do SPBA de responder a mudanças fora de seu controle social, econômico e ambiental. Integração Social estabelece o nível entre as relações não mercantis do SPBA e seu ambiente social. Equidade de Gênero apresenta o nível de simetria entre os gêneros no SPBA, acerca das divisões de trabalho e acesso a oportunidades e renda. E Protagonismo da Juventude representa a inserção da parcela jovem do SPBA no manejo e gestão das diversas partes dele.

3.5 Biodiversidade cultivada e arranjo dos SPBA

O indicador Biodiversidade cultivada foi obtido a partir do número de total de espécies utilizadas no processo de produção agrícola e pecuária.

Acerca do arranjo funcional dos SPBA, um total de 20 subsistemas de produção foram observados, tanto de natureza agrícola como de natureza pecuária e remanescentes florestais.

Os subsistemas obtidos foram Apicultura (API), Avicultura (AVI), Beneficiamento (BEN), Ovinocultura (OVI), Sistema Agroflorestal (SAF), Quintal Agroecológico (QUI), Roçado (ROC), Caprinocultura (CAP), Fruticultura (FRU), Bovinocultura (BOV), Psicultura (PSI), Remanescente de Caatinga (CAA), Suinocultura (SUI), Cunicultura (CUN), Hidroponia (HID), Fundo de Pasto (FUN), Pastagem cultivada (PAS), Viveiro de mudas (MUD), Extrativismo (EXT), Mandiocultura (MAN).

3.6 Análise de dados

Os dados de Rentabilidade Monetária e o Índice de Agroecologização (IA) foram submetidos à análise de Agrupamento Particionado por *k-means* (Forgy, 1965). Com os grupos resultantes, foi realizado teste de correlação de *Spearman* entre os indicadores IA e Rentabilidade Monetária.

Os grupos foram também testados com teste *H* de Kruskal-Wallis e Teste de comparações múltiplas de Dunn acerca dos indicadores Rentabilidade Monetária, IA, Biodiversidade cultivada, Autonomia, Responsividade, Integração Social, Equidade de Gênero e Protagonismo da Juventude, para verificar possíveis diferenças entre os indicadores nos grupos.

Para compreender como os dados coletados se comportam em uma dimensão multivariada, a Análise de Componentes Principais (PCA) foi aplicada, usando os indicadores Rentabilidade Monetária, IA, Biodiversidade cultivada, Autonomia, Responsividade, Integração Social, Equidade de Gênero e Protagonismo da Juventude, todos os indicadores foram padronizados a priori.

Finalmente, em cada grupo, foi verificada ainda a frequência dos subsistemas de produção, para entender a conformação e arranjo dos SPBA de cada grupo.

Todas as análises de dados e visualizações gráficas foram executadas no software de acesso aberto R versão 4.3.0 (R Core Team, 2023), utilizando os pacotes “tidyverse” versão 2.0 (Wickham *et al.* 2019), “PMCMRplus” versão 1.9.6 (Pohlert, 2022), “factoextra” versão 1.0.7 (Kassambra e Mundt, 2020) “FactorMineR” versão 2.8 (Lê, Josse e Husson, 2008), e “ggpubr” versão 0.6.0 (Kassambra, 2023).

4 RESULTADOS

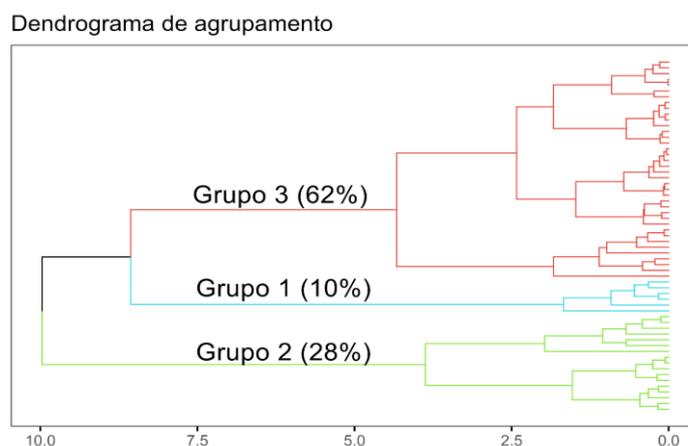
4.1 Características do desenvolvimento dos Agroecossistemas

Três grupos distintos foram identificados dentre SPBA analisadas, por meio da análise de Agrupamento Particionado por *k-means* (Figura 4). Assim, verificamos que cerca de 10% dos SPBA (Grupo 1) se caracterizou por apresentar maiores índices de Rentabilidade Monetária, IA, biodiversidade cultivada, indicando aumento dos recursos produzidos, como biomassa vegetal e animal dentro do sistema, tornando-os cíclicos e aumentando a sustentabilidade e resiliência deles.

Por outra parte, o Grupo 2 que inclui 28% dos SPBA se caracterizou por apresentar baixa Rentabilidade Monetária e IA. O Grupo 3, constituído por 62% dos SPBA apresentou valores médios de Rentabilidade Monetária e IA (Tabela 1), indicando contrastes quanto os estilos de gestão econômica-ecológica entre os SPBA estudados.

Nos grupos um (G1) e três (G3), observa-se que cerca de 90% e 75%, respectivamente, do resultado do processo de trabalho são inseridos nos SPBA por meio de fluxos de reprodução de instrumentos e objetos de trabalho. Já no grupo dois (G2), o resultado do processo de trabalho está sendo mais canalizado para reprodução da força de trabalho, ou seja, para a produção de renda, mas de forma insuficiente.

Figura 4: Dendrograma de agrupamentos de Agroecossistemas por *k-means clustering*, levando em consideração os indicadores Rentabilidade Monetária e Índice de Agroecologização. Agrupamentos resultantes destacados por cores diferentes.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Tabela 1: Valores médios dos indicadores dentre os agrupamentos de SPBA.

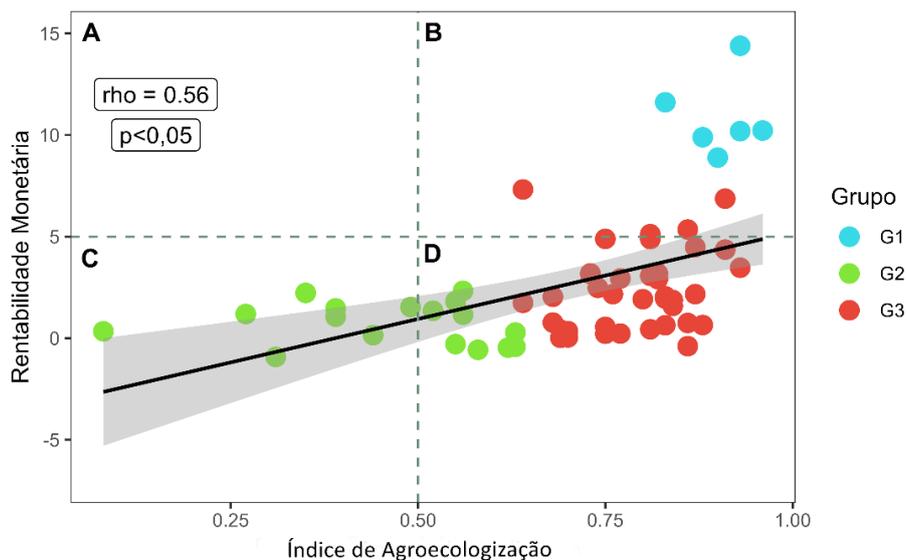
Indicador	G1	G2	G3
Número de SPBA por grupo	6	17	38
Índice de Agroecologização	0,90	0,47	0,79
Rentabilidade Monetária	10,87	0,72	2,37

Fonte Elaborado pelo autor, 2024.

4.2 Índice de Agroecologização e Rentabilidade Monetária

Houve correlação moderadamente positiva e significativa entre IA e a Rentabilidade Monetária (correlação de *Spearman*, ρ : 0.56, $p < 0,05$), a adição de linhas quadriculadas no centro do gráfico mostra a formação de quatro quadrantes, onde o quadrante **B** apresenta sistemas com alto IA e Rentabilidade Monetária, o quadrante **D** apresenta sistemas com alto IA, porém baixa Rentabilidade Monetária, o quadrante **A** apresenta sistemas com baixo IA e alta Rentabilidade Monetária, e, por último, o quadrante **C** apresenta sistemas com ambas IA e Rentabilidade Monetária em baixos níveis (Figura 5).

Figura 5: Gráfico de pontos da correlação de *Spearman* entre os indicadores Índice de Agroecologização e Rentabilidade Monetária, $\rho=0,56$; $p<0,05$. Linha de tendência representada em preto. As linhas pontilhadas formam quadrantes **A**, **B**, **C** e **D** no gráfico em relação ao nível dos indicadores.

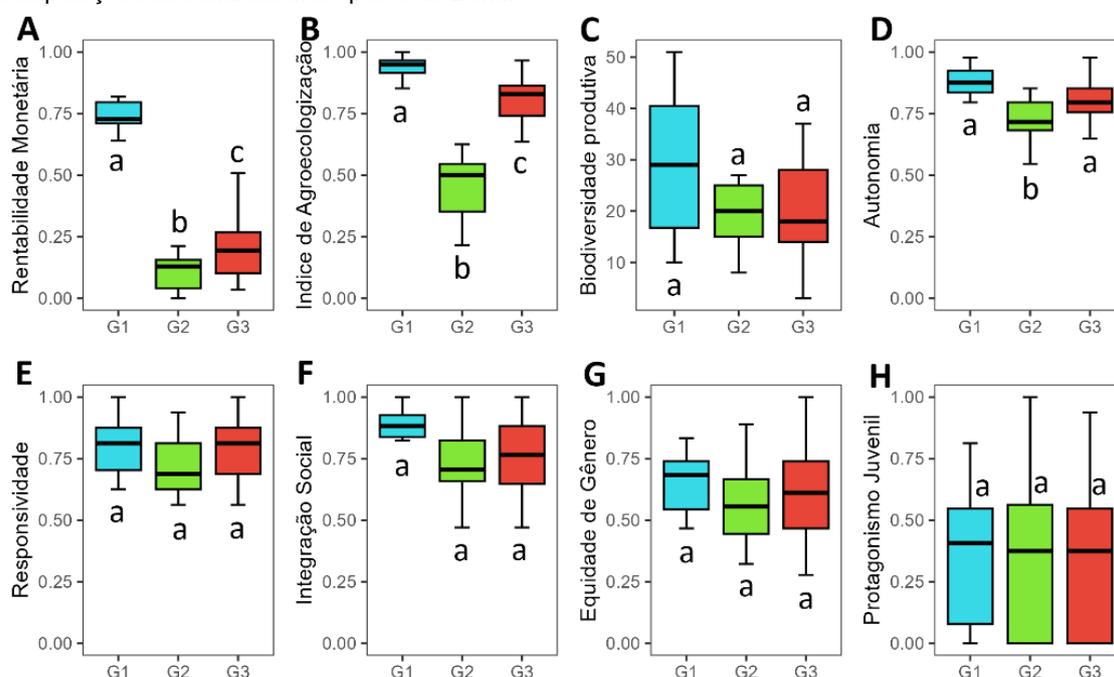


Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

4.3 Diferenças entre indicadores dentro os grupos

Acerca das diferenças entre grupos, há diferença significativa entre os grupos segundo o Teste *H* de Kruskal-Wallis e o Teste de comparações múltiplas de Dunn, para a Rentabilidade Monetária o IA e Autonomia (Figura 6). Os valores dos demais indicadores não apresentaram diferenças significativas entre os grupos (Tabela 3).

Figura 6: Gráfico de caixas com valores de indicadores por grupos, mostrando também diferenças na variação entre os grupos. **A:** valores de Rentabilidade Monetária; **B:** valores de Índice de Agroecologização; **C:** valores de Biodiversidade cultivada; **D:** valores de Autonomia; **E:** valores de Responsividade; **F:** valores de Integração Social; **G:** valores de Equidade de Gênero; e **H:** valores de Protagonismo Juvenil. Letras “a”, “b” e “c” representam a formação de grupos de acordo com o teste de comparações de variância entre pares de *Dunn*.



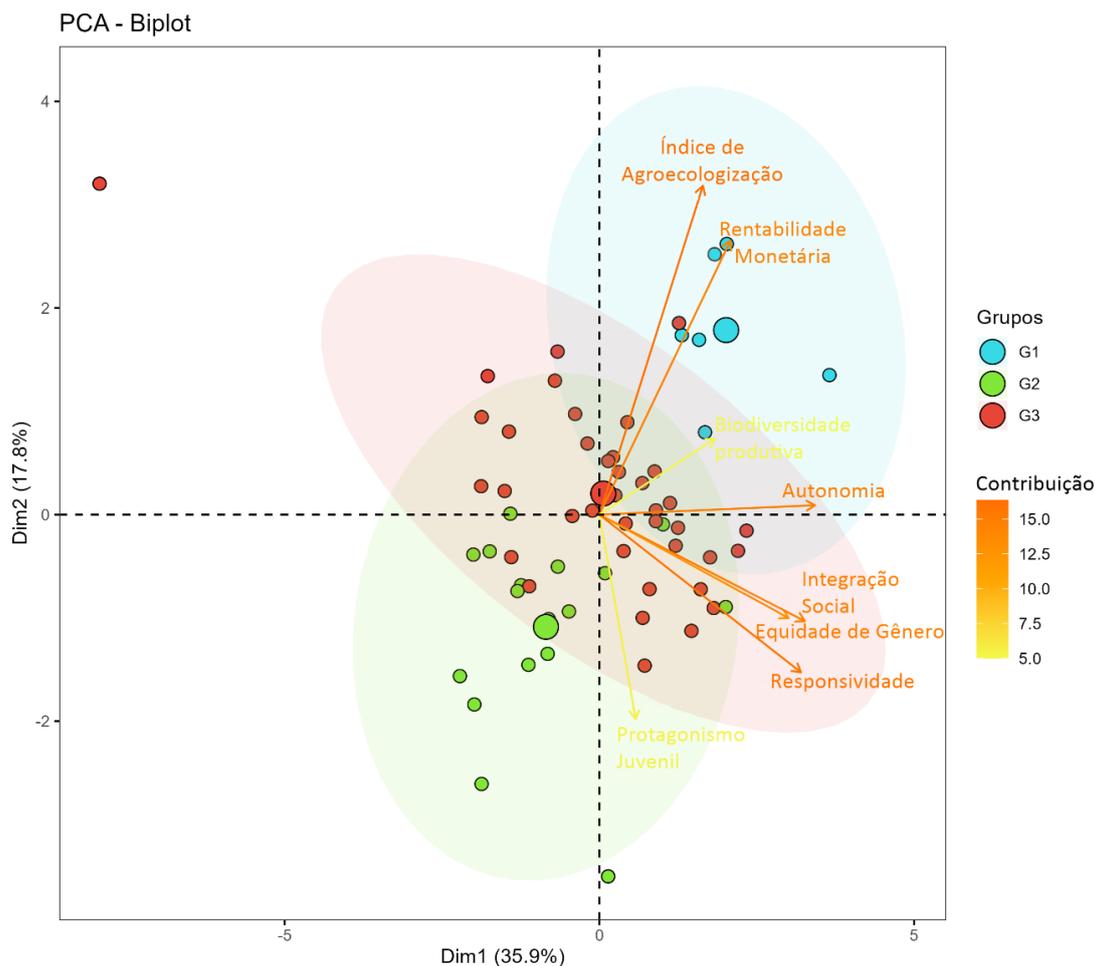
Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

4.4 Análise de Componentes Principais

Quanto à dimensão multivariada dos dados, a Análise de Componentes Principais obteve 53,7% de explicação da variação total dos dados, sendo 35,9% explicado por PC1 e 17,8% explicado por PC2 (Figura 7). Houve alta correlação ($R^2 > 0,70$, $p < 0,05$) das variáveis Autonomia, Responsividade, Integração Social e Equidade de Gênero com o eixo PC1, já o eixo PC2 obteve alta correlação com

IA, e correlação moderada ($R^2 > 0,50$, $p < 0,05$) com o indicador Rentabilidade Monetária.

Figura 7: Gráfico de pontos da Análise de Componentes Principais, no qual é explicada 59,4% da variância total, sendo 35,9% explicada por PC1 e 17,8% por PC2. Grupos G1, G2 e G3 circundados por elipses. Vê-se também a contribuição de cada indicador para explicação do modelo, onde o Autonomia tem a maior contribuição e Protagonismo Juvenil a menor. Pontos maiores no centro das elipses representam o centroide dos grupos. Elipses determinadas com 95% de confiança.

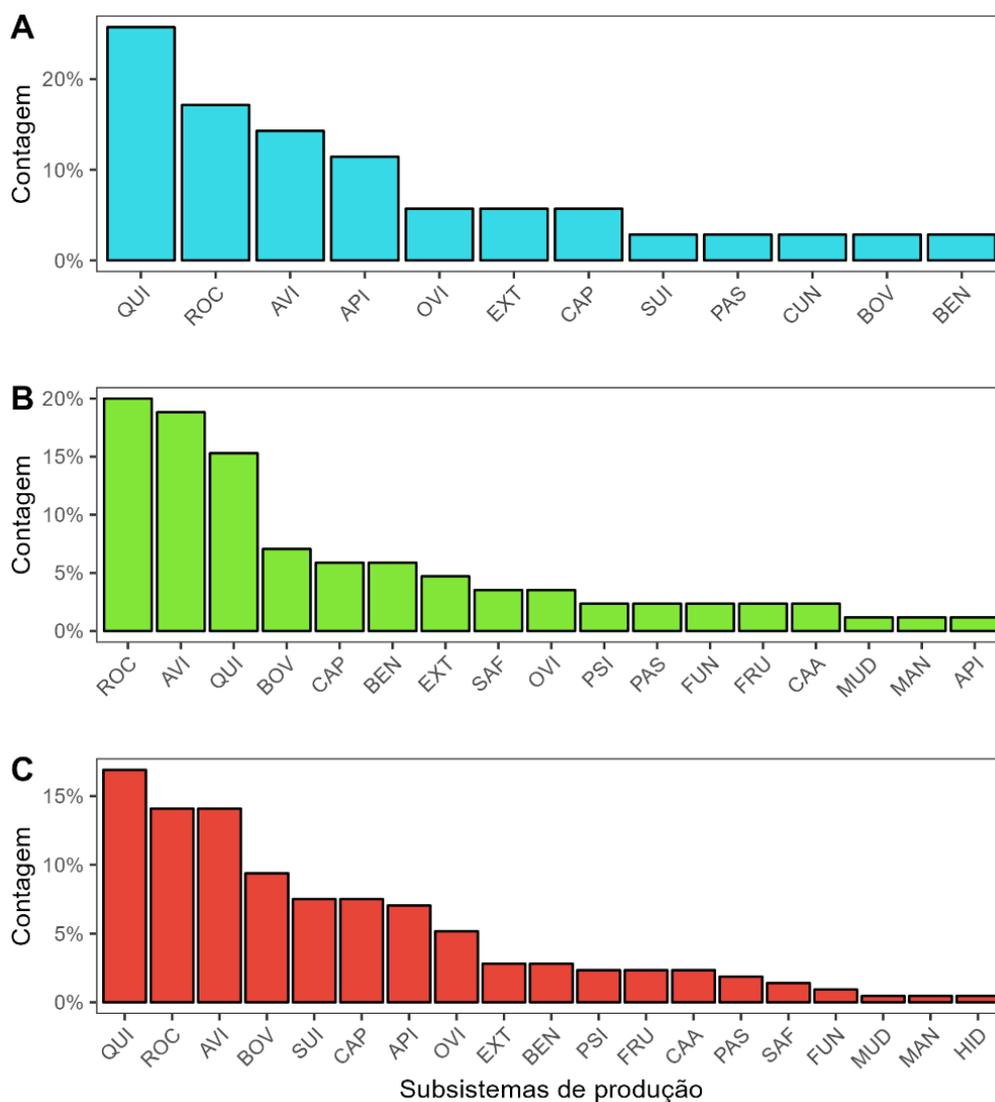


Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

4.5 Arranjo dos subsistemas nos SPBA

Os subsistemas mais frequentes dentre os sistemas agrícolas de cada grupo foram divergentes (Figura 8), porém os subsistemas Roçado (ROC), Quintal Agroecológico (QUI) e Avicultura (AVI) se mantiveram com alta frequência em todos os grupos.

Figura 8: Gráfico de barras para a frequência em porcentagem dos subsistemas de produção dentro dos SPBA para cada grupo. **A:** Grupo 1; **B:** Grupo 2; **C:** Grupo 3. As siglas representam: **API:** Apicultura; **AVI:** Avicultura; **BEN:** Beneficiamento; **OVI:** Ovinocultura; **SAF:** Sistema Agroflorestal; **QUI:** Quintal Agroecológico; **ROC:** Roçado; **CAP:** Caprinocultura; **FRU:** Fruticultura; **BOV:** Bovinocultura; **PSI:** Piscicultura; **CAA:** Remanescente de Caatinga; **SUI:** Suinocultura; **CUN:** Cunicultura; **HID:** Hidroponia; **FUN:** Fundo de Pasto; **PAS:** Pastagem cultivada; **MUD:** Viveiro de mudas; **EXT:** Extrativismo; **MAN:** Mandiocultura.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

5 DISCUSSÃO

É possível inferir com estes resultados que, seguindo o intento inicial deste manuscrito, sistemas agrícolas de base agroecológica, que possuem elevados níveis do Índice de Agroecologização estão mais propensos a registrarem também uma elevada Rentabilidade Monetária e Biodiversidade cultivada, ao passo em que, promovem uma maior diversificação de suas produções e uma maior circulação de recursos dentro do sistema agrícola, limitando a aquisição de insumos externos. Modelos multivariados corroboram novamente uma alta interação da Índice de Agroecologização e da Rentabilidade Monetária.

5.1 Características do desenvolvimento dos SPBA

Os resultados indicam que nos grupos G1 e G3, a produção é realizada a partir da mobilização de recursos locais disponíveis nos SPBA, ou seja, todo o trabalho é realizado por membros da família, a fertilização do solo com adubos orgânicos provenientes de subsistemas animais e as sementes são utilizadas são produzidas no ciclo anterior. Já no G2, os resultados sugerem que nestes sistemas a produção é realizada a partir de recursos mobilizados no mercado, levando-os a estabelecer laços de dependência permanente com relação aos mercados financeiros, a fim de mobilizar os fatores de produção necessários à reprodução de seus processos de trabalho.

Em G1 e G3 o processo de trabalho vincula a produção econômica à utilização de recursos para essa produção oriundos do próprio sistema, reprodução ecológica, assegurando um relativo grau de autonomia dos agroecossistemas em relação aos mercados de fatores de produção. Nestes sistemas uma parcela significativa da produção econômica circula internamente como renda não monetária, correspondendo à produção de autoconsumo, internalizando a maior parte das operações necessárias à reprodução econômica-ecológica do agroecossistema.

Elevados níveis de Rentabilidade Monetária estão acompanhados, além de um alto nível do IA, também de caracteres que informam sobre a qualidade dos ambientes, como a Biodiversidade cultivada, embora este último não seja

significativamente diferente dentre os grupos. Porém, sistemas que apresentam Rentabilidade Monetária mediana, continuam apresentando IA elevado, isso pode ser explicado pela característica dos SPBA de obterem ganhos para a biodiversidade quando em sistemas de média intensidade produtiva, quando comparados a sistemas agrícolas convencionais de alta intensidade produtiva e alta introdução de insumos externos (Gabriel *et al.* 2013).

A reprodução ecológica do SPBA proporciona a manutenção da Biodiversidade cultivada mantida no mesmo, influenciando em caracteres ambientais, com a saúde do solo, onde níveis de nitrogênio e carbono no solo podem ser amplificados pelo cultivo consorciado e cobertura vegetal, desenvolvendo a absorção de nitrogênio pela rizosfera e promovem uma maior ciclagem destes e outros nutrientes, possibilitando maior desenvolvimento das comunidades micro bióticas associadas à rizosfera (Nwokolo *et al.* 2021; Pereira *et al.* 2022; Chen, Chen & Cao, 2023; Song *et al.* 2023; Omer *et al.* 2023), aumento a capacidade de Autonomia do SPBA em relação a mercados externos, bem como melhorando sua Responsividade a eventos extremos.

Ocorre ainda, pelo cultivo consorciado e diversificação da produção agrícola, o desenvolvimento estrutural do solo, desempenhando ganhos duradouros para as comunidades ali presentes, aprimorando a fertilidade natural do solo e a biodiversidade em sistemas agrícolas sustentáveis (Altieri *et al.* 2017; Escuerdo, Dominguez e Bedano, 2023). E ainda, em ambientes semiáridos, como é o caso dos focos deste estudo, Thapa *et al.* (2023) discutem que a cobertura vegetal, promovida pela diversificação de culturas, influencia no aumento do carbono orgânico total do solo. Evita-se então, por meio da Agroecologização do SPBA, uma redução da degradação do solo, que poderia reduzir a produtividade de ecossistemas, e ainda serviços ecossistêmicos que estes desempenham no meio, podendo gerar colapsos generalizados (Pacheco *et al.* 2018; Oliveira *et al.*, 2021). Em regiões semiáridas do mediterrâneo, Almargo *et al.* (2023) notaram que a implementação de uma maior diversidade agropecuária implica na capacidade de retenção de água do solo, bem como na quantidade de nitrogênio disponível e carbono orgânico total em seus experimentos.

Havendo uma necessidade de água para produção agrícola, e sendo também já sabido que a prática de estocar recursos hídricos é de grande

importância para produtores de regiões semiáridas (Lankford *et al.* 2023), o desenvolvimento de políticas públicas dentro do semiárido brasileiro promoveram a intensificação de métodos para combater a baixa pluviosidade e baixa retenção de água pelo solo, como a criação de cisternas de armazenamento para captação de água da chuva, as quais auxiliam tanto no desenvolvimento econômico, quanto no desenvolvimento social das famílias gestoras, promovendo assim, maiores níveis de Autonomia dos SPBA (ASA-Brasil, 2017). Bem como o incentivo ao uso da água de reuso no meio agrícola, como alternativa ao uso exacerbado de água potável em regiões de baixa precipitação, esses incentivos estão sendo bem aceitos pela população geral, o que implica numa melhor implantação de políticas públicas visando o reuso de água (Silva *et al.* 2023).

Recomenda-se a diversificação de sistemas agrícolas por meio do aumento do número de cultivares, bem como de vegetação não cultivada, no intuito de aumentar a biodiversidade, a qual pode substituir a introdução de certos insumos externos, tornando o ecossistema mais resiliente, agregando à capacidade de suporte do mesmo, e ainda ao aumento dos serviços ecossistêmicos promovidos (Tscharntke *et al.* 2005; Isbell *et al.* 2017; Zhang *et al.* 2023). Como encontrado por Letourneau *et al.* (2011), a diversificação vegetal em sistemas agrícolas implica em um aumento da biodiversidade geral da propriedade, bem como dos níveis de produção destes. A diversidade agropecuária é ainda aliada quando um fator físico pode se tornar limitante para a produção de monocultura, como é discutido por Falco & Chavas (2008).

5.2 Índice Agroecologização e Rentabilidade Monetária

A saúde de um SPBA, como discutido por Vega *et al.* (2020), não pode ser avaliada fora da esfera socioeconômica e cultural da família e/ou comunidade que pratica sua gestão. A estabilidade dos sistemas agrícolas promovida pelo elevado Índice Agroecologização implica em um gradual aumento da Rentabilidade Monetária, ao passo em que, com uma maior ciclagem de insumos dentro do sistema produzidos pelo próprio sistema e pela diversificação produtiva, há a diminuição da necessidade de inserção de insumos externos

dentro do sistema, diminuindo então o custeio destes insumos externos e aumentam a margem de lucro da família gestora do sistema.

Os sistemas de G1 são mais ecologicamente recíprocos ao mesmo tempo em que possuem alta renda monetária, já os sistemas de G2 possuem baixa renda monetária, porém com reciprocidade mediana a alta, os sistemas de G3 apresentam, ao mesmo tempo, baixa reciprocidade ecológica e rentabilidade monetária. A estratégia de reprodução do processo de trabalho é o principal fator de distinção entre os sistemas analisados. No G1 e G3, adotam-se estratégias técnicas, econômicas e ecológicas que articulam de forma indissolúvel a produção econômica à reprodução ecológica inserida na paisagem.

Isto significa que os bens ecológicos (fluxos de entrada) são mobilizados desde a esfera natural até a esfera social pelo processo de apropriação e transformação (fluxos internos), tornando-os mais autônomos e resilientes. Essas estratégias se materializam em um conjunto de práticas agroecológicas, que variam com o tempo em função das decisões das famílias em respostas às mudanças externas.

5.3 Análise de Componentes Principais

O modelo multivariado de PCA corroborou que há correlação entre o IA e a Rentabilidade Monetária SPBA. Um total 59,4% da interação dos sistemas é explicada pelo IA, Rentabilidade Monetária e os atributos sistêmicos Autonomia, Reciprocidade e Integração Social e Equidade de Gênero, uma vez que estes indicadores estão associados entre si, principalmente nos Grupos 1 e 3.

Esse resultado enfatiza que os caracteres citados são de suma importância para o desenvolvimento gradual e sustentável de sistemas de base agroecológica no semiárido brasileiro, promovendo a noção da viabilidade de SPBA enquanto autossustentáveis ecológica e economicamente, como verificado por Controneo, Walsh e Jacobo (2021) no Chaco argentino, ao mesmo tempo em que promovem reabilitação de áreas previamente degradadas por práticas agrícolas insustentáveis, sendo ainda promotores a socialização de comunidades agrícolas, influenciando no bem estar dos povos participantes e uma forte presença de movimentos socioambientais, divulgação científica e

criação de conceitos no campo científico (Gambart *et al.* 2020; Pérez-Marin *et al.* 2017; Valenzeula, 2016; Wezel *et al.* 2009).

5.4 Arranjo dos subsistemas nos SPBA

A menor frequência de subsistemas agrícolas que utilizam de remanescentes florestais, como Extrativismo, Caatinga e Mata, indica que ainda há pouca adoção da prática de conservação de matas nativas em propriedades agrícolas.

A atividade pecuária tem raízes históricas no semiárido brasileiro e ainda hoje é bastante abrangente na região, em sistemas agrícolas de base agroecológica ou não (IBGE, 2017), sendo assim, a presença, em frequência mediana, destes subsistemas nos grupos 2 e 3, já era esperada. Estes são subsistemas que necessitam da atividade de pastagem que, principalmente em altas intensidade, ou seja, sem manejo necessário, pode causar danos para a qualidade do solo local, aumentando os níveis de compressão do mesmo, limitando o crescimento vegetativo natural (Jeddi e Chaieb, 2010; Wang, Gao, Yang, 2022).

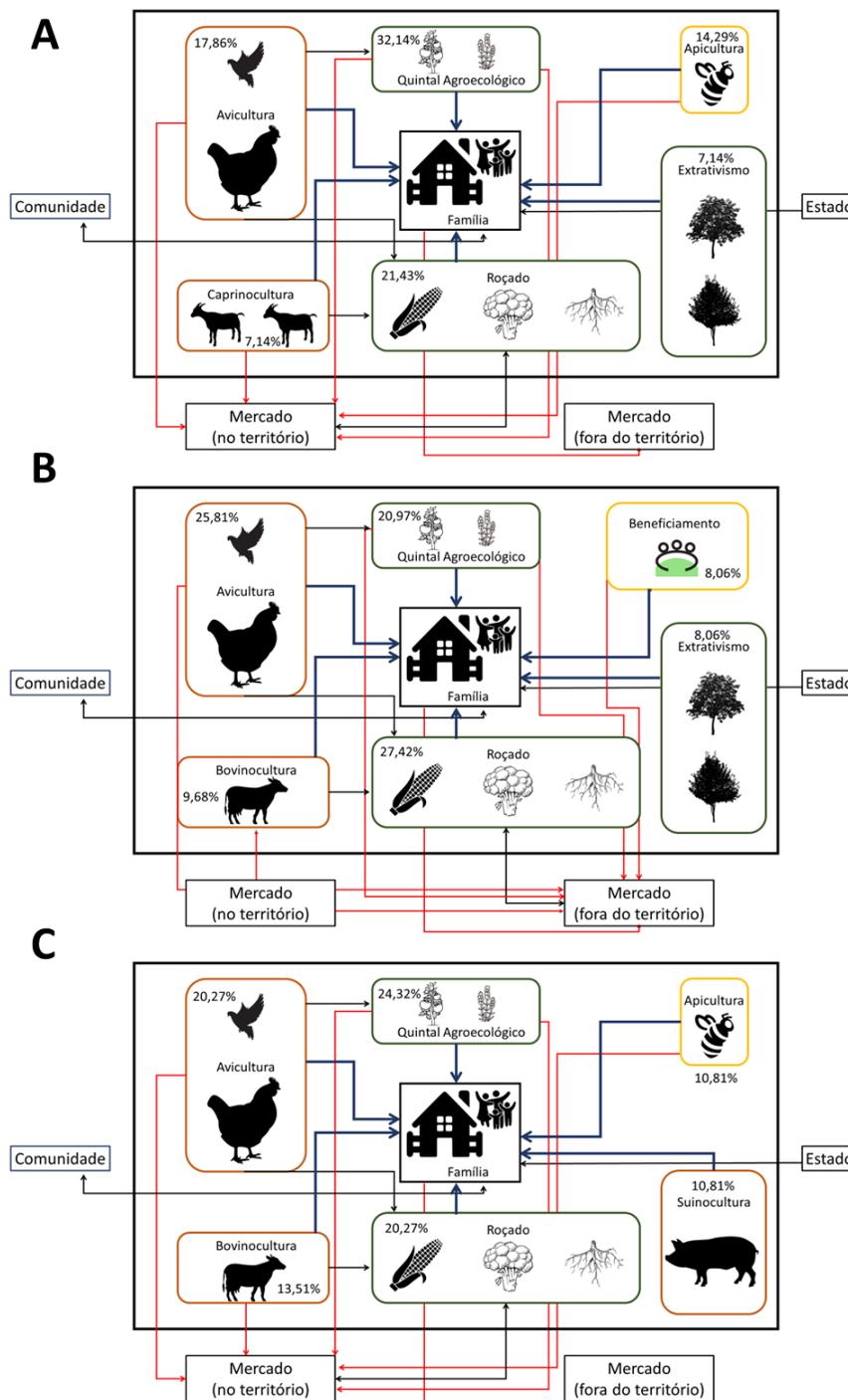
Com isso, semiárido sente as baixas iniciativas de proteção a sua biodiversidade, tanto em pequena, quanto em grande escala, pondo em risco uma alta quantidade de espécies endêmicas e ainda promovendo a degradação quase irreversível de ecossistemas (Oliveira *et al.*, 2012), sendo assim o desenvolvimento de uma agricultura de alta intensidade em ecossistemas prejudicados pode ser extremamente prejudicial para o meio ambiente (Van Butsic *et al.*, 2020; Gabriel *et al.*, 2013).

Assim, o delineamento da frequência certos subsistemas em grupos de maiores e menores níveis de IA e Rentabilidade Monetária nos ajuda a moldar sistemas agrícolas que possuem maior eficiência em diversos aspectos.

Neste sentido, a Figura 9 representa o modelo de sistema agrícola e os seis subsistemas mais frequentes dos Grupos, sendo o Grupo 1 e 3 com maiores níveis de IA e Rentabilidade Monetária, onde os subsistemas estão em conexão, provendo insumos uns aos outros e limitando a adição de insumos externos, promovendo a transformação de matéria prima, o consumo e reaproveitamento

dela, já o Grupo 2 se comporta como mais dependente do capital e insumos externos, com menor IA.

Figura 9: Diagrama esquematizando um sistema agrícola completo e evidenciando os seis subsistemas mais frequentes em cada grupo e a porcentagem de área que o subsistema ocuparia em um SPBA representante do grupo. Setas na cor azul representam a direção dos recursos a partir dos subsistemas para o núcleo de gestão, setas em vermelho representam direção do fluxo de insumos para o mercado (no território e fora dele), setas em preto representam insumos recebidos de fontes governamentais e doadas para a comunidade. **A:** Grupo 1; **B:** Grupo 2; **C:** Grupo 3.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

6 CONCLUSÃO

O desenvolvimento de práticas sustentáveis e ecologicamente recíprocas é de imprescindível importância para a preservação das funções de nossos ecossistemas, bem como a manutenção da vida humana. Com estes resultados se tem que o alinhamento positivo de práticas ecológicas com a rentabilidade monetária em sistemas de produção de base agroecológica é, além de possível, aplicável, e deve ser incentivado, principalmente em áreas que passam por limitações de recursos como água e qualidade de solo, como é o caso do Semiárido Brasileiro, e de outras regiões semiáridas no mundo.

Assim, o aumento da independência de sistemas de base agroecológica quanto a mercados de insumos externos deve ser promovido, ao passo que a escassez de recursos naturais se torna cada vez maior, a necessidade de reutilização dos recursos produzidos se torna cada vez mais importante dentro não apenas de semiárido brasileiro, mas em um sistema global.

A adoção de práticas agrícolas de cunho sustentável, abordando dimensões de diversidade agropecuária com intuito tanto de produção agrícola, como de autossuficiência do sistema é extrema importância para o desenvolvimento agrícola de mínimo impacto ambiental, enquanto ainda rentável financeiramente.

REFERÊNCIAS

- ASA-BRASIL. *Programa Uma Terra e Duas Águas (P1+2). Síntese dos Estudos de Caso do Território de Atuação do Coletivo Regional das Organizações da Agricultura Familiar do Cariri, Curimataú e Seridó Paraibanos*; ASA-BRASIL: Recife, Brasil, 2016; p. 26.
- ALMAGRO, María et al. The combination of crop diversification and no tillage enhances key soil quality parameters related to soil functioning without compromising crop yields in a low input rainfed almond orchard under semiarid Mediterranean conditions. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, [S.L.], v. 345, p. 108320, abr. 2023. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2022.108320>.
- ALTIERI, M. A. **Agroecology: The Science of sustainable agriculture**. 2. ed. Boulder: Westview Press, 1995.
- ALTIERI, M. A. The ecological role of biodiversity in agroecosystems. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, [S.L.], v. 74, n. 1-3, p. 19-31, jun. 1999. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s0167-8809\(99\)00028-6](http://dx.doi.org/10.1016/s0167-8809(99)00028-6).
- ALTIERI, M. et al. Technological Approaches to Sustainable Agriculture at a Crossroads: an agroecological perspective. **Sustainability**, [S.L.], v. 9, n. 3, p. 349, 27 fev. 2017. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/su9030349>.
- BERNARD, Barbara; LUX, Alexandra. How to feed the world sustainably: an overview of the discourse on agroecology and sustainable intensification. **Regional Environmental Change**, [S.L.], v. 17, n. 5, p. 1279-1290, 27 jul. 2016. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s10113-016-1027-y>.
- BRASIL. Lei Complementar nº 125, de 03 de janeiro de 2007. Institui o Código Civil. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, ano 2017, n. 232, p. 32-34, 5 dez. 2017.
- CALVO-ALVARADO, Julio et al. Neotropical Seasonally Dry Forests. **Encyclopedia Of Biodiversity**, [S.L.], p. 488-500, 2013. Elsevier. <http://dx.doi.org/10.1016/b978-0-12-384719-5.00354-3>.
- CHEN, X.; CHEN, J.; CAO, J. Intercropping increases soil N-targeting enzyme activities: a meta-analysis. **Rhizosphere**, [S.L.], v. 26, p. 100686, jun. 2023. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rhisph.2023.100686>.
- CONTRONEO, S. M.; WALSH, A.; JACOBO, E. J. Agroecology in semiarid Chaco forests of Argentina: transdisciplinary analysis of a sustainable peasant farm. **Agroecology And Sustainable Food Systems**, [S.L.], v. 45, n. 8, p. 1139-1164, 6 abr. 2021. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/21683565.2021.1887045>.

Conselho Internacional de Alimentos e Desenvolvimento Agrícola (BIFAD). **Meio Ambiente e Recursos Naturais: Estratégias para uma Agricultura Sustentável**. Washington, DC: Agência dos Estados Unidos para o Desenvolvimento Internacional, 1988.

Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. **Working Group II Contribution to the IPCC Sixth Assessment Report**, 2022 Climate-Data. **Dados climáticos para cidades mundiais**. Climate-Data.org, 2020. <https://pt.climate-data.org/>. Accessed 20 Nov 2022.

DE LA CRUZ S., Marco; DESSEIN, Joost. Beyond institutional bricolage: an intertwining approach to understanding the transition towards agroecology in peru. **Ecological Economics**, [S.L.], v. 187, p. 107091, set. 2021. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolecon.2021.107091>.

ESCUADERO, H. J.; DOMÍNGUEZ, A.; BEDANO, J. C. Large-scale ecologically-based farming systems foster earthworm communities and their contribution to ecosystem processes. **Applied Soil Ecology**, [S.L.], v. 185, p. 104800, maio 2023. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apsoil.2022.104800>.

EASTERLING, W.E.; AGGARWAL, P.K.; BATIMA, P.; BRANDER, K.M.; ERDA, L.; HOWDEN, S.M.; KIRILENKO, A., MORTON, J.; SOUSSANA, J.F.; SCHMIDHUBER, J.; TUBIELO, F.N. **Food, fiber, and forest products**. In: Climate Change, 2017. Impacts, adaptation, and vulnerability: contribution of working Group II to Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 273-313 p., 2007.

FALCO, S. di; CHAVAS, J.-P. Rainfall Shocks, Resilience, and the Effects of Crop Biodiversity on Agroecosystem Productivity. **Land Economics**, [S.L.], v. 84, n. 1, p. 83-96, 1 fev. 2008. University of Wisconsin Press. <http://dx.doi.org/10.3368/le.84.1.83>.

FORGY, E. Cluster Analysis of Multivariate Data: Efficiency versus Interpretability of Classifications. **Biometrics**, v. 21, p. 768-780, 1965.

FOSTER, J.B. A ecologia de Marx: materialismo e natureza. Rio de Janeiro: **Civilização Brasileira**, 2011.

GABRIEL, Doreen et al. Food production vs. biodiversity: comparing organic and conventional agriculture. **Journal Of Applied Ecology**, [S.L.], v. 50, n. 2, p. 355-364, 17 jan. 2013. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/1365-2664.12035>.

GAMBART, Clara et al. Impact and Opportunities of Agroecological Intensification Strategies on Farm Performance: a case study of banana-based systems in central and south-western uganda. **Frontiers In Sustainable Food Systems**, [S.L.], v. 4, 23 jun. 2020. Frontiers Media SA. <http://dx.doi.org/10.3389/fsufs.2020.00087>.

GLIESSMAN, S. R. 3 Sustainable agriculture: an agroecological perspective. **Advances In Plant Pathology**, [S.L.], p. 45-57, 1995. Elsevier. [http://dx.doi.org/10.1016/s0736-4539\(06\)80005-x](http://dx.doi.org/10.1016/s0736-4539(06)80005-x).

IBGE- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário 2017 - resultados definitivos**, Rio de Janeiro: IBGE, outubro de 2019. Disponível em: < <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2017/resultados-definitivos>>

ISBELL, Forest et al. Benefits of increasing plant diversity in sustainable agroecosystems. **Journal Of Ecology**, [S.L.], v. 105, n. 4, p. 871-879, 19 jun. 2017. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/1365-2745.12789>.

JEDDI, K.; CHAIEB, M. Changes in soil properties and vegetation following livestock grazing exclusion in degraded arid environments of South Tunisia. **Flora - Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants**, [S.L.], v. 205, n. 3, p. 184-189, jan. 2010. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.flora.2009.03.002>.

JONES, P; THORNTON, P. The potential impacts of climate change on maize production in Africa and Latin America in 2055. **Global Environmental Change**, [S.L.], v. 13, n. 1, p. 51-59, abr. 2003. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s0959-3780\(02\)00090-0](http://dx.doi.org/10.1016/s0959-3780(02)00090-0).

KASSAMBARA A., MUNDT, F. **factoextra: Extraia e Visualize Resultados de Análises de dados Multivariadas**. Pacote R versão 1.0.7, 2020, <<https://CRAN.R-project.org/package=factoextra>>.

KASSAMBARA, A. **ggpubr: 'ggplot2' Based Publication Ready Plots**. Pacote R versão 0.6.0, 2023. <<https://CRAN.R-project.org/package=ggpubr>>.

KERR, Rachel Bezner et al. Agroecology as a transformative approach to tackle climatic, food, and ecosystemic crises. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, [S.L.], v. 62, p. 101275, jun. 2023. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cosust.2023.101275>.

LANKFORD, Bruce et al. Irrigation area, efficiency and water storage mediate the drought resilience of irrigated agriculture in a semi-arid catchment. **Science Of The Total Environment**, [S.L.], v. 859, p. 160263, fev. 2023. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.160263>.

LETOURNEAU, Deborah K. et al. Does plant diversity benefit agroecosystems? A synthetic review. **Ecological Applications**, [S.L.], v. 21, n. 1, p. 9-21, jan. 2011. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1890/09-2026.1>.

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

MARTINEZ-ALIER, J. Perfis metabólicos dos países e conflitos de distribuição ecológica. In: MIRANDA, A.; BARCELLOS, C.; MOREIRA, J.C.; MONKEN, M.

(orgs.). **Território, ambiente e saúde**. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2008, p. 117-141.

NWOKOLO, Nwabunwanne Lilian et al. The contributions of biotic lines of defence to improving plant disease suppression in soils: a review.

Rhizosphere, [S.L.], v. 19, p. 100372, set. 2021. Elsevier BV.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.rhisph.2021.100372>.

OLIVEIRA, Andreza de Freitas Nunes et al. Long-term effects of grazing on the biological, chemical, and physical soil properties of the Caatinga biome.

Microbiological Research, [S.L.], v. 253, p. 126893, dez. 2021. Elsevier BV.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.micres.2021.126893>.

OLIVEIRA, Guilherme de et al. Conserving the Brazilian semiarid (Caatinga) biome under climate change. **Biodiversity And Conservation**, [S.L.], v. 21, n. 11, p. 2913-2926, 5 ago. 2012. Springer Science and Business Media LLC.

<http://dx.doi.org/10.1007/s10531-012-0346-7>.

OMER, Mohammed et al. Agricultural practices influence biological soil quality indicators in an irrigated semiarid agro-ecosystem. **Pedobiologia**, [S.L.], v. 96, p. 150862, mar. 2023. Elsevier BV.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.pedobi.2022.150862>.

PACHECO, Fernando António Leal et al. Land degradation: multiple environmental consequences and routes to neutrality. **Current Opinion In Environmental Science & Health**, [S.L.], v. 5, p. 79-86, out. 2018. Elsevier BV.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.coesh.2018.07.002>.

PENNINGTON, R. Toby et al. Woody Plant Diversity, Evolution, and Ecology in the Tropics: perspectives from seasonally dry tropical forests. **Annual Review Of Ecology, Evolution, And Systematics**, [S.L.], v. 40, n. 1, p. 437-457, 1 dez. 2009. Annual Reviews.

<http://dx.doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.110308.120327>.

PEREIRA, Arthur Prudêncio de Araujo et al. Land degradation affects the microbial communities in the Brazilian Caatinga biome. **Catena**, [S.L.], v. 211, p. 105961, abr. 2022. Elsevier BV.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.catena.2021.105961>.

PÉREZ-MARIN, Aldrin M. et al. Agroecological and Social Transformations for Coexistence with Semi-Aridity in Brazil. **Sustainability**, [S.L.], v. 9, n. 6, p. 990, 8 jun. 2017. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/su9060990>.

PEREZ-MARIN, Aldrin Martin et al. Monitoring Desertification Using a Small Set of Biophysical Indicators in the Brazilian Semiarid Region. **Sustainability**, [S.L.], v. 14, n. 15, p. 9735, 8 ago. 2022. MDPI AG.

<http://dx.doi.org/10.3390/su14159735>.

PETERSEN, P.; SILVEIRA, L. M. da; FERNANDES, G. B.; ALMEIDA, S. D. de. **Método de análise econômico-ecológica de Agroecossistemas**. Rio de Janeiro: AS-PTA, 2017. 246 p.

POHLERT, T. **PMCMRplus: Calculate Pairwise Multiple Comparisons of Mean Rank Sums Extended**. Pacote R versão 1.9.6, 2022, <<https://CRAN.R-project.org/package=PMCMRplus>>.

RAHMAN, S.; ANIK, A. R. Productivity and efficiency impact of climate change and agroecology on Bangladesh agriculture. **Land Use Policy**, [S.L.], v. 94, p. 104507, maio 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.104507>.

RITO, Kátia F. et al. Precipitation mediates the effect of human disturbance on the Brazilian Caatinga vegetation. **Journal Of Ecology**, [S.L.], v. 105, n. 3, p. 828-838, 5 jan. 2017. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/1365-2745.12712>.

ROSENZWEIG, C.; HILLEL, D. **Climate Variability and the Global Harvest: impacts of el niño and other oscillations on agro-ecosystems**. Nova York: Oxford University Press, 2008.

SERKENDIZ, Hıdır *et al.* Multidimensional assessment of agricultural drought vulnerability based on socioeconomic and biophysical indicators. **International Journal Of Disaster Risk Reduction**, [S.L.], v. 98, p. 104121, nov. 2023. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijdrr.2023.104121>.

SCHERR, S. J.; YADAV, S. N. Degradación de tierras en el mundo en desarrollo: asuntos de interés y opciones de política para el año 2020. Washington, DC: **International Food Policy Research Institute (IFPRI)**, 1996.

SILVA, Juliano Rezende Mudadu et al. Greywater as a water resource in agriculture: the acceptance and perception from Brazilian agricultural technicians. **Agricultural Water Management**, [S.L.], v. 280, p. 108227, abr. 2023. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.agwat.2023.108227>.

Silva, J. M. C., Leal, I. R., & Tabarelli, M. (Eds.). **Caatinga: The largest tropical dry forest region in South America**. Cham, Switzerland: Springer International Publishing, 2017.

SILVA, Roberto Marinho Alves da et al. Características produtivas e socioambientais da agricultura familiar no Semiárido brasileiro: evidências a partir do censo agropecuário de 2017. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, [S.L.], v. 55, p. 314, 17 dez. 2020. Universidade Federal do Paraná. <http://dx.doi.org/10.5380/dma.v55i0.73745>.

SONG, Tiejun et al. Soil water conditions together with plant nitrogen acquisition strategies control vegetation dynamics in semi-arid wetlands undergoing land management changes. **Catena**, [S.L.], v. 227, p. 107115, jun. 2023. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.catena.2023.107115>.

TOLEDO, V. M. The ecological rationality of peasant production. In: ALTIERI, M.; HECHT, S. B. **Agroecology and small farm development**. Ann Arbor, MI: CPR Press, 1990, p. 53-60.

THAPA, Vesh R. et al. Soil organic carbon sequestration potential of conservation agriculture in arid and semi-arid regions: a review. **Journal Of Arid Environments**, [S.L.], v. 217, p. 105028, out. 2023. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jaridenv.2023.105028>.

TSCHARNTKE, Teja et al. Landscape perspectives on agricultural intensification and biodiversity – ecosystem service management. **Ecology Letters**, [S.L.], v. 8, n. 8, p. 857-874, 23 jun. 2005. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1461-0248.2005.00782.x>.

UNCCD. United Nations Convention to Combat Desertification. **Climate change and desertification: anticipating, assessing & adapting to future change in drylands**. Impulse report for the 3° UNCCD Scientific conference. [Mark, S and Lindsay C.S (eds)]. UNCCD, Agropolis International, Cancún, Mexico, 2015. 140p.

VALENZUELA, H. Agroecology: a global paradigm to challenge mainstream industrial agriculture. **Horticulturae**, [S.L.], v. 2, n. 1, p. 2, 16 mar. 2016. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/horticulturae2010002>.

VAN BUTSIC, et al. Aligning biodiversity conservation and agricultural production in heterogeneous landscapes. **Ecological Applications**, [S.L.], v. 30, n. 3, 10 jan. 2020. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1002/eap.2057>.

VEGA, Damián et al. Revising the concept of crop health from an agroecological perspective. **Agroecology And Sustainable Food Systems**, [S.L.], v. 44, n. 2, p. 215-237, 24 jul. 2019. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/21683565.2019.1643436>.

VENDRUSCOLO, Jhony et al. Monitoring desertification in semiarid Brazil: using the desertification degree index (DDI). **Land Degradation & Development**, [S.L.], v. 32, n. 2, p. 684-698, 28 set. 2020. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1002/ldr.3740>.

WANG, X.; GAO, R.; YANG, X. Responses of soil moisture to climate variability and livestock grazing in a semiarid Eurasian steppe. **Science Of The Total Environment**, [S.L.], v. 781, p. 146705, ago. 2021. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.146705>.

WEZEL, A. et al. Agroecology as a science, a movement and a practice. A review. **Agronomy For Sustainable Development**, [S.L.], v. 29, n. 4, p. 503-515, dez. 2009. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1051/agro/2009004>.

WICKHAM, Hadley et al. Welcome to the Tidyverse. **Journal Of Open Source Software**, [S.L.], v. 4, n. 43, p. 1686, 21 nov. 2019. The Open Journal. <http://dx.doi.org/10.21105/joss.01686>.

ZHANG, Yuanming et al. Challenges and solutions to biodiversity conservation in arid lands. **Science Of The Total Environment**, [S.L.], v. 857, p. 159695, jan. 2023. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.159695>.

**APÊNDICE A – LISTA DE ATRIBUTOS SISTÊMICOS DE
AGROECOLOGIZAÇÃO**

Atributo	Parâmetro	Critério
Autonomia	Terra de terceiros	Autonomia quanto ao uso de terras sob regimento de aluguel, arrendamento e meação etc.
	Sementes, mudas, material propagativo	Autonomia quanto à aquisição dos recursos genéticos utilizados nos cultivos e criatórios do sistema
	Água	Autonomia quanto à aquisição de água para os diferentes consumos no sistema.
	Fertilizantes	Autonomia quanto a insumos adquiridos nos mercados para a reposição da fertilidade do solo.
	Forragem	Autonomia quanto as fontes de alimentação animal adquiridas nos mercados.
	Trabalho de terceiros	Autonomia quanto à contratação de serviços de terceiros para a execução de atividades ligadas à gestão do agroecossistema.
	Autoabastecimento alimentar	Nível de abastecimento alimentar (em quantidade, qualidade e diversidade) da gestão do sistema com a produção gerada no próprio sistema e/ou com a produção doada por membros da comunidade por meio de relações de reciprocidade.
	Equipamentos/Infraestrutura	Elementos artificiais do capital fundiário e do capital fixo do agroecossistema.
	Força de Trabalho	Disponibilidade quantitativa e qualitativa da força de trabalho do sistema efetivamente alocada na gestão do sistema.
	Disponibilidade de forragem/ração	Volume de biomassa forrageira produzida no sistema.
	Fertilidade do solo	Qualidades químicas, físicas e biológicas dos solos trabalhados pela gestão do sistema.
	Disponibilidade de água	Disponibilidade hídrica para o atendimento das diferentes demandas de consumo no sistema (humano, pecuário e agrícola).
	Biodiversidade	Contempla tanto a biodiversidade

		planejada (diversidade de espécies cultivadas e criadas), como a biodiversidade associada (diversidade de espécies espontâneas/silvestres).
	Disponibilidade de terra	Dotação territorial do agroecossistema, ou seja, o espaço ambiental no qual a gestão do sistema se apropria de bens e serviços ecológicos para convertê-los em bens econômicos.
Responsividade	Biodiversidade planejada e associada	Diversidade, adaptabilidade e funções ecológicas dos recursos genéticos animais e vegetais mantidos no agroecossistema.
	Diversidade de mercados acessados	Variedade de circuitos mercantis utilizados para escoar a produção do agroecossistema.
	Diversidade de rendas agrícolas e não agrícolas	Itens que compõem a renda agrícola (monetárias e não monetárias) e rendas geradas por trabalhos não agrícolas.
	Estoque de insumos	Recursos produtivos estocados no agroecossistema para serem empregados nos ciclos produtivos subsequentes.
	Estoques vivos	Estoques em pé presentes no agroecossistema.
Integração social	Participação em espaços político-organizativos	Nível de interação de um ou mais membros da gestão do sistema em organizações de caráter político-organizativo.
	Acesso a políticas públicas	Grau de acesso a recursos redistribuídos pelo Estado por meio de políticas públicas.
	Participação em redes sociotécnicas de aprendizagem	Interação de um ou mais membros da gestão do sistema em processos de aprendizagem diretamente relacionados à qualificação do trabalho realizado na gestão do agroecossistema.
	Participação em espaços de gestão de bens comuns	Interação de um ou mais membros da gestão do sistema em ações coletivas voltadas à gestão de bens comuns em âmbito comunitário ou territorial.
Equidade de gênero	Divisão sexual do trabalho doméstico e cuidados	Nível de simetria na divisão das tarefas domésticas e de cuidados entre homens e mulheres adultas no sistema.
	Participação nas decisões de gestão do sistema	Nível de simetria entre homens e mulheres no processo decisório relacionado às estratégias de

		estruturação e de manejo do agroecossistema, bem como sobre as atividades de comercialização.
	Participação em espaços socio-organizativos	Grau de equidade na participação de homens e mulheres em organizações (formais e informais), redes e movimentos sociais.
	Apropriação da riqueza gerada no sistema	Grau de equidade entre homens e mulheres na apropriação e no poder de decisão sobre a destinação da renda gerada pelo trabalho da gestão do sistema no sistema.
	Acesso a políticas públicas	Equidade entre homens e mulheres no acesso autônomo e/ou no poder de decisão sobre o uso dos recursos redistribuídos por meio das políticas públicas.
Protagonismo da Juventude	Participação em espaços de aprendizagem	Grau de envolvimento de jovens da gestão do sistema em espaços (formais e/ou informais) de educação e de formação profissional.
	Participação nas decisões de gestão do sistema	Grau de envolvimento de jovens da gestão do sistema nas decisões estratégicas relacionadas à estruturação e ao manejo do agroecossistema e dos processos de comercialização da produção.
	Participação em espaços político-organizativos	Grau de envolvimento de jovens da gestão do sistema em organizações (formais e informais), redes e movimentos sociais.
	Acesso a políticas públicas	Nível de acesso autônomo e/ou na participação na decisão sobre o uso dos recursos de políticas públicas, pelos(as) jovens da gestão do sistema.
	Autonomia financeira	Grau de autonomia de jovens da gestão do sistema na gestão de atividades produtivas, bem como o nível de apropriação da renda monetária gerada pelo seu trabalho.