



**BRAZILIAN JOURNAL OF
AGROECOLOGY AND
SUSTAINABILITY**



**V.7 N.1 (2025)
E-ISSN: 2675- 1712**



**UNIVERSIDADE
FEDERAL RURAL
DE PERNAMBUCO**

EDITOR CHEFE

Dr. Luciano Pires de Andrade

Universidade Federal Rural de Pernambuco - Brasil

EDITOR ASSISTENTE

Dra. Valcilene Rodrigues da Silva

Universidade Federal do Agreste de Pernambuco - Brasil

EDITORES SETORIAIS

AGROECOLOGIA E SUSTENTABILIDADE

PhD. Xavier Simón Fernandez

Universidade de Vigo- Espanha

PhD. Manuela Abelho

Instituto Politécnico de Coimbra- Portugal

CLIMA E RECURSOS HÍDRICOS

Dr. Lucivânio Jatobá de Oliveira

Universidade Federal de Pernambuco- Brasil

TECNOLOGIAS AMBIENTAIS

Dra. Suzana Pedroza da Silva

*Universidade Federal do Agreste de Pernambuco -
Brasil*

AMBIENTE E SOCIEDADE

Dr. Renato José Reis Molica

*Universidade Federal do Agreste de Pernambuco-
Brasil*

PhD. Marta Alexandra dos Reis Lopes

Universidade de Coimbra- Portugal

EDITORES DE VERNÁCULO

Dr. Oséas Bezerra Vianna Júnior

Universidade Federal Rural de Pernambuco - Brasil

Dra. Izabel Souza do Nascimento

Universidade Federal do Rio Grande do Norte - Brasil

EDITOR DE ESTATÍSTICA

Dr. Romero Luiz Mendonça Sales Filho

Universidade Federal do Agreste de Pernambuco - Brasil

EDITORA DE NORMALIZAÇÃO

MSc. Jaciara Maria Félix

Universidade Federal do Agreste de Pernambuco - Brasil

EDITOR DE LAYOUT

Mário Melquiades Silva dos Anjos

Universidade Federal Rural de Pernambuco - Brasil

EDITORES ASSISTENTE JR

Esp. Lucas Talvane Ferreira Carvalho

Universidade Federal do Agreste de Pernambuco - Brasil

Gisely Francelina do Vale Silva

Universidade Federal do Agreste de Pernambuco - Brasil

CAPA

Dra. Horasa Maria Lima da Silva Andrade

Universidade Federal do Agreste de Pernambuco - Brasil



**BRAZILIAN JOURNAL OF
AGROECOLOGY AND
SUSTAINABILITY**



**UNIVERSIDADE
FEDERAL RURAL
DE PERNAMBUCO**

SUMÁRIO

1- Juventude rural e acesso à Educação: Estudo sobre a trajetória escolar de jovens da comunidade Pirajá (Currais-Pi)	4
2- Práticas Agroecológicas no Semiárido como alternativa à degradação ambiental nordestino	20
3- Aplicação da função Cobb- Douglas para análise de produtividade no setor de flores e plantas ornamentais no Brasil.....	41
4- Indicadores ambientais em propriedades agrofamiliares: uma análise de componentes principais	59

**Juventude Rural e Acesso à Educação: Estudo sobre a Trajetória Escolar de Jovens da
Comunidade Pirajá (Currais-PI)**

**Rural Youth and Access to Education: A Study on the School Trajectory of Youth from
the Community of Pirajá, in Currais, Piauí, Brazil**

Patrícia Siqueira Costa¹, Antonio Lucas Cordeiro Feitosa²

DOI: 10.52719/bjas.v7i1.7989

Resumo

Muitos dos estudos sobre juventude rural abordam a educação como uma dimensão central da vivência social e compreensão da trajetória desses sujeitos. A partir dessa literatura e de vivências pessoais da primeira autora, realizou-se pesquisa sobre estas temáticas no contexto de uma comunidade rural do interior do Piauí, da qual ela é originária. Assim, este artigo objetiva compreender a relação entre acesso à educação e permanência no campo entre jovens da comunidade rural Pirajá, em Currais-PI. A pesquisa empregou abordagem qualitativa e utilizou entrevistas semiestruturadas com quatro jovens da referida comunidade, além de dados secundários sobre o município. Os resultados revelam que o fechamento ou ausência de escolas no campo força muitos jovens rurais a migrarem para as cidades em busca de oportunidades educacionais. Na continuidade de estudo, os jovens enfrentam desafios significativos, como a falta de infraestrutura e recursos educacionais. Além disso, a pesquisa destaca a urgência de políticas públicas que priorizem a educação do campo, visando garantir a manutenção e criação de escolas que atendam às necessidades dos jovens, a fim de reverter o ciclo de desvalorização da vida rural e promover um ambiente que permita aos jovens permanecerem em suas localidades.

Palavras-chave: Juventude. Educação. Migração rural-urbana. Trajetória.

Abstract

Most studies on rural youth address education as a central dimension of their social experience and understanding of the trajectory. Drawing on this literature and the first author's personal experiences, research on these topics was conducted in the context of a rural community in the interior of the state of Piauí, in Brazil, where she is from. Thus, this article aims to understand the relationship between access to education and rural permanence among young people from the rural community of Pirajá, in Currais, Piauí. The research employed a qualitative approach and used semi-structured interviews with four young people from the Pirajá community, as well as secondary data about the municipality. The results demonstrate that the closure or absence of rural schools forces many rural youths to migrate to cities in search of educational opportunities. While continuing their studies, they face significant challenges, such as a lack of infrastructure and educational resources. Furthermore, the research highlights the urgency of public policies that prioritize rural education, aiming to ensure the maintenance and construction of schools that meet the needs of young people, in order to reverse the cycle of¹ devaluation of rural life and foster an environment that allows young people to remain in their places of origin.

Keywords: Youth. Education. Rural-to-Urban Migration. School Trajectory.

¹ Universidade Federal do Piauí, Piauí, Brasil, antonio.feitosa@ufpi.edu.br

² Universidade Federal do Piauí, Piauí, Brasil, patriciasiqueira405@gmail.com

Introdução

A juventude rural, frequentemente invisibilizada nos estudos e nas políticas públicas, enfrenta desafios únicos que refletem complexidades e especificidades de sua realidade. Como discutido por Maria José Carneiro (2008)² e outros autores, essa invisibilidade dificulta a formulação de políticas que atendam de forma adequada às necessidades e expectativas dos jovens que vivem no campo.

No contexto da comunidade rural de Pirajá, situada no município de Currais, sul do Piauí, observa-se um cenário em que, apesar de melhorias na infraestrutura (como a construção de estradas e o acesso à eletricidade e à internet), persiste uma significativa migração de jovens para centros urbanos. Essa movimentação é impulsionada pela escassez de oportunidades educacionais e de trabalho na localidade, o que leva muitos a buscar alternativas em cidades vizinhas, como Bom Jesus-PI, e na própria sede urbana de Currais.

Quando os jovens da referida comunidade não adotam a migração como estratégia de continuação dos estudos, eles acabam interrompendo suas trajetórias escolares. A primeira autora deste artigo cresceu em Pirajá e lá iniciou sua trajetória escolar, mas teve que sair do campo para concluir o ensino básico, ingressar e cursar a graduação.

Diante disso, este estudo tem como objetivo compreender a relação entre acesso à educação e permanência no campo na trajetória de vida de jovens rurais da comunidade Pirajá, em Currais-PI³. Com isso, espera-se contribuir com a discussão sobre juventude rural no Nordeste, mais especificamente no interior do Piauí, alinhando-se a trabalhos como os de Valéria Silva e Maria Aparecida Milanez Cavalcante (Silva, 2016; Cavalcante & Silva, 2016), que investigaram a realidade de jovens rurais nos municípios de Sebastião Leal-PI e Castelo do Piauí-PI, e de outras autoras que estudaram outros contextos nordestinos (Paulo, 2014, 2018; Silva et al., 2016; Silva & Menezes, 2007; Oliveira & Rios, 2024).

Ao abordar as experiências vividas por jovens da comunidade Pirajá, este estudo busca não apenas contribuir para preencher lacunas na literatura sobre juventude rural, mas também provocar debates públicos e a formulação de políticas públicas que possam promover o acesso à educação, o desenvolvimento e a permanência dos jovens em suas comunidades.

² Como forma de facilitar a identificação de autoria, sobretudo feminina, sempre que possível, na primeira entrada de citação ou paráfrase de cada autor(a) o seu nome completo será informado

³ Este artigo é uma versão revisada e atualizada do Trabalho de Conclusão de Curso da primeira autora (Costa, 2025), que foi orientada pelo segundo autor.

Os resultados aqui apresentados e analisados são fruto, sobretudo, de entrevistas semiestruturadas realizadas em agosto de 2024 com dois jovens e duas jovens de Pirajá. Com as entrevistas, buscou-se identificar as dificuldades enfrentadas pelos jovens ao longo de suas trajetórias escolares. Assim, o foco não recaiu sobre a quantidade de jovens entrevistados, mas na qualidade das informações reunidas, de modo que permitissem uma compreensão aprofundada das suas trajetórias de vida. O cotejamento desses dados com outros estudos realizados no sudoeste piauiense, e mesmo sobre juventude rural em outros contextos, possibilita evidenciar questões que demandam análises mais amplas e aprofundadas e políticas públicas mais eficientes.

Para realização das entrevistas, foram selecionados jovens de acordo com os seguintes critérios: terem passado parte da infância na comunidade Pirajá e estudado na escola local antes de se deslocarem para instituições de ensino mais distantes, seja em áreas rurais ou urbanas; terem pais que ainda residem na comunidade; e terem conseguido concluir no mínimo o ensino médio.

O estudo seguiu rigorosamente as orientações éticas para pesquisas com seres humanos, adotando o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), que foi assinado por todos os interlocutores entrevistados. Este termo esclareceu os objetivos da pesquisa, a importância da contribuição de cada entrevistado e os procedimentos éticos adotados. Além disso, para proteger a identidade dos participantes, foi acordado no TCLE que nomes fictícios seriam utilizados na identificação de dados e trechos citados das entrevistas. Para análise das entrevistas, foram transcritos e agrupados por tema os trechos mais significativos das respostas de cada um às respectivas perguntas. Nas transcrições, buscou-se preservar a oralidade das falas no momento em que foram captadas em áudio.

Para enriquecer a análise, a pesquisa também incorporou dados secundários, como aqueles disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2024, 2025), pelo portal Atlas Brasil (2024), por uma agente comunitária de saúde da comunidade, entre outros.

Na seção seguinte, apresentamos o contexto de realização da pesquisa, seguido da análise dos dados primários e secundários, focando nas experiências dos quatro jovens entrevistados.

O município de Currais e a comunidade Pirajá

Para pesquisarmos sobre juventudes em comunidades rurais, é necessário compreender, primeiramente, as dinâmicas sociais que se fazem presentes nos espaços rurais, aqui

compreendidos como realidades que extrapolam o setor agrícola. Conforme Maria de Assunção Lima de Paulo:

É importante, no entanto, salientar que no interior do mundo rural, as várias configurações sociais irão ser responsáveis por diferentes vivências de juventude. Neste sentido, só é possível compreender a juventude rural a partir da compreensão do meio rural no qual ela está inserida e das múltiplas condições sociais decorrentes da construção social, política e econômica desse meio (Paulo, 2014, p. 234).

Assim, aqui é necessário apresentar o contexto de que trata este estudo. A pesquisa foi desenvolvida na comunidade Pirajá, que está situada no município de Currais-PI, ficando distante cerca de 30 quilômetros da sede urbana. Currais localiza-se a 613 quilômetros de Teresina, capital do estado, na região sudoeste piauiense. Antes da emancipação política do município, em 1994, ele fazia parte do município vizinho, Bom Jesus-PI, com o qual os curralenses ainda mantêm muitos vínculos e que possui uma centralidade (Alves & Rolim, 2015) econômica, educacional e de serviços públicos e privados para a região. Segundo o Censo Demográfico de 2022, naquele ano Currais tinha 4.854 habitantes (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [IBGE], 2024), sendo que 69,65% da população residia na zona rural.

O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) de Currais demonstrou um aumento significativo (de 59,88%) entre os anos de 2000 (0,339) e 2010 (0,542), enquanto o IDHM do estado do Piauí passou de 0,484 para 0,646, um crescimento de 33,47% no mesmo período (Atlas Brasil, 2024). O valor do índice municipal ainda posicionava Currais na faixa de “baixo” IDHM (de 0,500 a 0,599 – quanto mais próximo de 1,000, maior o desenvolvimento humano)⁴.

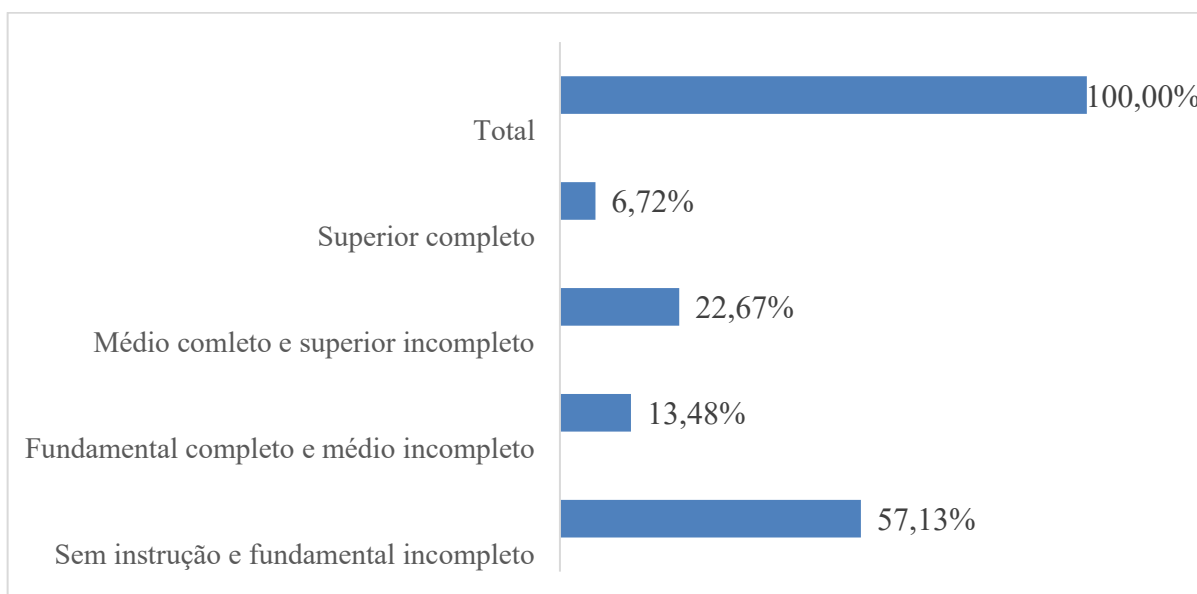
Ao analisar as três dimensões que compõem o IDHM, observa-se que entre 2000 e 2010 o IDHM Educação de Currais apresentou a maior alteração (182,58%), passando de 0,155 para 0,438. Já o IDHM Renda registrou uma variação de 21,59% (de 0,403 para 0,490), enquanto o IDHM Longevidade teve um aumento de 19,65%, passando de 0,621 para 0,743 (Atlas Brasil, 2024).

Os dados do Censo Demográfico de 2022 sobre os níveis de instrução em Currais mostram uma realidade preocupante em relação à educação da população com 18 anos ou mais de idade, conforme ilustrado na Figura 1, abaixo.

⁴ Atualmente, o Atlas Brasil só apresenta dados até o ano de 2010.

Figura 1

Níveis de instrução da população com 18 anos ou mais de idade em Currais-PI, em 2022.



Fonte: adaptado de IBGE (2025 [2022]).

Destaca-se na Figura 1 a alta porcentagem (57,13%) de pessoas que se encontravam na categoria sem instrução e fundamental incompleto.

No que diz respeito ao número de pessoas com 15 anos ou mais de idade alfabetizadas ou não no município em 2022, das 3.693 curralenses nessa faixa etária, 2.932 (79,39%) eram alfabetizadas e 761 (20,61%) não eram alfabetizadas (IBGE, 2025).

Conforme dados levantados junto a agente comunitária de saúde de Pirajá, a comunidade tem cerca de 48 famílias cadastradas junto ao serviço de atendimento. Entre elas há 35 jovens que residem no local, alguns dos quais já se casaram e trabalham nas fazendas de produção agrícola do entorno e que integram a agricultura em larga escala desenvolvida no sudoeste do Piauí, voltada principalmente para o agronegócio e a produção de grãos em grandes extensões de terra (Jesus & Fabrini, 2017). Outros jovens permanecem com suas famílias, trabalhando na colheitas de milho, feijão, mandioca e outras culturas. Essas atividades integram a agricultura camponesa, caracterizada por pequenas propriedades e técnicas tradicionais. Além disso, algumas famílias se dedicam à criação de gado, galinhas, porcos e outros animais, atividades essenciais para o modo de vida e economia local.

Além dos jovens que permanecem na comunidade, outros residem em Bom Jesus para trabalhar ou estudar, retornando à Pirajá aos fins de semana e feriados.

Com o passar dos anos, a comunidade teve algumas mudanças e melhorias em alguns quesitos, como pode ser observado nas estradas que foram feitas, no acesso à eletricidade e internet, facilitando a comunicação dos moradores. Mesmo com essas mudanças, observa-se a migração dos jovens para outras áreas fora da comunidade. Para algumas pessoas de Pirajá, muitas dessas migrações ocorrem pela falta de oportunidades educacionais no próprio município.

A pesquisa realizada por João Benedito Fernandes da Costa (2018) mostrou que a única escola que existia na comunidade Pirajá foi fechada no ano de 2009. Mantida pelo município, a Unidade Escolar Antônio Alves de Sousa foi construída em 1981. Como afirma Costa (2018, p. 04): “O fechamento da escola causou muita revolta na comunidade, ao transferir seus filhos para outras escolas. Os moradores sabem que havia grande dificuldade em fazer remanejamento e até mesmo deslocar para outra cidade”.

O fechamento das escolas do campo configura um problema significativo para a comunidade⁵. A pesquisa de David Gonçalves Borges (2017), realizada em 2014, apresenta dados de oito alunos prejudicados pelo fechamento de uma escola do campo no município de Currais, representando 0,11% do total de alunos afetados no Piauí e 0,27% do total de 377 escolas fechadas no estado⁶.

Para Borges (2017), o fechamento dessas escolas está diretamente relacionado à política de nucleação, na qual os alunos são transferidos para estudar em comunidades rurais mais populosas (deslocamento campo-campo) ou na sede urbana dos seus municípios (deslocamento campo-cidade). Para facilitar esse deslocamento, as prefeituras disponibilizam ônibus ou outros meios de transporte, nem sempre adequados ou suficientes para a demanda existente.

Após o fechamento da Escola Antônio Alves de Sousa, foi necessário que os alunos e professores da comunidade Pirajá se deslocassem para a Escola Municipal Joaquim Fernandes de Castro, localizada no povoado Delícia, ainda em Currais e distante cerca de 8 km de Pirajá.

⁵ Segundo pesquisa de Jânio Ribeiro dos Santos (2024), entre 1996 e 2022 foram fechadas 150.173 escolas públicas situadas no campo no Brasil. A região Nordeste foi a mais afetada, concentrando 47,09% das escolas extintas. Ainda segundo o autor, o Piauí ocupa a 8ª posição nacional nesse ranking, com taxa de extinção de 4,70% ou de 7.052 escolas fechadas. No estado, observa-se que a região sudoeste, em que se encontra o município de Currais, foi a que teve a segunda maior taxa de fechamento (29,01%), ficando atrás apenas da região Sudeste (29,74%).

⁶ Os dados da pesquisa do autor dizem respeito ao ano de 2014, não sendo possível afirmar que a escola foi fechada no mesmo ano.

Contando com o auxílio de ônibus escolar, essa escola passou a atender os alunos das comunidades vizinhas. A referida escola atende alunos da educação infantil, ensino fundamental e Educação para Jovens e Adultos – EJA.

Os jovens que optam pela continuidade dos estudos depois do ensino fundamental têm que se deslocar para a cidade de Currais ou a vizinha Bom Jesus. A maioria desses estudantes tem algum familiar que reside nas cidades mencionadas e que acabam ficando como seus responsáveis, dada a ausência dos pais. Em outros casos, os pais acabam tendo que se mudar e mesmo construir moradia na cidade com o propósito de facilitar os estudos dos filhos.

Segundo alguns moradores da região, a migração dos jovens do meio rural para a zona urbana de Currais ou de outros municípios acontece por alguns fatores, como a necessidade de dar continuidade aos estudos; a busca de melhorias na educação; trabalho; saúde; lazer e de espaços de socialização com outros jovens. Esses fatores são compreensíveis se considerarmos os baixos dados do IDHM apresentados anteriormente.

A precariedade das condições educacionais no campo muitas vezes soma-se aos aspectos que impedem a permanência dos jovens em suas comunidades rurais de origem. Nesse sentido Paulo (2014) aponta que:

Os estudiosos sobre juventude rural no Nordeste, apesar de seus diferentes enfoques de pesquisa e dos diferentes contextos estudados, têm chegado a uma conclusão comum: a juventude rural do Nordeste, especificamente os filhos de agricultores familiares, vive uma situação de precariedade decorrente da falta de condições de subsistência digna nos espaços rurais, o que tem impulsionado fortes processos migratórios para os centros urbanos, ou mesmo para outras regiões do país, seja à procura de novos espaços de trabalho em outras profissões, seja como mecanismo para rearranjar sua vida no seu meio rural de origem em condições diferentes dos seus pais (Paulo, 2014, p. 235).

Compreendido o contexto de inserção dos jovens entrevistados, agora podemos discutir e explorar os resultados das entrevistas com eles realizadas.

Os jovens rurais da comunidade Pirajá: permanecer ou sair do campo

Para muitos jovens, o dilema de permanecer ou não no campo envolve diversos fatores que influenciam suas decisões. Paulo (2014) menciona alguns desses fatores pensando sobretudo no abandono escolar:

Todas as pesquisas aqui apresentadas indicam que o acesso dos jovens rurais à educação, por mais que tenha melhorado nos últimos anos e seja consideravelmente maior que o dos seus pais, ainda é insuficiente e que a necessidade de trabalhar para conquistar sua autonomia financeira, seja no interior da unidade familiar, seja fora

dela, migrando ou não, é uma das principais causas do abandono dos estudos pelos jovens rurais, especialmente os do sexo masculino. Ademais, quando os jovens se dedicam aos estudos, a tendência geral na região é que busquem outros projetos profissionais diferentes do agrícola (Paulo, 2014, p. 246).

Na figura 2, abaixo, pode-se observar que os perfis dos quatro entrevistados revelam algumas semelhanças significativas.

Figura 2

Perfil dos interlocutores da pesquisa de campo.

Marcadores	Interlocutores (nomes fictícios)			
	Luciano	Bruno	Eduarda	Letícia
Idade	26	24	20	27
Gênero	Masculino	Masculino	Feminino	Feminino
Cor/raça	Pardo	Pardo	Parda	Parda
Tem filhos	Não	Não	Não	Sim
É casado(a)	Não	Não	Não	Sim
Escolaridade	Ensino médio completo	Ensino médio completo. Acadêmico em Engenharia Agrônoma.	Ensino médio completo. Cursando o Técnico em Informática e a graduação em Zootecnia.	Ensino médio completo
Atual local de moradia	Comunidade Pirajá (Currais)	Bom Jesus-PI	Bom Jesus-PI	Comunidade Brejo da Conceição (Currais)

Fonte: elaboração própria a partir de informações das entrevistas.

Todos concluíram o ensino médio em escolas públicas e dois deles, que são irmãos, deram continuidade aos estudos, almejando uma formação superior, incentivados pelo pai, que é graduado e professor em Pirajá, e pela mãe, que tem ensino médio completo. Todos os entrevistados cresceram na comunidade e iniciaram suas trajetórias escolares ali. No entanto, a conclusão do ensino médio de todos se deu em escolas do município vizinho, Bom Jesus.

Ao relatarem suas mudanças para Bom Jesus, os entrevistados destacaram que a decisão foi motivada pelo fato de ser mais fácil concluir o ensino médio na cidade vizinha do que se deslocando até a sede urbana de Currais ou até a comunidade rural de Pará-Batins, únicos lugares no município onde há ensino médio. Essa facilidade se deve ao fato de que todos tinham familiares residentes em Bom Jesus e que podiam recebê-los. Por outro lado, apesar da cidade de Currais estar mais próxima da comunidade, não oferece o mesmo desenvolvimento

educacional, oportunidades de emprego e outros serviços que Bom Jesus. Além disso, a distância entre Pirajá e Pará-Batins é similar à entre Pirajá e Bom Jesus, razão pela qual a preferência é logo pelo município vizinho. Circunstâncias como essas levam os jovens de Pirajá, de outras comunidades de Currais e mesmo de outros municípios da região a considerarem mais vantajosa a mudança para Bom Jesus (Sousa, 2025).

Além do recurso à rede de apoio baseada nos parentes que residem nas cidades, recorre-se também a outras iniciativas para garantir o acesso dos jovens ao ensino básico. Uma das famílias de dois dos entrevistados, por exemplo, construiu uma moradia na cidade de Bom Jesus para que seus filhos pudessem continuar seus estudos com mais oportunidades e facilidade. Além do investimento na construção da casa, a família também decidiu que um dos seus membros, a mãe, acompanharia os filhos na cidade vizinha, enquanto o pai permaneceria em Pirajá. Esses dois jovens não retornaram para a comunidade após a conclusão do ensino médio.

Nesse contexto, a educação é assumida como um projeto familiar. Esse projeto envolve tanto o recurso à rede de apoio na cidade, que tem por base os parentes que lá residem, quanto iniciativas das próprias famílias nucleares, que constroem moradias urbanas para dar suporte aos filhos ou mesmo migram com todos os seus membros como forma de garantir ou facilitar o acesso da prole ao ensino básico.

Nesses casos, além da percepção, por parte das famílias, da educação como um investimento (Zago, 2016), temos a conciliação entre o projeto individual dos jovens e o projeto familiar, algo diferente da oposição que parte da literatura sobre juventude rural tem apontado (Carneiro, 2008; Martins, 2021).

Essas estratégias também são reveladoras da ausência do Estado na garantia do direito à educação, o que revela uma falha importante no compromisso com a igualdade de oportunidades e da educação como um direito de todos. Isso fica especialmente evidente em contextos em que as famílias não têm recursos financeiros ou uma rede de apoio forte que permita que seus filhos estudem apesar das dificuldades enfrentadas, como mostram outros estudos sobre jovens rurais realizados na região sudoeste do Piauí (Sousa, 2025; Gomes & Silva, 2022).

Sem políticas públicas eficientes e acessíveis, muitos jovens acabam com um futuro limitado, com a educação vista como algo reservado para quem tem melhores condições financeiras, como um investimento que depende do esforço individual ou da família, o que é importante, e não como um direito de todos e dever do Estado.

Os relatos dos quatro jovens entrevistados revelam padrões significativos em relação à permanência ou migração entre a zona rural de Currais e a cidade de Bom Jesus. Dois entrevistados (um homem e uma mulher) ainda residem na zona rural, sendo um em Pirajá e outro em uma comunidade próxima, enquanto os outros dois se estabeleceram em Bom Jesus. Pode-se observar que os dois que estão morando em Bom Jesus (um homem e uma mulher) são também os que deram continuidade aos seus estudos, estando atualmente matriculados em cursos de graduação na Universidade Federal do Piauí, sendo que um deles (uma mulher) também está em curso técnico no Colégio Técnico de Bom Jesus (CTBJ/UFPI).

Esse cenário é emblemático e sugere que a decisão de sair da comunidade está intimamente relacionada à falta de oferta de ensino médio na área rural de Currais e ao difícil acesso às escolas situadas na zona urbana. Os dois entrevistados que não residem mais na zona rural de Currais e que permanecem vivendo em Bom Jesus, deixaram a comunidade motivados pela necessidade de acessar uma educação de qualidade e melhores oportunidades de formação acadêmica e profissional. Além disso, uma das entrevistadas que não retornou para Currais e atualmente cursa uma graduação e um curso técnico em informática, afirmou que permaneceria na comunidade Pirajá se houvesse a possibilidade de continuar seus estudos lá, o que ressalta a importância da educação como fator decisivo em sua escolha de migrar.

Isso indica que, se talvez houvesse um sistema educacional mais estruturado na comunidade ou no município, alguns jovens poderiam ter escolhido permanecer no campo, evitando a migração.

Os depoimentos e entrevistas revelam os desafios enfrentados por muitos jovens da região sudoeste do Piauí, que se veem obrigados a deixar suas comunidades em busca de melhores oportunidades educacionais.

Bruno, por exemplo, compartilha sua experiência de migração para uma cidade a 155 quilômetros de Currais em busca de uma educação de qualidade ainda no ensino fundamental. A migração de Bruno, portanto, não é apenas uma história pessoal, mas o reflexo das barreiras estruturais que limitam o acesso à educação na região. Ele destaca a importância de acessar instituições que atendam às suas aspirações acadêmicas e profissionais:

Fui estudar [o ensino fundamental] em Curimatá-PI, queria estudar no Colégio Agrícola de lá, passei 4 anos morando lá. Depois de terminar o ensino fundamental, me mudei para Bom Jesus para começar o ensino médio, já vim direto para estudar no Colégio Agrícola daqui de Bom Jesus. Logo em seguida, comecei na universidade [UFPI] no curso de agronomia (Bruno).

Nas entrevistas, os participantes compartilharam suas trajetórias e perseveranças para concluir seus estudos, o que incluiu o enfrentamento de longas distâncias. Como é o exemplo de Luciano, que relata:

Tive que fazer muitos sacrifícios para estudar, entre eles andar 1 km para poder pegar o ônibus, para chegar até a escola. Em 2016 eu tinha que ir de moto pra escola no Brejo da Conceição para finalizar o 9º ano, logo depois continuei na Escola Hélio Figueiredo da Fonseca na cidade de Currais, continuei lá nos seguintes anos, 2017, 2018, e os 6 meses de 2019, mudei para o Araci Lustosa em Bom Jesus-PI para finalizar os meus estudos [ensino médio] (Luciano).

A disponibilidade de educação e diversas oportunidades que podem contribuir para o desenvolvimento profissional é fundamental para os jovens, mas a falta de infraestrutura e serviços básicos, como saúde e transporte, é um obstáculo significativo. A ausência de acesso a esses serviços essenciais pode limitar as chances de trabalho e aprendizado, dificultando a construção de uma vida digna no campo. Como relata Eduarda:

Atualmente moro em Bom Jesus. Mas eu morei no interior de Currais, na comunidade Pirajá. Eu estudei lá quando era criança, e por conta que lá não tinha o ensino médio, meu pai resolveu mudar a gente pra Bom Jesus porque era na época que minha irmã ia entrar no ensino médio, né. Então ele resolveu transferir já nós duas pra cá. Então, esse foi um dos motivos que me fez vir morar em Bom Jesus (Eduarda).

Letícia, a mais velha entre os entrevistados, compartilhou sua trajetória escolar, marcada por desafios semelhantes aos enfrentados por Luciano. Ela iniciou seus estudos na comunidade Pirajá, onde vivia com seus pais e familiares. No entanto, devido à ausência de todas as séries do ensino fundamental em sua comunidade, à época precisou se transferir para uma escola na comunidade Brejo da Conceição e lá concluir essa etapa. Posteriormente, Letícia enfrentou outra dificuldade, que foi a falta de transporte regular para a escola, o que a fazia perder muitos dias de aula. Diante dessa situação, decidiu se mudar para Bom Jesus para dar continuidade aos estudos no ensino médio:

Estudei na comunidade Pirajá depois tive que mudar para uma escola na comunidade Brejo da Conceição para terminar o ensino fundamental, depois de terminar o ensino fundamental me mudei para Bom Jesus para terminar o Ensino Médio. Acabei me mudando para Bom Jesus devido não ter escola de Ensino Médio na comunidade Pirajá e em nenhuma comunidade mais próxima que tivesse a disponibilidade de se deslocar. Em Bom Jesus eu ficava na casa da minha avó, ela tinha uma casa em Bom Jesus. Depois que terminei o Ensino Médio, juntei⁷ e atualmente moro na comunidade Brejo da Conceição, que também é município de Currais (Letícia).

⁷ O termo "juntei" é utilizado para se referir ao fato de passar a morar com seu esposo, sem que houvesse a formalização legal do casamento.

Ao longo das entrevistas, observou-se que, apesar de os jovens morarem na mesma localidade e enfrentarem dificuldades semelhantes para estudar em Currais, alguns relatos revelam experiências em que esses jovens precisaram caminhar longas distâncias até a escola devido à falta de transporte, enquanto outros vivenciaram a educação de forma diferente. Ao comparar a idade dos quatro jovens entrevistados, os dois mais novos (Bruno e Eduarda) não relatam as mesmas dificuldades de acesso à escola que os mais velhos (Luciano e Letícia). Por exemplo, não enfrentaram a necessidade de caminhar até a escola, o que demonstra uma mudança nas condições de acesso à educação ao longo do tempo. Essa diversidade de experiências mostra como a fase da juventude, conforme discutido por Elisa Guaraná de Castro (2009), é moldada por contextos individuais e coletivos que influenciam profundamente a formação de cada jovem.

Portanto, os relatos demonstram que a ausência de instituições de ensino médio na comunidade foi um fator crucial que levou todos os entrevistados a buscar por oportunidades fora da sua localidade. O fato de dois jovens (Bruno e Eduarda) não terem retornado a Currais evidencia que a continuidade dos estudos em Bom Jesus oferece perspectivas inacessíveis em Pirajá.

Assim, a experiência dos entrevistados destaca a importância de políticas públicas que promovam o acesso à educação e desenvolvimento no campo, oferecendo condições que possibilitem a permanência de jovens em suas comunidades, com acesso à formação de qualidade.

Por outro lado, os resultados aqui apresentados mostram como é necessário compreender as “trajetórias” educacionais dos jovens do campo considerando os “projetos” individuais (dos jovens) e coletivos (das famílias dos jovens) e o “campo de possibilidades” em que esses sujeitos estão inseridos (Velho, 1999). Para melhor entender esse conjunto de conceitos face o contexto de pesquisa, citamos o autor:

Um dos conceitos que considero fértil para lidar com casos como o que estamos examinando é o de *projeto*. Beneficiei-me das obras de diversos autores mas vem principalmente de A. Schutz a influência principal nessa direção. *Projeto*, nos termos deste autor, é a *conduta organizada para atingir finalidades específicas*. Para lidar com o possível viés racionalista, com ênfase na consciência individual, auxilia-nos a noção de *campo de possibilidades* como dimensão sociocultural, espaço para formulação e implementação de *projetos*. Assim, evitando um voluntarismo individualista agonístico ou um determinismo sociocultural rígido, as noções de *projeto* e *campo de possibilidades* podem ajudar a análise de trajetórias e biografias enquanto expressão de um quadro sócio-histórico, sem esvaziá-las arbitrariamente de suas peculiaridades e singularidades” (Velho, 1999, p. 40. Grifos do original).

Logo, os conceitos de trajetória, projeto e campo de possibilidades são ferramentas metodológicas importantes para a compreensão de dinâmicas como as apontadas aqui, uma vez que permitem pensar em como jovens do campo e suas famílias lidam com as particularidades do campo de possibilidades em que estão inseridas, criando estratégias face ao contexto de inserção.

Considerações finais

A pesquisa sobre jovens de Pirajá revelou os desafios enfrentados por eles em suas trajetórias educacionais. Apesar de algumas melhorias na infraestrutura local, a migração para centros urbanos continua a ser uma realidade para muitos, impulsionada pela falta de oportunidades educacionais e de emprego. As entrevistas realizadas destacam suas experiências e dificuldades, evidenciando a necessidade de políticas públicas que atendam às especificidades da juventude rural.

Além disso, a pesquisa contribui para dar visibilidade à juventude rural, um grupo frequentemente esquecido em estudos e políticas, reforçando a importância de compreender suas realidades para promover o desenvolvimento nas comunidades rurais. A análise das trajetórias dos entrevistados não apenas enriquece a literatura sobre o tema. Além disso, oferece subsídios para estratégias que incentivem a permanência dos jovens em suas comunidades ao assegurarem o acesso à educação de qualidade e melhores condições de vida.

Ao objetivar compreender a relação entre acesso à educação e permanência no campo na trajetória de vida de jovens rurais, este trabalho também mostra como é fundamental realizar pesquisas em que seja possível compreender melhor as experiências, vivências e subjetividades dos jovens do campo.

Referências

- Alves, V. E. L., & Rolim, L. N. (2015). As migrações populacionais na década de 2000 a partir do censo demográfico de 2010: O caso da região de cerrados do Centro-Norte do Brasil. In V. E. L. Alves (Org.), *Modernização e regionalização nos cerrados do Centro-Norte do Brasil: Oeste da Bahia, Sul do Maranhão e do Piauí e Leste de Tocantins*. Consequência.
- Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil. (2024). *Perfil municipal: Currais (PI)*. <http://www.atlasbrasil.org.br/perfil/municipio/220323#sec-educacao>
- Borges, D. G. (2017). *O desmonte da educação do campo no nordeste brasileiro: Diagnóstico, mapeamento e análise do fechamento de escolas do campo no estado do Piauí*. Revista Linhas, 18(36), 305–324. <https://doi.org/10.5965/1984723818362017305>
- Carneiro, M. J. (2008). *Juventude rural: Projetos e valores*. In H. W. Abramo & P. P. M. Branco (Orgs.), *Retratos da juventude brasileira: Análises de uma pesquisa nacional* (pp. 243–268). Fundação Perseu Abramo.
- Castro, E. G. (2009). *Juventude rural no Brasil: Processos de exclusão e a construção de um ator político*. Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud, 7(1), 179–208.
- Cavalcante, M. A. M., & Silva, V. (2016). *Juventudes rurais de São Mateus-Castelo do Piauí (PI): Escassez, projetos de autonomia e vivências do trabalho nos trânsitos migratórios*. In L. C. X. Luz, S. J. C. Adad, & V. Silva (Orgs.), *Juventudes rurais e urbanas: Territórios, culturas, sociabilidades e identidades*. EDUFPI.
- Costa, J. B. F. (2018). *Memórias da comunidade Pirajá sobre o fechamento da escola Antônio Alves de Sousa: Impactos sofridos na educação e na comunidade* [Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal do Piauí].
- Costa, P. S. (2025). *Acesso à educação e permanência no campo: Estudo sobre jovens da comunidade rural Pirajá (Currais-PI)* [Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal do Piauí].

- Gomes, K. S., & Silva, V. R. (2022). *Juventudes camponesas: Reflexões sobre a permanência e saída juvenil na comunidade Conceição Martins, Monte Alegre, PI* [Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal do Piauí].
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2024). *Cidades: Currais (PI) - Panorama*. <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pi/currais/panorama>
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2025). *Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA): Tabela 10061*. <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/10061#resultado>
- Jesus, A. D. de, & Fabrini, J. E. (2017). Barbárie e modernidade na expansão do agronegócio nos cerrados piauienses. *Revista Pegada*, 18(2), 94–116. <https://doi.org/10.33026/peg.v18i2.5332>
- Martins, L. R. (2021). Juventude rural no Brasil: Referências para debate. *Estudos Sociedade e Agricultura*, 29(1), 94–112. <https://doi.org/10.36920/esa-v29n1-4>
- Oliveira, A. D., & Rios, J. A. V. P. (2015). Juventudes, ruralidades e educação: Histórias de vida e formação no seminário baiano. In *Anais do IX Encontro Regional Nordeste de História Oral*.
- Paulo, M. A. L. (2014). Juventudes rurais do Nordeste: As múltiplas realidades numa região de contrastes. In M. A. Menezes, V. L. Stropasolas, & S. B. Barcellos (Orgs.), *Juventude rural e políticas públicas no Brasil* (pp. 69–92). Presidência da República.
- Paulo, M. A. L. (2018). A interiorização das universidades federais e o acesso de jovens rurais ao ensino superior: O caso da UAST/UFRPE. *Raízes: Revista de Ciências Sociais e Econômicas*, 38(1), 162–177. <https://doi.org/10.31501/raizes.v38i1.10090>
- Santos, J. R. (2024). *Disputa de projetos no campo brasileiro: A política de fechamento de escolas no campo piauiense como parte da ofensiva burguesa para o avanço do capital (1996-2022)* [Tese de Doutorado, Universidade Estadual do Ceará]. Repositório Institucional da UECE. <https://siduece.uece.br/siduece/trabalhoAcademicoPublico.jsf?id=113709>

- Silva, V. (2016). Diálogos juvenis no Sudoeste do Piauiense: As juventudes, o rural e a cidade. In L. C. X. Luz, S. J. C. Adad, & V. Silva (Orgs.), *Juventudes rurais e urbanas: Territórios, culturas, sociabilidades e identidades*. EDUFPI.
- Silva, M. S., Lima, J. F., Silva Junior, J. P., & Silva, D. G. (2016). Jovens rurais da região Piemonte da Borborema-PB: Condições de vida e projetos futuros. In L. C. X. Luz, S. J. C. Adad, & V. Silva (Orgs.), *Juventudes rurais e urbanas: Territórios, culturas, sociabilidades e identidades*. EDUFPI.
- Silva, M. S., & Menezes, M. A. (2007). Entre o bagaço da cana e a doçura do mel: Migrações e as identidades da juventude rural. In M. J. Carneiro & E. G. Castro (Orgs.), *Juventude rural em perspectiva* (pp. 203–222). Mauad X.
- Sousa, S. C. D. (2025). *Juventude, educação do campo e evasão escolar: Estudo sobre jovens da comunidade rural Formosa (Baixa Grande do Ribeiro-PI)* [Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal do Piauí].
- Velho, G. (1999). Trajetória individual e campo de possibilidades. In G. Velho, *Projeto e metamorfose: Antropologia das sociedades complexas* (2. ed., pp. 9–32). Jorge Zahar.
- Zago, N. (2016). Migração rural-urbana, juventude e ensino superior. *Revista Brasileira de Educação*, 21(64), 61–77. <https://doi.org/10.1590/S1413-24782016216404>.

Práticas Agroecológicas como Alternativa à Degradação Ambiental no Semiárido Nordestino

Agroecological Practices as an Alternative to Environmental Degradation in the Northeastern Semi-Arid Region of Brazil

Charlys Dornelas¹

DOI: 10.52719/bjas.v7i1.8117

Resumo

O Semiárido nordestino é uma das regiões mais vulneráveis do Brasil aos processos de degradação ambiental, sendo afetado por fatores como desertificação, uso intensivo de agrotóxicos, monocultura e escassez hídrica. Diante desse cenário, este artigo tem como objetivo analisar a agroecologia como alternativa viável e sustentável para mitigar impactos ambientais e promover o desenvolvimento rural no território semiárido. A pesquisa foi desenvolvida por meio de uma revisão bibliográfica de caráter qualitativo, com base em artigos científicos, relatórios técnicos e estudos de caso que abordam práticas agroecológicas aplicadas à realidade nordestina. A análise dos dados revelou que práticas como policultivo, uso de cisternas, compostagem e quintais produtivos têm gerado resultados positivos na conservação do solo, na recuperação da biodiversidade e na segurança alimentar das famílias agricultoras. Além disso, foram identificados desafios estruturais para a consolidação da agroecologia, tais como a ausência de políticas públicas efetivas, a carência de formação técnica adequada e os entraves para a comercialização dos produtos. Ainda assim, experiências exitosas demonstram o potencial transformador da agroecologia no Semiárido, especialmente quando articulada aos saberes locais e ao fortalecimento das redes comunitárias. Conclui-se que a agroecologia representa uma estratégia promissora de enfrentamento à degradação ambiental, integrando sustentabilidade, justiça social e soberania alimentar.

Palavras-Chave: Agroecologia. Degradação ambiental. Semiárido Nordeste. Sustentabilidade. Agricultura familiar.

Abstract

The Northeastern Brazilian semiarid region is one of the country's most vulnerable areas to environmental degradation, affected by factors such as desertification, intensive pesticide use, monocropping, and water scarcity. In this context, the aim of this article is to analyze agroecology as a viable and sustainable alternative to mitigate environmental impacts and promote rural development in the semiarid territory. The research was conducted through a qualitative literature review based on scientific articles, technical reports, and case studies addressing agroecological practices adapted to the Northeastern reality. Data analysis revealed that practices such as polycropping, household rainwater cisterns, composting, and home gardens have yielded positive outcomes for soil conservation, biodiversity recovery, and food security among farming families. In addition, structural challenges to consolidating agroecology were identified, including the absence of effective public policies, a lack of adequate technical training,

¹ Universidade Federal da Paraíba, Paraíba, Brasil, csmdornelas@hotmail.com

and barriers to product commercialization. Even so, successful experiences demonstrate the transformative potential of agroecology in the semiarid region, especially when articulated with local knowledge and the strengthening of community networks. It is concluded that agroecology represents a promising strategy to confront environmental degradation, integrating sustainability, social justice, and food sovereignty.

Keywords: Agroecology. Environmental degradation. Northeastern semiarid. Sustainability.

Family farming.

Introdução

O Semiárido Nordeste constitui uma das regiões mais desafiadoras do Brasil do ponto de vista ambiental, social e produtivo. Caracterizado por baixos índices pluviométricos, elevada irregularidade das chuvas e longos períodos de estiagem, esse território abriga populações historicamente vulnerabilizadas, cuja subsistência depende majoritariamente da agricultura familiar. A escassez hídrica, associada a práticas agrícolas convencionais, tem contribuído significativamente para processos de degradação ambiental, tornando-se um obstáculo ao desenvolvimento sustentável (Da Silva et al., 2018).

A desertificação, fenômeno que representa o estágio mais avançado da degradação dos solos, tem avançado de forma preocupante na região semiárida brasileira. Esse processo é intensificado pelo uso inadequado da terra, que inclui desmatamento, queimadas e manejo ineficiente do solo e da água, resultando na perda de fertilidade e biodiversidade (Gomes de Souza; Nobre de Souza; Martins de Sousa, 2023). A literatura evidencia que o solo da Caatinga apresenta elevada susceptibilidade à degradação, especialmente os Luvisolos e Neossolos rasos que predominam em áreas como o Seridó e o Cariri (Macedo et al., 2023).

Historicamente, a ocupação do Semiárido foi orientada por práticas produtivas que priorizavam a extração intensiva dos recursos naturais em detrimento de estratégias de conservação ambiental. Esse modelo produtivo, calcado no agronegócio e na monocultura, resultou na substituição de práticas tradicionais por sistemas que pouco dialogam com as particularidades ecológicas da região (Brasileiro, 2009). Como resultado, agravaram-se problemas como erosão, assoreamento de corpos hídricos e redução drástica da cobertura vegetal nativa.

Nesse contexto, a agroecologia emerge como alternativa promissora, articulando saberes tradicionais e conhecimentos científicos para promover uma relação mais equilibrada entre sociedade e natureza. Diferente do modelo agrícola convencional, a agroecologia valoriza a diversidade biológica e cultural, priorizando o uso sustentável dos recursos naturais e o fortalecimento da agricultura familiar (Facundo et al., 2020).

A adoção de práticas agroecológicas tem demonstrado potencial para transformar realidades locais, promovendo a recuperação de áreas degradadas e a resiliência dos sistemas produtivos frente às mudanças climáticas. Estudos indicam que tecnologias sociais como barraginhas, cisternas e quintais produtivos possibilitam a convivência com a seca sem necessidade de romper com a lógica produtiva tradicional, adaptando-a às condições locais (Da Silva et al., 2018; Facundo et al., 2020).

Além de seus benefícios ecológicos, a agroecologia favorece o desenvolvimento social e econômico das comunidades rurais. Ao incentivar a diversificação da produção e o consumo de alimentos saudáveis, contribui para a soberania alimentar, a geração de renda e a melhoria das condições de vida no campo. Dessa forma, essa abordagem fortalece o protagonismo dos agricultores familiares, historicamente marginalizados pelas políticas públicas convencionais (Da Silva et al., 2018).

A pesquisa de Gamarra-Rojas e Fabre (2017) também aponta que a agroecologia é uma estratégia relevante de mitigação e adaptação às mudanças climáticas, especialmente no Semiárido. Práticas como a rotação de culturas, o uso de sementes crioulas e o manejo ecológico do solo são exemplos de ações que reduzem a emissão de gases de efeito estufa e aumentam a resiliência dos agroecossistemas aos eventos climáticos extremos.

A compreensão do Semiárido como espaço de possibilidades, e não apenas como território de escassez, representa um deslocamento teórico importante. A visão de que o bioma Caatinga é pobre ou improdutivo precisa ser desconstruída. Na verdade, trata-se de um ecossistema rico em biodiversidade e saberes locais, que pode ser manejado com base em princípios agroecológicos para promover um desenvolvimento verdadeiramente sustentável (Brasileiro, 2009; Gomes de Souza; Nobre de Souza; Martins de Sousa, 2023).

Nesse sentido, é urgente promover a transição agroecológica no Semiárido, apoiada em políticas públicas eficazes, formação técnica continuada e investimentos em ciência e tecnologia

apropriadas às especificidades do território. A agroecologia deve ser compreendida não apenas como um conjunto de práticas agrícolas, mas como uma abordagem política, ética e epistemológica de resistência e reconstrução socioambiental (Facundo et al., 2020).

A literatura evidencia que experiências agroecológicas já em curso em diversas comunidades do Semiárido, como em Massapê (CE), vêm gerando resultados positivos, com aumento da produção, da segurança hídrica e da qualidade de vida (Facundo et al., 2020). Essas iniciativas demonstram que é possível produzir e conservar ao mesmo tempo, desafiando a lógica da degradação associada ao progresso técnico descontextualizado.

Referencial Teórico

O Semiárido Nordestino e sua Vulnerabilidade Ambiental

O Semiárido Nordestino configura-se como uma das regiões mais desafiadoras do ponto de vista ambiental e socioeconômico do Brasil. Com uma extensão territorial expressiva, abrange grande parte da região Nordeste e apresenta características climáticas marcadas pela irregularidade das chuvas, elevada evapotranspiração e longos períodos de estiagem. Essa realidade resulta em baixa disponibilidade hídrica e vulnerabilidade dos sistemas produtivos, impactando diretamente os modos de vida da população local (Gomes; Zanella, 2023).

Historicamente, a região semiárida tem enfrentado os efeitos de um modelo de desenvolvimento que privilegia práticas predatórias e desarticuladas do contexto local. A degradação ambiental, intensificada pelo desmatamento da vegetação nativa e pelo uso intensivo do solo para agricultura convencional, tem comprometido a capacidade de resiliência dos ecossistemas da Caatinga, bioma predominante na região (Lacerda et al., 2022). A substituição de práticas tradicionais por modelos de monocultivo e uso indiscriminado de agrotóxicos intensifica os processos de desertificação e perda de biodiversidade.

A vulnerabilidade do Semiárido não se limita aos aspectos naturais. As condições sociais da população que habita essa região são historicamente marcadas por exclusão, desigualdade no acesso a políticas públicas e precariedade de infraestrutura básica. A ausência de investimentos em educação, saúde e saneamento agrava ainda mais os impactos dos eventos climáticos

extremos, gerando ciclos persistentes de pobreza e migração (Da Silva et al., 2018; De Jesus et al., 2024).

É nesse cenário de adversidade que a noção de território ganha centralidade na análise das práticas sustentáveis. A compreensão do Semiárido como território implica reconhecer os múltiplos vínculos simbólicos, econômicos e ecológicos que os sujeitos estabelecem com o espaço que habitam. Na região da Serra de Santana, por exemplo, observam-se experiências que aliam o conhecimento tradicional às tecnologias sociais, como a construção de cisternas e a recuperação de áreas degradadas, em uma perspectiva de resistência e adaptação às condições climáticas (Da Silva; França, 2018).

A construção histórica da identidade territorial do Semiárido envolve, portanto, uma luta constante pela permanência e pela valorização dos saberes locais. As práticas sociais ligadas à convivência com o Semiárido demonstram que a região não é, como durante muito tempo foi representada, um espaço de inviabilidade, mas sim de potencialidades a serem reconhecidas e fortalecidas por políticas públicas adequadas (Gomes; Zanella, 2023).

A escassez hídrica, um dos traços mais emblemáticos da região, exige soluções que considerem as especificidades ecológicas e culturais locais. A coleta de água da chuva, a utilização de barraginhas e o manejo sustentável do solo surgem como alternativas importantes para garantir a segurança hídrica e alimentar das populações, especialmente diante das mudanças climáticas (Lucena et al., 2023). Essas práticas, baseadas em tecnologias simples, são resultados da interação entre a ciência agroecológica e os conhecimentos populares.

A intensificação das secas nos últimos anos tem evidenciado a fragilidade dos modelos tradicionais de intervenção estatal, centrados na emergência e no assistencialismo. Em vez disso, torna-se necessário adotar abordagens territoriais, que considerem as especificidades locais e fortaleçam a autonomia das comunidades. A territorialização de políticas públicas é apontada como caminho estratégico para promover o desenvolvimento sustentável no Semiárido (Lacerda et al., 2022).

No entanto, o avanço de práticas sustentáveis encontra obstáculos significativos, como o desmonte de políticas estruturantes voltadas à convivência com o Semiárido, a exemplo do Programa Um Milhão de Cisternas (P1MC). A fragilização institucional e o esvaziamento de recursos comprometem a continuidade das ações e colocam em risco os avanços conquistados por

organizações da sociedade civil e movimentos sociais (De Jesus et al., 2024; Facundo et al., 2020).

É preciso compreender o Semiárido em sua complexidade, articulando fatores naturais, sociais e culturais. Essa abordagem permite visualizar alternativas viáveis ao modelo de desenvolvimento dominante, a partir da valorização do território e da agroecologia como instrumentos de transformação. O reconhecimento da diversidade de experiências e saberes presentes na região é essencial para a construção de políticas inclusivas e eficazes (Da Silva; França, 2018).

A literatura especializada aponta que a resiliência do Semiárido depende do fortalecimento de estratégias que integrem práticas produtivas sustentáveis, gestão participativa dos recursos naturais e educação contextualizada. A perspectiva de sustentabilidade no Semiárido passa, necessariamente, por um redimensionamento do papel das populações locais na definição das prioridades e nas formas de apropriação do espaço (Lucena et al., 2023).

Por fim, o Semiárido Nordeste, embora marcado por desafios estruturais, revela-se como um espaço de construção de alternativas baseadas na solidariedade, na cooperação e na ressignificação da relação entre sociedade e natureza. A vulnerabilidade ambiental, quando compreendida à luz do território e da cultura, deixa de ser um obstáculo intransponível e passa a ser um estímulo à inovação social e à resiliência comunitária (Gomes; Zanella, 2023).

Fundamentos da Agroecologia

A agroecologia emerge como uma abordagem integradora que combina ciência, prática e movimento social, buscando responder aos impactos ambientais e sociais da agricultura convencional. Ela não apenas critica o modelo produtivista, mas também propõe alternativas sustentáveis ancoradas no conhecimento ecológico, nos saberes tradicionais e nas experiências coletivas dos agricultores familiares (Pacheco et al., 2021).

A agroecologia baseia-se na compreensão dos agroecossistemas como sistemas complexos e dinâmicos, em que os fatores ecológicos e sociais se inter-relacionam. A proposta é construir uma ciência transdisciplinar, que integra o conhecimento científico ao saber local, promovendo a valorização das práticas camponesas e indígenas como estratégias de resistência e adaptação (Bonamigo, 2020).

Os princípios agroecológicos incluem a diversificação dos sistemas de cultivo, o uso racional dos recursos naturais, a ciclagem de nutrientes e a promoção da biodiversidade. Tais princípios visam reduzir a dependência de insumos externos e garantir a resiliência ecológica dos sistemas agrícolas (Pacheco et al., 2021).

Além disso, Pacheco (2021) propõe cinco níveis de transição agroecológica, indo da eficiência no uso de insumos à transformação dos sistemas alimentares e das instituições políticas. Essa abordagem gradativa permite compreender que a agroecologia não se limita a mudanças técnicas, mas implica uma transformação estrutural das relações de produção e consumo.

Como ciência, a agroecologia propõe métodos de análise ecológica dos sistemas agrícolas, incorporando técnicas como policultivo, adubação verde, manejo ecológico do solo e integração lavoura-pecuária. Tais práticas são orientadas pela lógica da complexidade, buscando restaurar os ciclos ecológicos e a autonomia produtiva das famílias (De Oliveira et al., 2020).

Enquanto prática, a agroecologia se manifesta na experiência concreta de agricultores que resistem à homogeneização imposta pelo agronegócio. As práticas agroecológicas são moldadas pelas especificidades dos territórios, valorizando a diversidade sociocultural e a gestão coletiva dos bens comuns (De Jesus et al., 2024).

Como movimento social, a agroecologia é uma força política que articula organizações camponesas, redes de agricultura familiar, movimentos feministas e ambientalistas em torno de um projeto alternativo de sociedade. Essa dimensão política da agroecologia é crucial para enfrentar os interesses corporativos que dominam o sistema agroalimentar global (Candiotto, 2020).

Essa tríplice dimensão, ciência, prática e movimento, confere à agroecologia um caráter profundamente transformador. Ao rejeitar o reducionismo tecnocrático da Revolução Verde, a agroecologia oferece um paradigma alternativo, comprometido com a justiça social, a soberania alimentar e o equilíbrio ecológico (Maciel; Troian; Breitenbach, 2023).

Nesse sentido, os princípios agroecológicos se alinham às demandas por equidade de gênero, respeito aos direitos territoriais e reconhecimento dos saberes ancestrais, compondo uma abordagem holística e inclusiva. A agroecologia, portanto, não pode ser dissociada dos processos históricos e das lutas sociais que marcam o campo brasileiro (Pacheco et al., 2021).

A literatura especializada enfatiza que os sistemas agroecológicos tendem a apresentar maior capacidade de adaptação às mudanças climáticas, maior eficiência energética e menores impactos ambientais. Esses atributos são fundamentais para a construção de um modelo agrícola sustentável e resiliente, especialmente em contextos como o semiárido nordestino (Gamarra-Rojas; Fabre, 2017).

Ademais, os fundamentos agroecológicos estimulam a educação ambiental crítica, promovem a experimentação participativa e fortalecem a autonomia dos agricultores, favorecendo a construção coletiva de conhecimento e a inovação social (Macedo et al., 2023).

Por fim, é preciso destacar que os fundamentos da agroecologia se articulam com uma visão ética e política de mundo, que recusa a mercantilização da natureza e defende a vida em todas as suas formas. Essa perspectiva resgata o sentido do cuidado com a terra e com as pessoas, constituindo um campo fértil para a construção de alternativas sustentáveis (De Alencar et al., 2018).

Relação entre Agroecologia e Sustentabilidade Ambiental

A agroecologia estabelece uma relação direta com a sustentabilidade ambiental ao promover práticas que favorecem o equilíbrio ecológico dos sistemas produtivos. Ao substituir o uso intensivo de insumos químicos por técnicas baseadas em processos naturais, ela contribui significativamente para a conservação dos recursos naturais e o bem-estar das populações envolvidas (Lucena et al., 2023).

A recuperação do solo é uma das contribuições mais evidentes da agroecologia. Práticas como adubação orgânica, cobertura vegetal e cultivo consorciado favorecem a estruturação do solo, aumentam sua fertilidade e reduzem a erosão – fatores essenciais em regiões como o Semiárido nordestino, onde os solos são naturalmente frágeis (Da Silva et al., 2018).

Nesse mesmo contexto, a conservação da água se destaca como objetivo estratégico. A agroecologia valoriza o uso eficiente dos recursos hídricos, por meio da captação de água da chuva, da construção de barraginhas e da irrigação por gotejamento, reduzindo o desperdício e aumentando a resiliência das comunidades frente à escassez hídrica (Gomes; Zanella, 2023).

A biodiversidade também é promovida pelos sistemas agroecológicos, que incentivam o cultivo de múltiplas espécies e variedades adaptadas ao ambiente local. Essa diversidade não apenas garante a segurança alimentar das famílias agricultoras, mas também fortalece os ecossistemas, tornando-os menos vulneráveis a pragas e doenças (Facundo et al., 2020).

Comparando-se às práticas agrícolas convencionais, observa-se que os sistemas agroecológicos apresentam menor impacto ambiental e maior sustentabilidade em longo prazo. A agricultura convencional, baseada em monoculturas e uso intensivo de insumos químicos, degrada o solo, contamina os recursos hídricos e reduz a biodiversidade (Gomes de Souza; Nobre de Souza; Martins de Sousa, 2023).

A agroecologia, por outro lado, assume uma perspectiva ecológica dos agrossistemas, considerando suas múltiplas interações e buscando promover ciclos fechados de nutrientes, equilíbrio biológico e gestão sustentável dos recursos naturais (De Jesus et al., 2024; Fragozo et al., 2021).

A segurança alimentar é outro ponto em que a agroecologia se mostra relevante. Ao priorizar a produção diversificada, local e voltada ao autoconsumo, os sistemas agroecológicos contribuem para a soberania alimentar das comunidades e para a redução da dependência de alimentos industrializados e importados (Da Silva; França, 2018).

As práticas agroecológicas também contribuem para a mitigação das mudanças climáticas, ao reduzirem a emissão de gases de efeito estufa e promoverem o sequestro de carbono no solo e na biomassa vegetal. Além disso, por dependerem menos de combustíveis fósseis, tornam-se menos vulneráveis à instabilidade do mercado internacional (De Jesus et al., 2024).

Do ponto de vista social, a agroecologia fortalece os vínculos comunitários e promove a equidade, ao valorizar o trabalho coletivo, o protagonismo das mulheres e a cooperação entre os agricultores. Isso contribui para a construção de sociedades mais justas e sustentáveis (De Alencar et al., 2018).

Além disso, a sustentabilidade ambiental promovida pela agroecologia implica respeito às especificidades culturais e territoriais dos povos do campo, da floresta e das águas. Ela reconhece que a sustentabilidade não pode ser imposta de fora, mas deve emergir dos saberes e práticas das comunidades locais (Brasileiro, 2009).

As experiências documentadas em diversas regiões do Semiárido revelam que a adoção de práticas agroecológicas tem contribuído para a regeneração ambiental e para o aumento da qualidade de vida das populações. Essas experiências mostram que é possível aliar produção agrícola à conservação ambiental e à inclusão social (Lacerda et al., 2022). A agroecologia também influencia positivamente a paisagem, promovendo a recomposição da vegetação nativa, a proteção de nascentes e a diversificação dos cultivos. Isso gera benefícios não apenas ecológicos, mas também estéticos e culturais, fortalecendo a identidade territorial (Da Silva et al., 2018).

Tais transformações exigem, no entanto, apoio institucional, formação técnica e políticas públicas adequadas. Sem esses elementos, muitas das práticas agroecológicas permanecem restritas a experiências isoladas e não conseguem atingir maior escala ou replicabilidade (Candioto, 2020).

Em síntese, a relação entre agroecologia e sustentabilidade ambiental é profunda e multifacetada. Trata-se de uma alternativa concreta e necessária diante dos limites do modelo agrícola vigente, capaz de articular produção, conservação e justiça social em um projeto de futuro mais justo e equilibrado (Pacheco et al., 2021).

Metodologia

A pesquisa foi estruturada como uma revisão bibliográfica de caráter integrativo, voltada a sistematizar evidências sobre práticas agroecológicas e experiências de convivência com o Semiárido nordestino. Esse tipo de revisão foi escolhido por permitir a inclusão de estudos com diferentes delineamentos (qualitativos, quantitativos e relatos de experiência), favorecendo uma compreensão ampla de fenômenos complexos, como as transições agroecológicas em territórios marcados pela vulnerabilidade socioambiental. Conforme argumentam Whittemore e Knafl (2005), a revisão integrativa é especialmente adequada quando se busca integrar resultados de pesquisas diversas para apoiar recomendações teóricas e práticas em campos emergentes. Souza, Silva e Carvalho (2010) reforçam que esse procedimento é útil na área das ciências da saúde e afins, justamente por combinar rigor metodológico com flexibilidade na seleção das evidências.

O levantamento bibliográfico foi realizado em bases nacionais e internacionais, com ênfase em artigos que tratassem de agroecologia, sistemas agroalimentares sustentáveis, políticas

públicas e práticas de convivência com o Semiárido, publicados entre 2015 e 2025. Foram priorizados estudos que articulassem dimensões ambientais, produtivas e sociopolíticas da agroecologia, em especial no contexto do Semiárido brasileiro. Como critérios de inclusão, consideraram-se: (i) estudos científicos revisados por pares; (ii) trabalhos que abordassem práticas agroecológicas, experiências de transição ou políticas públicas voltadas à agricultura familiar; (iii) recorte territorial envolvendo o Nordeste ou o Semiárido brasileiro; e (iv) textos disponíveis integralmente em português, inglês ou espanhol. Foram excluídos estudos puramente técnicos, centrados apenas em respostas agrônomicas de cultivos específicos sem discussão socioambiental, bem como publicações que tratavam de “sustentabilidade” de forma genérica, sem referência à agroecologia ou à convivência com o Semiárido.

Após a leitura dos títulos e resumos, os estudos potencialmente elegíveis foram lidos na íntegra, sendo extraídas informações sobre contexto, tipo de prática agroecológica, indicadores ambientais e sociais utilizados, bem como os principais desafios e limitações relatados. O procedimento seguiu as etapas recomendadas por Whittemore e Knafl (2005) e operacionalizadas, no contexto brasileiro, por Souza, Silva e Carvalho (2010), envolvendo: formulação da questão de pesquisa, definição criteriosa das estratégias de busca, seleção dos estudos, extração e categorização dos dados e síntese interpretativa dos resultados.

Reconhece-se que esse tipo de abordagem está sujeito a viés de publicação, na medida em que experiências bem-sucedidas tendem a ser mais divulgadas do que casos de insucesso. Também há limitações quanto à concentração territorial de alguns estudos, frequentemente focados em experiências apoiadas por redes de agroecologia e políticas públicas mais consolidadas, como as articulações em torno da ASA no Semiárido. Esses limites são explicitados na discussão, justamente para reforçar a transparência e o rigor metodológico da revisão, em consonância com as recomendações de Whittemore e Knafl (2005).

Resultados e Discussão

Diagnóstico da Degradação Ambiental no Semiárido

A degradação ambiental no Semiárido nordestino é um fenômeno multifacetado, impulsionado por processos históricos de ocupação desordenada do solo, práticas agrícolas convencionais inadequadas e políticas públicas descontinuadas. Estudos recentes com sensoriamento remoto e séries temporais de uso e cobertura da terra mostram que a Caatinga vem sofrendo uma combinação de perda de vegetação nativa, expansão de agropecuária extensiva e aumento de áreas com solo exposto, configurando um cenário de alta suscetibilidade à desertificação (Vieira et al., 2015; Vieira et al., 2020; Ganem et al., 2025). Em várias sub-regiões, a proporção de cobertura natural remanescente já é inferior a 15%, com forte conversão para pastagens e sistemas agropastoris de baixa sustentabilidade (Vieira et al., 2020; Ganem et al., 2025).

As práticas de desmatamento da vegetação nativa para lenha, carvão ou expansão de áreas agrícolas e pecuárias promovem erosão do solo, perda de biodiversidade e redução de estoques de carbono. A expansão de pastagens degradadas e a substituição da Caatinga por cultivos anuais em solos rasos e pedregosos têm sido associadas a reduções significativas nos estoques de C, N e P no solo, mesmo em áreas em regeneração recente (Macedo et al., 2023; Oresca et al., 2024). A ausência de cobertura vegetal contínua agrava a perda de nutrientes, intensifica o escoamento superficial e reduz a infiltração de água e a recarga dos aquíferos, tornando os agroecossistemas mais vulneráveis a eventos extremos de seca (Macedo et al., 2023; Oresca et al., 2024).

Indicadores ambientais revelam a gravidade do cenário. Análises em escala regional apontam tendência de expansão de áreas sob risco de desertificação entre 2000 e 2016, especialmente em núcleos de uso intensivo do solo, onde a combinação entre secas recorrentes, baixa cobertura vegetal e manejo inadequado do solo acelera processos de degradação (Vieira et al., 2015; Macedo et al., 2023). Em perímetros irrigados convencionais, a salinização de solos e águas, associada ao uso de água de baixa qualidade e à drenagem deficiente, tem comprometido a produtividade agrícola e a sustentabilidade dos sistemas produtivos, embora estudos recentes demonstrem que estratégias de manejo adequadas podem recuperar parcialmente a fertilidade de solos degradados (Macedo et al., 2023; De Jesus et al., 2024).

Os impactos socioambientais da degradação ultrapassam os limites do meio físico e atingem o modo de vida das comunidades rurais. Municípios que combinam alta vulnerabilidade biofísica com baixos indicadores sociais tendem a apresentar maior êxodo rural, insegurança

hídrica e alimentar e maior dependência de políticas compensatórias de curto prazo (Vieira et al., 2015; Vieira et al., 2020). A degradação ambiental, portanto, não é apenas causa, mas também consequência da pobreza, realimentando ciclos de vulnerabilidade em territórios marcados por concentração fundiária, baixa diversificação produtiva e escassez de investimentos públicos estruturantes.

Os relatos de agricultores e agricultoras e de movimentos sociais, como a Articulação do Semiárido Brasileiro (ASA), evidenciam que a degradação ambiental é acompanhada por um sentimento de desvalorização territorial e cultural. As políticas de “combate à seca”, historicamente centradas em grandes obras hídricas e ações emergenciais, pouco incorporaram os saberes locais e as iniciativas de convivência com o Semiárido, favorecendo soluções tecnocráticas e pouco participativas. Essa lógica reducionista reforçou a dependência de insumos externos, fragilizou os sistemas produtivos locais e invisibilizou práticas tradicionais de manejo adaptadas às condições semiáridas (Da Silva et al., 2018; Perez-Marin et al., 2022; Fragoso et al., 2021).

A desertificação, processo extremo da degradação, já atinge extensas áreas do Nordeste brasileiro e tende a se intensificar sob cenários de mudanças climáticas, especialmente em municípios com baixos índices de desenvolvimento humano (Vieira et al., 2015; Vieira et al., 2020). A combinação entre aumento de eventos de seca, perda de cobertura vegetal e uso inadequado dos recursos naturais compromete a oferta de serviços ecossistêmicos essenciais, como regulação climática, ciclagem de nutrientes, fertilidade do solo e disponibilidade de água superficial e subterrânea (Vieira et al., 2015; Oresca et al., 2024).

A literatura recente indica que as estratégias adotadas até então, baseadas sobretudo em ações setoriais e fragmentadas, não têm sido suficientes para reverter o avanço da degradação. Sem monitoramento participativo e sem indicadores territoriais de sustentabilidade que articulem dimensões biofísicas e sociais, as políticas tendem a reproduzir abordagens generalistas que não dialogam com a diversidade de contextos locais (Perez-Marin et al., 2022; Vieira et al., 2020).

Portanto, o diagnóstico da degradação ambiental no Semiárido requer uma abordagem integrada, que considere dados biofísicos de longa série, os modos de vida das populações e as dinâmicas políticas e institucionais dos territórios. A superação desse quadro exige o fortalecimento de práticas sustentáveis de manejo, o reconhecimento dos conhecimentos

tradicionais e a construção de políticas públicas territorializadas, orientadas ao princípio da convivência com o Semiárido e da neutralidade em degradação de terras (Vieira et al., 2015; Macedo et al., 2023; Perez-Marin et al., 2022).

Práticas Agroecológicas em Ação

A agroecologia tem se consolidado como um paradigma alternativo ao modelo agroindustrial dominante, ao articular conhecimentos científicos e saberes tradicionais em estratégias de manejo sustentáveis, centradas na biodiversidade, na autonomia camponesa e na justiça socioambiental. Em vez de focar apenas na maximização da produtividade, a agroecologia busca equilibrar dimensões ecológicas, econômicas, sociais e culturais, promovendo a soberania e a segurança alimentar e nutricional, especialmente em contextos de vulnerabilidade como o Semiárido brasileiro (Altieri, 2018; De Jesus et al., 2024).

No Semiárido, experiências agroecológicas têm demonstrado capacidade de enfrentar limitações edafoclimáticas por meio de práticas como manejo ecológico dos solos, diversificação produtiva, consórcio entre culturas, uso de espécies adaptadas à seca e resgate de sementes crioulas. Avaliações de unidades de aprendizagem agroecológica e de redes de agricultores e agricultoras indicam aumento da resiliência produtiva frente a anos de seca, melhoria da qualidade da dieta e redução da dependência de insumos externos, à medida que se intensifica o uso de recursos locais (De Jesus et al., 2024; Bianchini et al., 2018). Do ponto de vista ecológico, sistemas agroflorestais e áreas em regeneração natural na Caatinga têm apresentado recuperação gradual de estoques de carbono e nutrientes do solo, com potencial de mitigar impactos de usos anteriores degradantes (Gonçalves; Medeiros; Matias, 2016; Oresca et al., 2024).

A agricultura familiar é protagonista nesse processo. Estudos em assentamentos rurais e territórios da agricultura familiar mostram que a adoção de práticas agroecológicas associa ganhos ambientais (redução de agroquímicos, recuperação de matas ciliares, maior cobertura do solo) a melhorias na renda e na autonomia das famílias, sobretudo quando articuladas a circuitos curtos de comercialização, como feiras agroecológicas, cestas e grupos de consumo (Maciel; Troian; Breitenbach, 2023; Dos Santos; John, 2018). Ao mesmo tempo, essas experiências

evidenciam que a transição agroecológica é gradual e conflitiva, pois convive com pressões de mercados dominados por commodities e com a persistência de tecnologias da Revolução Verde.

Políticas públicas como o Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) e o Programa de Aquisição de Alimentos (PAA) têm papel estratégico no reconhecimento e na expansão dessas práticas, ao garantirem mercado institucional para produtos da agricultura familiar, muitos deles orgânicos ou agroecológicos. Entretanto, diagnósticos recentes mostram que, apesar do potencial, a participação de alimentos agroecológicos ainda é limitada e desigual entre estados e municípios, em função de gargalos logísticos, burocráticos e de assistência técnica, além de mudanças institucionais que afetaram a continuidade desses programas (Machado et al., 2018; Dos Santos; John, 2018).

Outro elemento central é o fortalecimento das organizações sociais do campo – associações, cooperativas, redes territoriais e movimentos de agroecologia. Tais estruturas coletivas ampliam o acesso a políticas públicas, facilitam a circulação de sementes crioulas, promovem formações em manejo agroecológico e ampliam a capacidade de incidência política das comunidades rurais (Maciel; Troian; Breitenbach, 2023; Fragoso et al., 2021). As redes articuladas pela ASA Brasil, por exemplo, combinam formação política, tecnologias sociais de convivência com o Semiárido (cisternas, barragens subterrâneas, quintais produtivos) e fortalecimento dos mercados locais, com impactos concretos sobre a segurança hídrica e a produção de alimentos saudáveis (Perez-Marin et al., 2022; De Jesus et al., 2024).

A agroecologia não se limita, contudo, a um conjunto de técnicas de cultivo. Diversos autores a compreendem como movimento político e científico que disputa projetos de desenvolvimento rural, questionando a concentração de terra, a padronização alimentar e a dependência de insumos industrializados (Altieri, 2018; Candiottto, 2020). Nesse sentido, práticas como bancos comunitários de sementes, quintais produtivos agroecológicos e sistemas agroflorestais em áreas degradadas são, ao mesmo tempo, estratégias produtivas e atos de resistência sociopolítica, pois reafirmam o direito ao território, à biodiversidade e a modos de vida camponeses.

O engajamento de agricultores e agricultoras familiares com a agroecologia revela transformações profundas nos modos de produzir e se relacionar com a natureza. Estudos em territórios semiáridos destacam a centralidade das mulheres na gestão de quintais, no cuidado

com a biodiversidade cultivada e na organização de feiras agroecológicas, o que fortalece não apenas a produção de alimentos diversificados, mas também a autonomia feminina e a redistribuição de responsabilidades no âmbito doméstico e comunitário (De Alencar et al., 2018; Fragoso et al., 2021). Ainda assim, permanecem desafios estruturais, como a sobrecarga de trabalho das mulheres, a subvalorização de suas contribuições e a limitada participação em espaços formais de tomada de decisão.

Apesar das evidências de seus benefícios, a agroecologia ainda enfrenta barreiras para ser reconhecida como eixo estruturante de políticas de desenvolvimento rural no Semiárido. Entre elas, destacam-se a escassez de assistência técnica e extensão rural com abordagem agroecológica, as dificuldades de acesso a crédito compatível com processos de transição de médio e longo prazo e o predomínio de instrumentos de fomento desenhados para modelos convencionais de produção (Dos Santos; John, 2018; Maciel; Troian; Breitenbach, 2023). Mesmo assim, as experiências analisadas indicam que, quando articuladas a políticas públicas e redes territoriais, as práticas agroecológicas são capazes de aumentar a segurança alimentar e hídrica, regenerar ecossistemas e fortalecer o protagonismo das comunidades rurais (De Jesus et al., 2024; Perez-Marin et al., 2022).

Desafios e Potencialidades da Agroecologia na Região

Apesar de suas contribuições comprovadas para a sustentabilidade socioambiental, a consolidação da agroecologia no Semiárido nordestino enfrenta importantes desafios estruturais. Um dos principais é a intermitência das políticas públicas: programas que impulsionaram a construção de cisternas, quintais produtivos e sistemas agroflorestais, como o Programa Cisternas e o P1+2, sofreram descontinuidades e mudanças institucionais, produzindo instabilidade no apoio às famílias e às organizações sociais (Perez-Marin et al., 2022; De Jesus et al., 2024). Esse quadro limita a escala e a continuidade dos processos de transição agroecológica, muitas vezes dependentes de projetos de curto prazo.

A formação técnica predominante em escolas agrícolas, universidades e serviços de assistência técnica ainda é fortemente influenciada pelo paradigma da Revolução Verde, com ênfase em monocultivos, insumos químicos e produtividade de curto prazo. Tal perspectiva

difículta a incorporação de conteúdos de agroecologia, de diálogo de saberes e de metodologias participativas, contribuindo para a manutenção de um modelo produtivista e pouco atento às especificidades socioambientais do Semiárido (Altieri, 2018; Candioto, 2020). Em consequência, muitos agricultores não recebem apoio adequado para redesenhar seus agroecossistemas, e experiências locais exitosas permanecem subdocumentadas ou pouco conhecidas fora de seus territórios.

Do ponto de vista socioeconômico, a comercialização de produtos agroecológicos enfrenta gargalos relacionados à logística, à infraestrutura de armazenamento e transporte, à regularização sanitária e tributária e à competição com produtos convencionais mais baratos, frequentemente subsidiados de forma indireta. Estudos sobre feiras e redes agroecológicas mostram que, embora esses canais fortaleçam a renda e a autonomia das famílias, o escoamento da produção ainda é limitado em volume e em alcance geográfico, o que restringe a consolidação de mercados estáveis (Maciel; Troian; Breitenbach, 2023; Dos Santos; John, 2018). Isso evidencia a necessidade de políticas articuladas que integrem compras institucionais, infraestrutura de comercialização e campanhas de educação alimentar voltadas ao consumo de alimentos agroecológicos.

Outro desafio relevante refere-se ao acesso a crédito rural. Programas tradicionais de financiamento tendem a favorecer modelos padronizados, com foco em aquisições de insumos e equipamentos, e nem sempre reconhecem a diversidade de estratégias adotadas por famílias em transição agroecológica, como consórcios, sistemas agroflorestais e manejo de áreas em regeneração (Bianchini et al., 2018; Dos Santos; John, 2018). A ausência de linhas de crédito específicas para transições de médio prazo e para experiências coletivas, como cooperativas e redes territoriais, limita a capacidade de investimento em práticas agroecológicas mais complexas e de maior retorno ambiental.

Apesar desses obstáculos, as potencialidades da agroecologia no Semiárido são amplas. Experiências com sistemas agroflorestais, manejo ecológico de Caatinga e recuperação de pastagens degradadas têm demonstrado aumento da cobertura vegetal, melhoria da infiltração de água, incremento de estoques de carbono no solo e diversificação de fontes de renda, quando comparadas a sistemas convencionais (Gonçalves; Medeiros; Matias, 2016; Oresca et al., 2024). Além disso, tecnologias sociais de convivência com o Semiárido, como cisternas de consumo e

de produção, barragens subterrâneas e quintais produtivos, ampliam a autonomia hídrica das famílias e permitem maior estabilidade produtiva durante eventos de seca (Perez-Marin et al., 2022; De Jesus et al., 2024).

A agroecologia também apresenta grande potencial para articular práticas produtivas e saberes ancestrais de povos e comunidades tradicionais. O resgate e a conservação de sementes crioulas, por exemplo, têm se mostrado fundamentais para manter a diversidade genética de cultivos adaptados à seca, reduzir a dependência de sementes comerciais e fortalecer a identidade cultural das comunidades (Pacheco et al., 2021; De Jesus et al., 2024). Nessas experiências, a dimensão pedagógica é central: cada roçado, quintal ou área de Caatinga manejada agroecologicamente torna-se um espaço de aprendizagem intergeracional e de construção coletiva do conhecimento.

Iniciativas que combinam formação política, inovação social e mercados solidários, como redes territoriais de agroecologia, bancos de sementes, feiras agroecológicas e grupos de consumo responsável, evidenciam que é possível ampliar a escala das práticas agroecológicas sem perder o enraizamento territorial (Maciel; Troian; Breitenbach, 2023; Perez-Marin et al., 2022). Nesses espaços, as mulheres frequentemente desempenham papel de liderança, seja na organização das feiras, na gestão de quintais produtivos ou na articulação de redes de cuidado, o que contribui para a construção de autonomia econômica e política (De Alencar et al., 2018).

Portanto, embora os desafios sejam significativos, o Semiárido nordestino configura um terreno fértil para o fortalecimento da agroecologia, desde que haja compromisso político, suporte técnico qualificado e valorização efetiva dos saberes locais. As experiências analisadas indicam que a agroecologia se apresenta não apenas como alternativa técnica de manejo, mas como um projeto de desenvolvimento territorial capaz de articular sustentabilidade ambiental, justiça social e valorização cultural. A consolidação desse caminho depende de políticas públicas estáveis, de redes sociais robustas e de processos formativos que coloquem agricultores e agricultoras no centro da construção de soluções para o futuro do Semiárido (Maciel; Troian; Breitenbach, 2023; Perez-Marin et al., 2022).

Considerações Finais

A análise realizada neste artigo mostra que o Semiárido nordestino, embora marcado por limitações naturais e pela ação de um modelo produtivo excludente, possui grande potencial para a construção de alternativas sustentáveis ancoradas na agroecologia. A degradação ambiental que afeta a região não é um processo inevitável, mas resultado de escolhas políticas, econômicas e técnicas que desconsideram as especificidades ecológicas e sociais do território.

A agroecologia se apresenta como um caminho viável para enfrentar esse cenário, ao articular o uso racional dos recursos naturais com o fortalecimento da agricultura familiar e camponesa. Experiências com cisternas de produção, quintais produtivos, sistemas agroflorestais, manejo ecológico de solos e uso de sementes crioulas demonstram que é possível produzir alimentos de forma sustentável, ampliar a segurança hídrica e alimentar e recuperar áreas degradadas mesmo em condições climáticas adversas.

Os resultados discutidos indicam que práticas agroecológicas geram benefícios ambientais e sociais, promovendo diversificação produtiva, melhoria da qualidade de vida e maior resiliência frente às secas e às mudanças climáticas. No entanto, sua consolidação depende de políticas públicas permanentes, de assistência técnica orientada pela agroecologia, de acesso a mercados diferenciados e do reconhecimento do papel estratégico das mulheres, jovens e organizações comunitárias na condução desses processos.

Dessa forma, a agroecologia não apenas oferece respostas concretas aos desafios ambientais e sociais do Semiárido, como também aponta para um novo paradigma de desenvolvimento rural, baseado na sustentabilidade, na equidade e na justiça social. A construção desse projeto requer a articulação entre Estado, sociedade civil, universidades e comunidades rurais, em um esforço coletivo de transformação das relações entre natureza, trabalho e território.

Referências

- Alencar, E. C. P. V. de, et al. (2018). *Agroecologia como princípios na educação do campo*. Revista de Agroecologia no Semiárido, 2(1), 1–12. <https://doi.org/10.35512/ras.v2i1.1971>
- Altieri, M. A. (1995). *Agroecology: The science of sustainable agriculture* (2nd ed.). Westview Press.

- Bianchini, P. C., et al. (2018). *Núcleo de Agroecologia do Semiárido. Cadernos de Agroecologia*, 13(1).
- Bonamigo, C. A. (2020). *Agroecologia: Abordagens e princípios*. In Educação do campo: Pesquisa, estudos e práticas no Sudoeste do Paraná (pp. 263–293). Paco Editorial.
- Brasileiro, R. S. (2009). *Alternativas de desenvolvimento sustentável no semiárido nordestino: Da degradação à conservação*. Scientia Plena, 5(5).
- Candiotto, L. Z. P. (2020). *Agroecologia: Conceitos, princípios e sua multidimensionalidade*. Ambientes: Revista de Geografia e Ecologia Política, 2(2), 25. <https://doi.org/10.48075/amb.v2i2.26583>
- Facundo, A. L., et al. (2020). *Sustentabilidade e agroecologia: Técnicas de convivência com o semiárido na comunidade Trapiá, Massapê, Ceará*. Meio Ambiente e Sustentabilidade, 9(17).
- Fragoso, E. J. N., et al. (2021). *Estratégias agroecológicas na agricultura familiar do Semiárido Brasileiro: Uma revisão sistemática*. In Ambiente & sociedade: Concepções, fundamentos, diálogos e práticas para conservação da natureza (pp. 252–266). Editora Científica Digital. <https://doi.org/10.22533/at.ed.629221304>
- Gamarra-Rojas, G., & Fabre, N. (2017). *Agroecologia e mudanças climáticas no Trópico Semiárido*. Redes: Revista do Desenvolvimento Regional, 22(2), 174–188. <https://doi.org/10.17058/redes.v22i2.9359>
- Gomes, F. I. B. P., & Zanella, M. E. (2023). *Histórico, causas e características da semiaridez do Nordeste do Brasil*. Geografares, 37. <https://doi.org/10.47456/geo.v3i37.41515>
- Jesus, E. N. de, et al. (2024). *Práticas agroecológicas & a sustentabilidade do semiárido brasileiro*. Brazilian Journal of Animal and Environmental Research, 7(2), e69355–e69355. <https://doi.org/10.34188/bjaerv7n2-054>
- Lacerda, F. F., et al. (2022). *Conceito de sistemas agrovoltáticos no Nordeste: Uma solução de desenvolvimento ecossustentável para o Semiárido nordestino*. Revista do Departamento de Geografia, 42, e189543–e189543. <https://doi.org/10.11606/eISSN.2236-2878.rdg.2022.189543>
- Lucena, C. Y. de S., et al. (2023). *A Serra de Santana no semiárido nordestino: Aspectos geográficos e possibilidade de práticas sustentáveis*. Revista Geográfica de América Central, 70, 448–475. <https://doi.org/10.15359/rgac.70.19>

- Macedo, R. S., et al. (2023). *Efeitos da degradação nos atributos de solos sob caatinga no semiárido brasileiro*. Revista Árvore, 47, e4702. <https://doi.org/10.1590/1806-908820230000002>
- Maciel, M. D. A., Troian, A., & Breitenbach, R. (2023). *Inovação e sustentabilidade: As práticas da agricultura familiar agroecológica em Santana do Livramento/RS*. Revista Grifos, 32(60), 1–23. <https://doi.org/10.22295/grifos.v32i60.7323>
- Oliveira, I. V. de, et al. (2020). *Agroecologia: Alguns conceitos e princípios*. Cadernos de Agroecologia, 15(4).
- Pacheco, C. S. G. R., et al. (2021). *A transição agroecológica como caminho para a sustentabilidade de agrossistemas: Um diálogo entre MacRae, Hill e Gliessman*. In Ambiente & sociedade: Concepções, fundamentos, diálogos e práticas para conservação da natureza (pp. 188–203). Editora Científica Digital. <https://doi.org/10.37885/210504841>
- Santos, C. S. dos, & John, N. S. (2018). *O desenvolvimento rural e a agroecologia: Uma alternativa para sustentabilidade ambiental*. Brazilian Journal of Development, 4(6), 3053–3063. <https://doi.org/10.34117/bjdv4n6-310>
- Silva, D. V. da, et al. (2018). *Agroecologia e convivência com o Semiárido Brasileiro: Uma análise preliminar*. Diversitas Journal, 3(1), 76–84. <https://doi.org/10.17648/diversitas-journal-v3i1.547>
- Silva, V. P. da, & França, G. L. dos S. (2018). *Percepções de mudanças do clima, impactos e adaptação para sertanejos do semiárido*. Revista Brasileira de Climatologia, 22. <https://doi.org/10.5380/abclima.v22i0.55958>
- Silva, V. R. da. (2021). *A complexidade da agroecologia no caminhar para agroecossistemas e sociedades sustentáveis: Uma mirada desde o Semiárido de Pernambuco* [Tese de Doutorado, Universidade Federal de Pernambuco]. Repositório Digital da UFPE. <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/41466>.
- Souza, J. C. B. de, et al. (2024). *A agricultura familiar de subsistência em convívio com o clima semiárido nordestino: O caso da Comunidade do Sítio Jatobá de São Miguel no Município de Aurora-CE*. Contribuciones a las Ciencias Sociales, 17(1).
- Souza, S. D. G. de, Souza, A. C. N. de, & Sousa, M. L. M. de. (2023). *A desertificação nas pesquisas de degradação ambiental no semiárido brasileiro: Uma revisão sistemática integrativa da literatura*. Boletim de Geografia, 41. <https://doi.org/10.4025/bolgeogr.v41.a2023.e64785>

Aplicação da função Cobb-Douglas para análise de produtividade no setor de flores e plantas ornamentais no Brasil

Application of the Cobb-Douglas function for productivity analysis in the flower and ornamental plant sector in Brazil

Domingos Isaias Maia Amorim¹, Ana Carolina Mendes²

DOI: 10.52719/bjas.v7i1.7984

Resumo

Este trabalho teve como objetivo analisar a produtividade no setor de flores e plantas ornamentais por meio da aplicação de modelos econométricos, com destaque para a função de produção Cobb-Douglas. A pesquisa utilizou dados secundários de produtores do setor, considerando variáveis como valor de venda, número de estabelecimentos e área cultivada, com o intuito de verificar a contribuição de cada fator na formação do produto. Os resultados obtidos indicaram forte heterogeneidade entre os produtores e sugeriram a existência de retornos decrescentes à escala, especialmente em relação à expansão da área, o que pode ter sido associado a ineficiências técnicas, subutilização da capacidade produtiva e desafios gerenciais. Esses achados reforçaram a importância de estratégias voltadas à qualificação da gestão e à otimização do uso dos fatores produtivos. O estudo contribuiu para a compreensão da dinâmica produtiva do setor e ofereceu subsídios para políticas públicas e decisões empresariais voltadas ao aumento da eficiência e sustentabilidade na cadeia de flores e plantas ornamentais.

Palavras-chave: Produção agrícola; cadeia produtiva de flores; função de produção; economia da produção; rendimento.

Abstract

This study aimed to analyze productivity in the ornamental flowers and plants sector through the application of econometric models, with an emphasis on the Cobb-Douglas production function. The research used secondary data from producers in the sector, considering variables such as sales value, number of establishments, and cultivated area, in order to assess the contribution of each factor to the output. The results indicated strong heterogeneity among producers and suggested the presence of decreasing returns to scale, especially concerning land expansion. This may have been related to technical inefficiencies, underutilization of productive capacity, and managerial challenges. These findings highlighted the importance of strategies focused on management improvement and optimization of production factor use. The study contributed to the understanding of the sector's productive dynamics and offered insights for public policy and business decisions aimed at increasing efficiency and sustainability in the flowers and ornamental plants supply chain.

Keywords: Agricultural production; flower supply chain; production function; production economics; yield.

¹ Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil, domingos_isaias@hotmail.com

² Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil, carol-mendes7@hotmail.com

Introdução

O Brasil possui diversos produtos agropecuários que apresentam forte importância para a nossa economia, destacando-se entre eles a floricultura, que constitui uma das mais dinâmicas áreas do agronegócio brasileiro, sendo reconhecida como o conjunto de atividades produtivas e comerciais relacionadas ao mercado de flores e plantas com finalidades ornamentais (Olivera et al., 2021; Sistema Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas [SEBRAE], 2015). Esse setor contribui de forma significativa para a economia do Brasil, pelo alto valor agregado e pelo rápido retorno do capital investido, em função do cultivo de espécies de ciclo curto (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária [EMBRAPA], 2005) e da ampla diversidade de variedades de flores e plantas ornamentais, o que levou seu cultivo a escalas comerciais para algumas espécies, destacando-se a região sudeste e o estado de São Paulo como o maior produtor de flores e plantas ornamentais do país (Instituto Brasileiro de Floricultura [IBRAFLOR], 2015).

Como já apresentado, a floricultura brasileira vem se tornando uma atividade econômica com grande relevância no agronegócio do País, em razão do crescimento anual significativo da produção de flores e plantas (Pierog, 2016), apresentando-se como uma grande alternativa para diversas propriedades rurais, que muitas vezes são consideradas inviáveis para outras atividades agropecuárias (Muraro et al., 2019). Segundo Marques e Caixeta Filho (2003) as flores e plantas ornamentais possuem valores emocionais e econômicos representados como: valor estético devido as suas cores e perfumes, valores medicinais, valores ecológicos devido a sua capacidade de purificação do ar, assim como matéria prima para perfumes e cosméticos. Desse modo, nos últimos anos passou a desenvolver-se pela evolução favorável de indicadores socioeconômicos, pelas melhorias no sistema de distribuição destas mercadorias e pela expansão da cultura do consumo das flores (SEBRAE, 2015).

No setor agrícola, o cultivo de flores e plantas ornamentais apresentou crescimento de 42,4% entre os anos de 2017 a 2022, superando o desempenho do agronegócio brasileiro no mesmo período. Isso destaca o segmento como uma opção promissora para diversificação e geração de renda, especialmente em propriedades menores (Centro de Estudos Avançados em

Economia Aplicada [CEPAE] e IBRAFLORE, 2023). No entanto, este crescimento apresenta-se bastante irregular nos diversos estados brasileiros (Junqueira & Peetz, 2014), em razão da sua alta perecibilidade e a sazonalidade do seu consumo, que ocorre principalmente em datas comemorativas como dia internacional da mulher, dia das mães, dia dos namorados, dia de finados e festas de fim de ano. Entretanto nos últimos anos, a cadeia produtiva de flores e plantas ornamentais do Brasil iniciou um processo de grandes transformações, alterando a forma de consumo que previamente eram feitas para composição de jardins, introduzindo o consumo de plantas de exterior, principalmente vasos, para decorações de interiores tanto em prédios como em casas, que geralmente possuem projetos paisagísticos, ocasionando o aumento do consumo de flores e plantas ornamentais, levando ao aumento de produção (Brainer, 2019).

Dessa forma, este trabalho tem como objetivo realizar um estudo descritivo e demonstrar a aplicação da Função Cobb-Douglas ao setor de flores e plantas ornamentais no Brasil, utilizando dados de produção e insumos extraídos dos Censos Agropecuários de 2006 e 2017, disponibilizados pelo IBGE.

Metodologia

De acordo com o objetivo deste estudo, é fundamental apresentar a base de dados utilizada para analisar o impacto de diferentes determinantes produtividade no setor de flores e plantas ornamentais no Brasil, assim como o modelo teórico que será aplicado na investigação.

Base de dados

Os dados utilizados nesta pesquisa foram extraídos dos Censos Agropecuários de 2006 e 2017, disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [IBGE] por meio do acesso aos microdados públicos no portal da instituição. Esses dados forneceram informações detalhadas sobre o cultivo de flores e plantas ornamentais no Brasil, permitindo análises econômicas, produtivas e socioeconômicas. As variáveis selecionadas para o estudo são descritas na Tabela 1.

Tabela 1. Variáveis utilizadas no estudo de análise de produtividade no setor de flores e plantas ornamentais no Brasil. 2006 e 2017.

Representação	Variável	Descrição
ANO	Ano	Os anos de 2006 e 2017 foram utilizados para identificar mudanças e tendências no setor ao longo do tempo.
REG	Região	Região: Representa a divisão territorial do Brasil em cinco grandes regiões (Norte (N), Nordeste (NE), Centro-Oeste (CO), Sudeste (SE) e Sul (S)), possibilitando a análise das diferenças regionais na produção e distribuição dos recursos.
VDV	Valor de Venda	Indica o montante arrecadado com a venda de flores e plantas ornamentais. Essa variável reflete o impacto econômico do setor e sua importância em diferentes regiões.
AC	Área (ha)	Avalia o uso da terra no setor de flores e plantas ornamentais e permite analisar a relação entre área cultivada e produtividade.
NDE	Número de Estabelecimentos	Representa a quantidade de propriedades rurais que reportaram produção de flores e plantas ornamentais, fornecendo uma visão da concentração de produtores e da distribuição da atividade econômica.

Fonte: Dados originais da pesquisa.

Os dados foram inicialmente organizados em tabelas no Excel para facilitar a estruturação e o entendimento das informações, onde também os valores de venda foram deflacionados de forma a corrigi-los para valores reais equivalentes ao ano de 2017, sendo este o período final da análise. Para o cálculo, foi utilizado o Índice de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA), calculado pelo IBGE.

Após o processamento dos dados, foi viável realizar tanto análises descritivas quanto inferenciais. De acordo com Babbie (2003), a análise descritiva é fundamental para oferecer uma visão geral dos dados, permitindo a identificação de padrões ao longo do tempo. Nesse sentido, uma análise descritiva foi realizada para traçar um panorama da produção ao longo dos anos, o que possibilitou a identificação de padrões regionais e econômicos. Em seguida, foram

conduzidas análises estatísticas mais aprofundadas, com o intuito de examinar as relações entre as variáveis e identificar possíveis tendências ou disparidades no setor.

Modelo Econométrico

Neste estudo, adotou-se a Função de Produção Cobb-Douglas para modelar a relação entre o valor de vendas de flores e plantas ornamentais (Y) e os fatores de produção número de estabelecimentos e área cultivada (X_i). Após a linearização logarítmica, a forma funcional estimada foi:

$$\ln(Y_{it}) = \alpha + \beta_1 \ln(X_{1,it}) + \beta_2 \ln(X_{2,it}) + u_{it}$$

Essa especificação log-linear permite a estimação dos parâmetros por meio de modelos de dados em painel, possibilitando controlar a heterogeneidade entre regiões e ao longo do tempo. Os coeficientes estimados (β_i) representam elasticidades da produção em relação a cada fator, enquanto sua soma permite avaliar os retornos à escala.

Para avaliar os impactos dos diferentes determinantes na produtividade do setor de flores e plantas ornamentais no Brasil, cada região foi analisada individualmente. Essa abordagem considera que as características regionais e políticas locais podem gerar efeitos distintos sobre a produtividade (Felema e Spolador, 2023; Galeano e Feijo, 2010). A análise regional é fundamental, pois as especificidades socioeconômicas e ambientais de cada localidade influenciam diretamente a dinâmica produtiva (Sabourin et al., 2021). Além disso, a diversidade de práticas agrícolas e a adoção de tecnologias variam significativamente entre as regiões, o que pode resultar em níveis de produtividade distintos (Ferreira et al., 2023).

A utilização de dados em painel deve-se à disponibilidade de dados de corte para todas as regiões brasileiras nos dois períodos supracitados, além de ter como vantagem a possibilidade de desconsiderar e contrastar pressupostos que estão implícitos na análise de dados em cortes transversais (Felema & Spolador, 2023). A metodologia de dados em painel permite uma análise mais robusta, pois considera tanto a variação entre as regiões quanto a variação ao longo do tempo, possibilitando uma compreensão mais profunda dos fatores que afetam a produtividade (Galeano & Feijo, 2010). Essa abordagem é especialmente relevante no contexto

do setor de flores e plantas ornamentais, onde a integração de dados regionais e temporais pode revelar tendências e padrões que não seriam visíveis em análises isoladas (Muraro et al., 2019).

Utilizou-se um modelo de dados em painel equilibrado, o que implica que o número de observações é o mesmo para cada unidade seccional. Especificamente, consideram-se unidades de corte transversal $(i = 1, \dots, n)$ possuem $n > 1$ e períodos $(t = 1, \dots, T)$ com $T > 1$ (Greene, 2000; Johnston & Dinardo, 2001; Wooldridge, 2010). O modelo geral de dados em painel é representado pela Equação (1):

$$y_{it} = X_{it}^j \beta + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

Sendo y_{it} o valor da variável dependente para a unidade i no instante t ; X_{it}^j é o valor da j -ésima variável explicativa correspondente à unidade i no instante t (onde há $j = 1, \dots, K$); e ε_{it} o termo de erro para i -ésima unidade em t .

Em modelos de dados em painel, os termos de ε_{it} , são formados por componentes que variam com i , mas permanecem constantes ao longo do tempo, podendo estar correlacionado com as variáveis explicativas, representado por α_{it} e um componente que varia não sistematicamente com i e t , representado por μ_{it} (Wooldridge 2010).

O efeito do α_{it} , quando não correlacionado com X_{it} , caracteriza o modelo como sendo de efeitos aleatórios [EA], e caso contrário o modelo de efeitos fixos [EF]. O pressuposto de que α_{it} não está correlacionado com as variáveis explicativas é suficiente para que o estimador por mínimos quadrados ordinários seja não viesado (Galeano e Feijo, 2010). No entanto, quando o modelo adotado é o de EA, o método de mínimos quadrados generalizados produz estimativas mais eficientes de β , que representa o vetor de coeficientes das variáveis explicativas X_{it}^j e indica o efeito de cada fator de produção sobre a variável dependente.

O método permite a utilização de dois estimadores com propriedades distintas. Quando os efeitos individuais não estão correlacionados com as variáveis explicativas, o estimador de efeitos aleatórios (EA) é tanto consistente quanto eficiente, neste caso o estimador de efeitos fixos (EF) permanece consistente, mas não eficiente. Por outro lado, se houver correlação entre os efeitos e as variáveis explicativas, o estimador de EF torna-se consistente e eficiente, enquanto o de EA passa a ser não consistente (Ouyang e Yang, 2024; Purnomo, 2020). Para decidir entre as duas especificações, utiliza-se o teste de Hausman. Sob a hipótese nula de que

o estimador de EA é o mais adequado, a estatística do teste segue uma distribuição assintótica qui-quadrado com k (número de regressores) graus de liberdade (Ouyang & Yang, 2024; Zhang & Sharon, 2023). Para a estimação foi utilizado o *software* StataMP, versão 17.0.

Resultados e Discussão

Análise descritiva

A análise descritiva dos dados de produção brasileira de flores e plantas ornamentais de 2006 exibidos na Tabela 2 destaca diferenças regionais significativas relacionadas ao valor de vendas, área de propriedade e número de instalações agrícolas. Estas diferenças refletem as especificidades econômicas e estruturais das regiões, com destaque para a elevada dispersão das observações.

Observa-se que a região Sudeste lidera em valor médio de venda (R\$ 57.221.178), área média (11.175 hectares) e 596 números de estabelecimentos. Contudo, o coeficiente de variação entre todas as variáveis é também o mais elevado de todas as regiões (valor de vendas 142, área 153 e número de estabelecimentos 84), indicando uma elevada dispersão destes valores, refletindo a coexistência de grandes e pequenos produtores. Na região Norte, a escala de produção é a menor entre os estados brasileiros, com as menores médias do valor de vendas (349.125 reais), área (38 hectares) e número de estabelecimentos (15).

As demais regiões apresentam valores intermediários de venda, destacando-se o Sul pela menor variabilidade nas áreas (17%) e no número de estabelecimentos (37%), indicando maior padronização na produção, característica também observada, em menor grau, no Centro-Oeste. Já a região Nordeste pode-se identificar maior variação na quantidade de áreas e estabelecimentos.

Tabela 2. Análise descritiva da produção de flores e plantas ornamentais por região (REG) e para as variáveis valor de venda (VDV – R\$), área cultivada (AC – há) e número de estabelecimentos (NDE) - Ano 2006.

REG	Varáveis	Média	p25	p50	p75	desvio padrão	coeficiente de variação	máximo	mínimo
N	VDV	349.125	62.534	159.129	445.720	413.537	118	1.051.634	26.610
	AC	38	18	25	45	29	77	88	16

	NDE	15	7	8	16	13	91	38	5
NE	VDV	3.882.365	88.346	406.603	3.763.742	5.540.668	143	15.184.827	50.027
	AC	114	13	20	229	147	129	444	7
	NDE	55	12	27	99	56	102	163	9
CO	VDV	916.454	382.388	418.312	952.378	930.387	102	2.525.837	303.356
	AC	253	216	277	314	75	30	323	134
	NDE	37	26	35	46	15	41	59	19
SE	VDV	57.221.178	10.914.693	14.785.675	61.092.159	81.356.308	142	197.817.871	1.495.492
	AC	11.175	1.291	1.775	11.659	17.100	153	40.776	373
	NDE	596	336	447	708	499	84	1.418	73
S	VDV	14.178.963	5.417.298	6.752.597	19.227.444	12.438.738	88	31.702.292	4.082.000
	AC	547	480	484	582	94	17	680	476
	NDE	278	206	217	319	102	37	421	195

Fonte: Resultados originais da pesquisa.

A análise descritiva dos dados de 2017 exibida na Tabela 3, evidência novamente disparidades regionais significativas no setor de flores e plantas ornamentais no Brasil, com as regiões Sudeste e Sul apresentando melhor desempenho no valor de vendas, área e número de estabelecimentos. No entanto o Sudeste continua liderando, com o maior valor médio de venda (R\$ 198.425.750), a maior área média (16.463 ha) e o maior número de estabelecimentos (1.273) ocorrendo uma alta variabilidade entre os valores, indicando concentração de recursos em grandes propriedades. Já o Sul destaca-se pela homogeneidade, com valores médios de venda mais equilibrados de R\$ 23.952.667 e baixa dispersão (Coeficiente de variação de 24), reforçando a padronização produtiva.

No Nordeste, a média de vendas é de R\$ 8.730.000, mas a alta desigualdade interna (Coeficiente de variação 197) revela desafios estruturais e a presença simultânea de pequenos e grandes produtores. O Centro-Oeste e o Norte mesmo com o crescimento em valor de venda, área e número de estabelecimentos possuem valores médios menores e variabilidade moderada, sugerindo maior estabilidade, mas com limitações em escala produtiva.

Tabela 3. Análise descritiva da produção de flores e plantas ornamentais por região (REG) e para as variáveis valor de venda (VDV – R\$), área cultivada (AC – há) e número de estabelecimentos (NDE) - Ano 2017.

REG	Varáveis	Média	p25	p50	p75	desvio padrão	coeficiente de variação	máximo	mínimo
N	VDV	1.740.500	763.000	1.250.000	2.227.500	1.601.554	92	4.371.000	91.000
	AC	1.97163	51844	1.96063	3.41282	1.45523	74	3.45291	51234
	NDE								

NE	VDV	8.730.00			6.368.00	17.199.1		55.866.0	
		0	144.000	840.000	0	33	197	00	52.000
	AC	1.609	542	890	2.053	1.754	109	5.894	242
	NDE	153	25	71	169	162	106	441	21
CO	VDV	3.268.50	1.712.0	3.474.0	5.030.50	2.027.79		5.560.00	
		0	00	00	0	1	62	0	566.000
	AC	1.548	1.164	1.385	1.769	688	44	2.653	771
	NDE	89	76	87	100	32	36	137	47
SE	VDV	198.425.	36.331.	67.479.	229.574.	263.860.		652.647.	6.097.0
		750	000	500	250	316	133	000	00
	AC	16.463	6.304	10.940	21.099	14.186	86	40.062	3.908
	NDE	1.273	755	1.018	1.536	944	74	2.810	245
S	VDV	23.952.6	21.155.	26.063.	27.805.0	5.630.62		29.547.0	16.248.
		67	500	000	00	9	24	00	000
	AC	6.052	5.765	6.206	6.416	542	9	6.625	5.324
	NDE	657	611	613	682	66	10	751	608

Fonte: Resultados originais da pesquisa.

Entre 2006 e 2017, o setor de flores e plantas ornamentais no Brasil apresentou crescimento significativo, mas as disparidades regionais se mantiveram evidentes. Este cenário é consistente com estudos que discutem a heterogeneidade do agronegócio brasileiro e as condições desiguais de desenvolvimento regional (Belik, 2015).

O Sudeste consolidou sua posição como principal polo produtivo, pois a essa região concentra a maior parcela de produtores tendo o estado de São Paulo com 56% na participação da produção do setor, destacando-se pela alta produtividade e pelos preços mais elevados das mercadorias, em comparação com outros estados. Além disso, o fácil acesso a fornecedores, investimentos em tecnologia, maior capacitação, forte espírito de cooperativismo e associativismo, e melhor acesso ao mercado são fatores que contribuem para esse desempenho positivo (Olivera et al., 2021).

A região Sul destacou-se pelo crescimento homogêneo e sua menor variabilidade interna demonstra uma estrutura consolidada e estável. Segundo o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada [IPEA], 2019 essa estabilidade pode ser explicada pela presença de cooperativas e pela maior oferta em assistência técnica e padronização nas práticas agrícolas, que promovem uma produção mais uniforme e estruturada, favorecendo o crescimento sustentável do setor.

As regiões Norte e Nordeste ainda enfrentam desafios estruturais consideráveis e diversas barreiras ao desenvolvimento, resultando em progressos limitados devido à baixa escala produtiva e à elevada desigualdade. Segundo estudos como o de Lima et al., 2022 o baixo

nível de modernização dessas regiões pode ser atribuído a fatores como questões ambientais, especialmente a seca, deficiências na infraestrutura logística, atraso tecnológico e dificuldades no acesso a crédito e assistência técnica.

O Centro-Oeste manteve um perfil estável ao longo do período analisado, com sutil aumento no número de estabelecimentos e predominância de propriedades de médio porte. Conforme identificado por Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada [IPEA], 2020, esse crescimento está relacionado à ampliação das áreas cultiváveis e à concentração em grandes culturas, no entanto enfrenta desafios significativos, como a falta de diversificação e infraestrutura adequada.

Função Cobb-Douglas para análise de produtividade no setor de flores e plantas ornamentais

O modelo econométrico estimado, conforme especificado na Metodologia, segue a forma log-linear da função de produção Cobb-Douglas, sendo definido como apresentado na Equação (3):

$$\ln(valorvenda_{it}) = \alpha + \beta_1 \ln(area_{it}) + \beta_2 \ln(n_{estab_{it}}) + \mu_{it} \quad (3)$$

Em que: $\ln(valorvenda_{it})$ é o logaritmo natural do valor de vendas de flores e plantas ornamentais; $\ln(area_{it})$ é o logaritmo natural da área cultivada e; $\ln(n_{estab_{it}})$ é o logaritmo natural do número de estabelecimentos.

Foram estimados seis modelos: Mínimos Quadrados Ordinários Ponderado [POLS_rob], Between Estimator [BE], Efeitos Fixos [FE], Efeitos Fixos Robustos [FE_rob] para corrigir problemas como heterocedasticidade e autocorrelação nos resíduos Efeitos Aleatórios [RE] e Efeitos Aleatórios Robustos [RE_rob] em que os erros-padrão são ajustados para serem robustos à heterocedasticidade e/ou autocorrelação. Os coeficientes estimados e suas respectivas significâncias estatísticas estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4. Comparação de Estimativas: Mínimos Quadrados Ordinários, Efeitos Entre Grupos, Efeitos Fixos e Efeitos Aleatórios

Variáveis	POLS_ro b	BE	FE	FE_rob	RE	RE_rob
Lnarea	0,0558	0,7802*	-0,2973	-0,2973*	-0,1682	-0,1682*
Lnn_estab	1,2911** *	0,5958	1,7667** *	1,7667** *	1,5297** *	1,5297** *
constante	8,3895** *	6,9484***	8,4794** *	8,4794** *	8,7293** *	8,7293** *
N	48	48	48	48	48	48
R^2	0,7598	0,8217	0,6894	0,6894		
R^2_α		0,6891	0,7367	0,7367	0,7494	0,7494
R^2_β		0,8217	0,7427	0,7581	0,7427	0,7581
R^2_w		0,4839	0,6894	0,6894	0,6795	0,6795
F	56,6176	48,4057	24,4250	42,2050		
χ^2					120,4943	159,5384

Fonte: Resultados originais da pesquisa, 2025.

Nota: * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$

Os resultados indicam que a variável logaritmo natural do número de estabelecimentos [lnn_estab] apresenta um coeficiente altamente significativo ($p < 0,001$) em todos os modelos, variando entre 0,595 (BE) e 1,767 (FE). Isso sugere que um aumento no número de estabelecimentos está associado a um impacto positivo substancial na variável dependente, independentemente da especificação do modelo adotado.

A variável logaritmo natural da área [lnarea] apresenta resultados contrastantes entre os modelos. No modelo BE, seu coeficiente é positivo e significativo (0,780, $p < 0,05$), indicando uma relação positiva entre a área e a variável dependente. No entanto, nos modelos FE_rob e RE_rob, o coeficiente se torna negativo e significativo (-0,297 e -0,168, respectivamente, $p < 0,05$), sugerindo que, ao controlar por efeitos fixos e aleatórios, a relação entre área e a variável dependente pode ser negativa.

Os coeficientes de determinação [R^2] mostram diferenças relevantes entre os modelos. O modelo BE apresenta o maior R^2 total (0,822), sugerindo que ele explica melhor a variabilidade total da variável dependente. Por outro lado, os modelos FE apresentam R^2 dentro em torno de 0,689, indicando um bom ajuste para a variação dentro das unidades individuais. Os modelos de efeitos aleatórios também apresentam valores razoáveis de ajuste (R^2_α de 0,749 e R^2_β de 0,758 para RE_rob).

Os testes de significância global também confirmam a relevância dos modelos. O teste F nos modelos POLS_rob, BE e FE indica que as variáveis explicativas são estatisticamente

significativas no ajuste do modelo. No caso dos modelos de efeitos aleatórios, o teste qui-quadrado também é significativo ($\chi^2 = 120,4943$ para RE e $159,5384$ para RE_rob), reforçando a validade desses modelos.

Para determinar a especificação mais apropriada, foi realizado o teste de Hausman, que compara os modelos de efeitos fixos e aleatórios e encontra-se na Tabela 5. O resultado foi significativo ($\chi^2 = 7,28$, $p = 0,0262$), rejeitando a hipótese nula de que os efeitos aleatórios são eficientes. Isso indica que os efeitos fixos são preferíveis, pois fornecem estimativas consistentes mesmo na presença de correlação entre os efeitos individuais e as variáveis explicativas. Portanto, os modelos FE e FE_rob são os mais adequados para a análise.

Tabela 5. Resultado do Teste de Hausman

Variável	Coefficiente (FE)	Coefficiente (RE)	Diferença (b-B)	Erro-padrão
lnarea	-0,2974	-0,1682	-0,1291	0,1256
lnn_estab	1,7667	1,5298	0,2370	0,3711
Qui-quadrado (χ^2)	7,28		p-valor	0,0262

Fonte: Resultados originais da pesquisa.

A escolha do modelo adequado tem implicações importantes para a interpretação dos resultados. O modelo de efeitos fixos controla para heterogeneidade inobservável entre as unidades amostrais, proporcionando estimativas mais robustas quando existe correlação entre os efeitos individuais e as variáveis explicativas. Assim, com base no teste de Hausman, os resultados subsequentes serão interpretados a partir do modelo de Efeitos Fixos Robustos.

Além disso, o modelo robusto (FE_rob) é recomendado em caso de heterocedasticidade ou autocorrelação. Como os modelos robustos apresentaram resultados semelhantes aos seus equivalentes não robustos, recomenda-se a utilização deles para corrigir possíveis problemas de heterocedasticidade.

A Tabela 6 apresenta os resultados da regressão FE_rob. Método que controla a heterogeneidade não observada dentro de cada unidade do painel. O modelo explica aproximadamente 69% da variação dentro dos grupos ($R^2_{\text{within}} = 0.6895$), 74% da variação entre os grupos ($R^2_{\text{between}} = 0.7427$) e 73% da variabilidade total ($R^2_{\text{overall}} = 0.7367$). O teste F indica que o modelo é estatisticamente significativo ($F(2,23) = 42,21$, $p < 0,000p < 0,000p < 0,000$), reforçando a adequação da especificação escolhida.

Tabela 6. Estimativas do Modelo de Efeitos Fixos com Erros Robustos

Variável	Coefficiente	Erro-Padrão	Estatística t	Valor p	Intervalo de Confiança (95%)
lnarea	-0,2974	0,1372	-2,17	0,0410	[-0,5812, -0,0135]
lnn_estab	1,7667	0,3275	5,39	0,0000	[1,0892, 2,4443]
Constante	8,4794	0,7456	11,37	0,0000	[6,9371, 10,0218]

Fonte: Resultados originais da pesquisa.

Os coeficientes estimados mostram que a variável lnn_estab (log do número de estabelecimentos) apresenta um impacto positivo e altamente significativo sobre lnvalorvenda ($\beta = 1,7667, p < 0,001$), sugerindo que um aumento no número de estabelecimentos está associado a um crescimento substancial no valor de venda. Esse resultado pode ser explicado pelo aumento da especialização, troca de conhecimento e melhor estrutura de mercado entre produtores da mesma região, conforme analisado por Perobelli et al. (2007). Isso também foi observado no estudo de Scherer e Porsse (2017), que analisaram o setor no Brasil.

Por outro lado, a variável lnarea (log da área) exibe um coeficiente negativo e significativo ($\beta = -0.2973, p = 0.041$), indicando que, ao controlar por efeitos fixos, um aumento na área está associado a uma redução no valor de venda. Esse resultado sugere que fatores não observados, fixos ao longo do tempo dentro das unidades analisadas, podem estar influenciando essa relação, apontando para possíveis ganhos de escala ineficientes ou para a presença de áreas menos produtivas.

Segundo o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada [IPEA], (2019), tal situação pode ser atribuída a possíveis ineficiências técnicas, à subutilização da capacidade produtiva ou à incorporação de parcelas com produtividade marginal decrescente. Tais resultados reforçam a importância de se considerar a estrutura organizacional e gerencial das propriedades, uma vez que áreas maiores podem apresentar desafios adicionais de manejo e logística, impactando negativamente a produtividade total (Leão et al., 2022).

O valor de rho ($\rho = 0.769$) indica que cerca de 77% da variabilidade total do modelo é explicada por diferenças entre as unidades do painel, o que reforça a importância de considerar efeitos individuais fixos na modelagem. Assim, os resultados confirmam a robustez do modelo de efeitos fixos na análise proposta. Tal valor sinaliza forte heterogeneidade entre os produtores, o que é compatível com a natureza diversificada e segmentada da cadeia produtiva de flores e plantas ornamentais no Brasil (CEPEA e IBRAFLOR, 2023).

Considerações Finais

Ao longo deste trabalho, buscou-se compreender a produtividade no setor de flores e plantas ornamentais com base em modelos econométricos, especialmente por meio da aplicação da função de produção Cobb-Douglas. A escolha desse modelo se mostrou adequada, pois permitiu analisar de forma objetiva a relação entre os fatores produtivos como valor de venda, número de estabelecimentos e área cultivada e a produção final do setor.

Os resultados encontrados apontam para uma significativa heterogeneidade entre os produtores, o que é compatível com a natureza fragmentada e diversificada da cadeia produtiva no Brasil. Além disso, foi possível observar indícios de retornos decrescentes à escala, especialmente relacionados à área cultivada, o que pode estar ligado a desafios de manejo e organização das propriedades.

Tais resultados reforçam a relevância de se ampliar a análise para além dos fatores físicos de produção, incorporando dimensões relacionadas à gestão e à estrutura organizacional das propriedades. Em contextos nos quais a eficiência técnica ainda não é plenamente alcançada e a ampliação da escala produtiva não resulta, necessariamente, em maior produtividade, torna-se fundamental a formulação de estratégias setoriais voltadas à qualificação técnica e gerencial, de modo a promover ganhos de eficiência e sustentabilidade no setor. Assim, acredita-se que este trabalho contribui para o debate sobre a produtividade no setor de flores e plantas ornamentais e reforça a necessidade de um olhar mais analítico e estratégico sobre sua gestão produtiva.

Referências

Babbie, E. (2003). *Métodos de pesquisa de survey* (2a ed.). UFMG.

[https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/321802/mod_resource/content/1/BABBIE_ca
ps%2013%20e%2014.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/321802/mod_resource/content/1/BABBIE_ca
ps%2013%20e%2014.pdf)

- Belik, W. (2015). A heterogeneidade e suas implicações para as políticas públicas no rural brasileiro. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 53(1), 9–30.
<https://doi.org/10.1590/1234-56781806-9479005301001>
- Brainer, M. S. C. P. (2019). *Flores e plantas ornamentais* (4a ed.). Caderno Setorial Etene. Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada [CEPEA] & Instituto Brasileiro de Floricultura [IBRAFLOR]. (2023). *Cadeia de flores e plantas ornamentais brasileira – PIB e empregos 2017-2022*.
<https://cepea.esalq.usp.br/upload/kceditor/files/Relat%C3%B3rio%20Flores%20e%20plantas%20ornamentais%20-%202017-2022.pdf>
- Corbin, A. (2001). Country specific effect in the Feldstein–Horioka paradox: A panel data analysis. *Economics Letters*, 72(3), 297–302.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária [EMBRAPA]. (2005). *O setor produtivo de flores e plantas ornamentais nos Coredes Sul e Centro-Sul do Rio Grande do Sul*.
<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/744874>
- Felema, J., & Spolador, H. (2023). Decomposição espacial do crescimento da produtividade total dos fatores (PTF) da agropecuária brasileira. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 61(3), e260708.
- Ferreira, T., Pêgo, R., Silva, K., Xavier, M., & Carmo, M. (2023). Efeitos do paclobutrazol na produção e qualidade de pimenteiros de vaso com potencial ornamental. *Delos Desarrollo*, 16(44), 1382–1401.
- Galeano, E., & Feijo, C. (2010). Determinantes do crescimento econômico desigual entre as regiões brasileiras: Uma avaliação da produtividade, da inovação e do gap tecnológico nos anos 1990 e 2000. *Nexos Econômicos*, 4(2), 85–118.
- Greene, W. H. (2000). *Econometric analysis* (4a ed.). Prentice Hall.
- Brazilian Journal Agroecology and Sustainability*, v. 7, n. 1, ISSN 2675- 1712

- Instituto Brasileiro de Floricultura [IBRAFLOR]. (2015). *Mapeamento e quantificação da cadeia de flores e plantas ornamentais do Brasil*.
https://www.ibraflor.com.br/files/ugd/b3d028_021591d828b1420d9db98c730ad85e2a.pdf
- Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada [IPEA]. (2019). *Diagnóstico e desafios da agricultura brasileira*. <https://dea.ufc.br/wp-content/uploads/2019/11/diagnostico-e-desafios-da-agricultura-brasileira.pdf>
- Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada [IPEA]. (2019). *Crescimento agrícola, eficiência técnica e sustentabilidade ambiental*.
https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/9099/1/td_2445.pdf
- Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada [IPEA]. (2020). *Uma jornada pelos contrastes do Brasil: Cem anos do Censo Agropecuário*.
https://portalantigo.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=37147
- Johnston, J., & DiNardo, J. (2001). *Econometric methods* (4a ed.). McGraw-Hill.
- Junqueira, A. H., & Peetz, M. S. (2008). Mercado interno para os produtos da floricultura brasileira: Características, tendências e importância socioeconômica recente. *Revista Brasileira de Horticultura Ornamental*, 14, 37–52.
- Junqueira, A. H., & Peetz, M. S. (2014). O setor produtivo de flores e plantas ornamentais do Brasil no período de 2008 a 2013: Atualizações, balanços e perspectivas. *Revista Brasileira de Horticultura Ornamental*, 20(1), 115–120.
- Leão, C., Fernandes, G. G., Leão, H. R., Paula, M. C., & Santos, L. L. (2022). Análise de eficiência na utilização dos fatores de produção agropecuária na região Centro-Oeste do Brasil. *Revista Gestão e Secretariado*, 13(3), 1924–1939.

- Lima, G. C., Campos, K. C., & Alves, A. G. M. (2022). Índice de modernização agrícola na região Nordeste. *Interações*, 23(2), 347–362.
- Marques, R. W. C., & Caixeta Filho, J. V. (2003). Avaliação da sazonalidade do mercado de flores e plantas ornamentais no Estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Horticultura Ornamental*, 9(2), 143–160.
- Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento [MAPA]. (2007). *Cadeias produtivas de flores e mel*. <https://repositorio-dspace.agricultura.gov.br/bitstream/1/501/1/BR0704927.pdf>
- Muraro, D., Cuquel, F. L., & Negrelle, R. R. B. (2019). Influência das instituições públicas no desenvolvimento do setor produtivo de plantas ornamentais no Paraná. *Revista Americana de Empreendedorismo e Inovação*, 1(1), 32–38.
- Oliveira, C. B., Nascimento, T. R., Silva, R. G. R., & Lopes, I. C. (2021). A cadeia produtiva de flores e plantas ornamentais no Brasil: Uma revisão sobre o seguimento. *Revista Livre de Sustentabilidade e Empreendedorismo*, 6(2), 180–200.
- Ouyang, F., & Yang, T. T. (2024). Semiparametric estimation of dynamic binary choice panel data models. *Econometric Theory*, 1. 41(4), 907–946.
<https://doi.org/10.1017/s0266466624000057>
- Perobelli, F. S., Almeida, E. S., Alvim, M. I. S. A., & Ferreira, P. G. C. (2007). Produtividade do setor agrícola brasileiro (1991-2003): Uma análise espacial. *Nova Economia*, 17(1), 65–91.
- Pierog, A. M. (2016). *Produção de flores e plantas ornamentais* [Trabalho de conclusão de curso, Universidade Federal do Rio Grande do Sul].

- Purnomo, R. N. (2020). Analisis pengaruh keterbukaan ekonomi terhadap pertumbuhan ekonomi (Studi Kasus: ASEAN Tahun 2007–2017). *Jurnal Dinamika Ekonomi Pembangunan*, 2(2), 20–35.
- Sabourin, E., Rodrigues, J. A., & Caron, P. (2021). Interação entre políticas públicas e dinâmicas locais da agricultura familiar no Território do Portal da Amazônia - Mato Grosso. *Redes: Revista de Desenvolvimento Regional*, 26, 1–29.
- Scherer, C. E. M., & Porsse, A. A. (2017). Eficiência produtiva regional da agricultura brasileira: Uma análise de fronteira estocástica. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 55(2), 389–410.
- Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas [SEBRAE]. (s.d.). *Flores e plantas ornamentais no Brasil: Série estudos mercadológicos*.
[https://www.google.com/search?q=https://bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/7ed114f4eace9ea970dadf63bc8baa29/\\$File/5518.pdf](https://www.google.com/search?q=https://bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/7ed114f4eace9ea970dadf63bc8baa29/$File/5518.pdf)
- Wooldridge, J. M. (2010). *Econometric analysis of cross section and panel data* (2a ed.). MIT Press. <https://ipcig.org/evaluation/apoio/Wooldridge%20-%20Cross-section%20and%20Panel%20Data.pdf>
- Zhang, Y., & Sharon, C. P. Y. (2023). The influence of firm size and institutional environment on ESG disclosure: Evidence from listed companies in China. *Journal of Academic Research in Economics and Management Sciences*, 12(2), 130–142.

Indicadores ambientais em propriedades agrofamiliares: uma análise de componentes principais

Environmental indicators on family farms: a principal component analysis

Romário Nunes da Silva¹; Horasa Maria Lima da Silva Andrade²

DOI: 10.52719/bjas.v7i1.8111

Resumo

Os indicadores de sustentabilidade despontam como avaliadores básicos dos impactos ambientais, utilizando termos e valores que buscam representar efetivamente toda a complexidade da natureza da sustentabilidade ambiental. Considerando a importância do uso de indicadores para alcançar a sustentabilidade, este artigo concentra-se em analisar as possíveis correlações entre os indicadores ambientais por meio da Análise de Componentes Principais (PCA). Os dados utilizados foram provenientes de um estudo realizado com dez famílias agricultoras do Agreste Meridional de Pernambuco, entre os meses de março de 2019 e setembro de 2020. Nessa ocasião, obteve-se a construção de sete indicadores ambientais: Indicador de Recursos Hídricos (IRH), Indicador de Solo (IS), Indicador de Adaptação ao Manejo do Sistema Agroecológico (IANA), Indicador de Autogestão (IA), Indicador de Trabalho e suas Relações (ITR), Indicador de Diversidade (ID) e Indicador de Situação Financeira (ISE). Os dados foram submetidos à Análise de Componentes Principais (PCA), realizada no ambiente do software Statística 10.0®. A análise demonstrou que três componentes principais concentraram características relacionadas ao fator financeiro para a expansão da diversidade agropecuária, ao uso de mão de obra e de tecnologias para a implementação do manejo agroecológico, e ao manejo dos recursos hídricos. Os resultados obtidos evidenciam a facilidade que o PCA oferece para extrair informações relevantes a partir de um determinado volume de dados, possibilitando a discriminação de indicadores ambientais, bem como a identificação dos parâmetros que impactam na média da sustentabilidade.

Palavras-chave: Desenvolvimento Sustentável; manejo agroecológico; PCA.

Abstract

Sustainability indicators emerge as basic evaluators of environmental impacts, using terms and values intended to effectively represent the full complexity inherent to the nature of environmental sustainability. Considering the importance of using indicators to achieve sustainability, this article focuses on analyzing the possible correlations among environmental indicators through Principal Component Analysis (PCA). The data used were obtained from a study conducted with ten farming families in the Southern Agreste region of Pernambuco, between March 2019 and September 2020. On this occasion, seven environmental indicators were constructed: Water Resources Indicator (IRH), Soil Indicator (IS), Adaptation to Agroecological System Management Indicator (IANA), Self-Management Indicator (IA), Labor and Work Relations Indicator (ITR), Diversity Indicator (ID), and Financial Situation Indicator (ISE). The data were subjected to Principal Component Analysis (PCA), performed in the Statística 10.0® software environment. The analysis showed that three principal components concentrated characteristics related to the financial factor for expanding agricultural diversity, the use of labor and technologies for implementing agroecological management, and the management of water resources. The results demonstrate the ease with which PCA allows the extraction of relevant information from a given volume of data, enabling the discrimination of environmental indicators as well as the identification of the parameters that influence the overall sustainability scores.

¹ Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, Pernambuco, Brasil, romario.nuness@gmail.com

² Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, Pernambuco, Brasil, horasaa@gmail.com

Keywords: Sustainable development; agroecological management; PCA.

Introdução

O conceito de sustentabilidade ambiental é hoje entendido como multidimensional, integrando aspectos ecológicos, econômicos, sociais e institucionais de modo articulado para assegurar a saúde dos ecossistemas e o bem-estar humano no curto e no longo prazo (Viganó et al., 2023; Sangalli & Strate, 2024). Essa complexidade exige a formulação de indicadores capazes de traduzir os diferentes domínios da sustentabilidade e guiar processos de monitoramento e gestão.

Os indicadores de sustentabilidade, ao traduzirem variáveis socioambientais complexas em métricas quantificáveis, oferecem aos tomadores de decisão meios mais precisos para avaliar estados e tendências do sistema, fornecendo subsídios para ações práticas (Goñi, Lopes, Bahr, Schimitz & Bruch, 2025; Muller, Bulhões & Biondo, 2022).

Com frequência, esses indicadores são agregados em índices compostos para permitir uma avaliação integrada das dimensões da sustentabilidade, abrangendo aspectos econômicos, sociais e ambientais, o que favorece comparações entre diferentes sistemas produtivos (Embrapa, 2023; Goñi et al., 2025). No entanto, mesmo diante do avanço metodológico, ainda persistem desafios significativos relacionados à seleção de indicadores relevantes, à adaptação das ferramentas a realidades locais e à validação teórica e prática das matrizes de avaliação (Muller et al., 2022; Viganó et al., 2023).

Diante dessa lacuna entre o desenvolvimento teórico de indicadores e sua aplicação efetiva na gestão ambiental, este estudo tem como objetivo analisar as correlações entre indicadores ambientais por meio da Análise de Componentes Principais (PCA), identificando os principais eixos de sustentabilidade em propriedades familiares no Agreste de Pernambuco. Essa abordagem contribui para aprimorar a compreensão dos fatores que influenciam a sustentabilidade local e fortalece as bases para práticas de monitoramento mais eficientes.

Metodologia

Os dados utilizados foram provenientes de um estudo realizado com dez famílias agricultoras do Agreste Meridional de Pernambuco (Tabela 1). A Microregião do Agreste Meridional, localizada no estado de Pernambuco, integra a mesorregião do Agreste e é

Brazilian Journal of Agroecology and Sustainability, v. 7, n.1, ISSN 2675-1712

reconhecida por sua posição estratégica entre a Zona da Mata e o Sertão. Essa localização confere ao território características híbridas, tanto naturais quanto socioeconômicas, que fazem do Agreste Meridional um espaço de transição e grande dinamismo regional (IBGE, 2017).

Foi realizado um levantamento de indicadores ambientais para avaliar a sustentabilidade das propriedades. Os indicadores de sustentabilidade compostos (ISC) levantados se basearam nos três pilares centrais da Sustentabilidade (ambiental, econômica e social) e foram resultantes da sistematização dos agroecossistemas com a relação dos atributos, dos pontos críticos e de destaque, do estudo de literatura e da discussão com os produtores.

Foram construídos sete indicadores compostos: Indicador de Recursos Hídricos (IRH), Indicador do Solo (IS), Indicador de Adaptação ao Manejo do Sistema Agroecológico (IANA), Indicador de Trabalho e suas Relações (ITR), Indicador de Autogestão (IA), Indicador de Diversidade (ID) e Indicador de Situação Econômica (ISE).

A mensuração desses indicadores foi realizada através da utilização de parâmetros de avaliação padronizados e os resultados foram expressadas em notas de 1, 2 e 3, sendo: 1 – valor ruim ou indesejável; 2 - valor regular; e 3 – valor ótimo ou desejável. E posteriormente, os indicadores foram aplicados nas propriedades estudadas.

Tabela 1

Valores dos indicadores compostos para os dez agroecossistemas avaliados

	IRH	IS	IANA	ITR	IA	ID	ISE
AG1	2,40	2,20	2,37	2,50	2,50	3,00	2,75
AG2	2,60	2,20	2,37	2,50	2,50	3,00	2,75
AG3	2,00	2,00	2,37	2,50	2,33	3,00	2,50
AG4	2,00	2,00	2,12	2,50	2,33	3,00	2,75
AG5	2,20	2,40	1,87	2,50	2,33	3,00	2,50
AG6	2,40	2,60	2,12	2,50	2,50	3,00	2,25
AG7	2,40	2,60	2,00	2,16	2,33	2,40	2,50
AG8	2,60	2,20	2,00	2,00	2,16	3,00	2,50

AG9	2,60	2,40	2,12	2,16	2,50	2,71	2,25
AG10	2,80	2,00	2,25	2,50	2,50	3,00	2,75

Fonte: Elaboração própria com os dados da pesquisa. Obs. AG= Agroecossistema; IRH=Indicador de Recursos Hídricos; IS= Indicador de Solo; IANA= Indicador de Adaptação ao Manejo do Sistema Agroecológico; ITR= Indicador de trabalho e suas relações; IA= Indicador de Autogestão; ID= Indicador de Diversidade; ISE=Indicador de Situação Econômica

Por meio do software Statistica 10.0® realizou-se a análise dos componentes principais, que teve como objetivo a redução da dimensionalidade do conjunto de dados, sem comprometer os dados originais, conservando o máximo de informações possíveis (Carvalho et al., 2015). Neste estudo, a avaliação dos componentes principais foi realizada nos indicadores ambientais compostos, no intuito de indicar quais têm impactado diretamente na representação da sustentabilidade dos agroecossistemas.

Existem vários critérios para determinar quais componentes devem ser excluídos da análise, através da seleção dos componentes principais que contribuíram de forma mais significativa para a explicação da variação dos dados, no entanto há três critérios principais. No primeiro critério é considerado a proporção da variância explicada por cada componente principal, selecionando as componentes que resultem numa proporção de variância acumulada superior a 70% (Silva, 2018). O segundo critério é o de Kaise e considera a retenção dos componentes principais que apresentem autovalores superiores a um. Segundo Kaiser (1960) *apud* Mardia (1979), este critério tende a considerar poucas componentes quando o número de variáveis originais é inferior a vinte e, normalmente, utiliza-se aquelas componentes que conseguem sintetizar uma variância acumulada aproximadamente a 70%. O terceiro critério é denominado de Scree plot, sendo sugerido por Cattell (1966) e exemplificado por Pla (1986), descreve que devem reter as componentes principais que antecedem o momento em que o declive atenua, ou seja, quando os valores próprios forem próximos entre si e de zero (Silva, 2018).

Resultados e discussão

A partir da Tabela 2, nota-se que os dados projetados em um espaço de sete dimensões

convergem para três componentes principais com maior poder explicativo. PC1, PC2 e PC3, responsáveis por 42,79%, 22,50% e 15,81% da variância, respectivamente, acumulam 81,10% da variabilidade total, o que indica forte capacidade de síntese das informações. A consistência desses componentes é reforçada pelo critério de Kaiser, já que todos os seus autovalores ultrapassam a unidade, e também pelo gráfico Scree Plot (Figura 1), que evidencia o ponto de inflexão após o terceiro componente, conforme descrito por Cattell (1966). A mudança abrupta da inclinação da curva indica que os componentes seguintes capturam apenas ruído estatístico ou variações residuais pouco relevantes para a interpretação do fenômeno estudado. Assim, o uso dos três primeiros componentes principais é justificado tanto estatística quanto conceitualmente.

Tabela 2

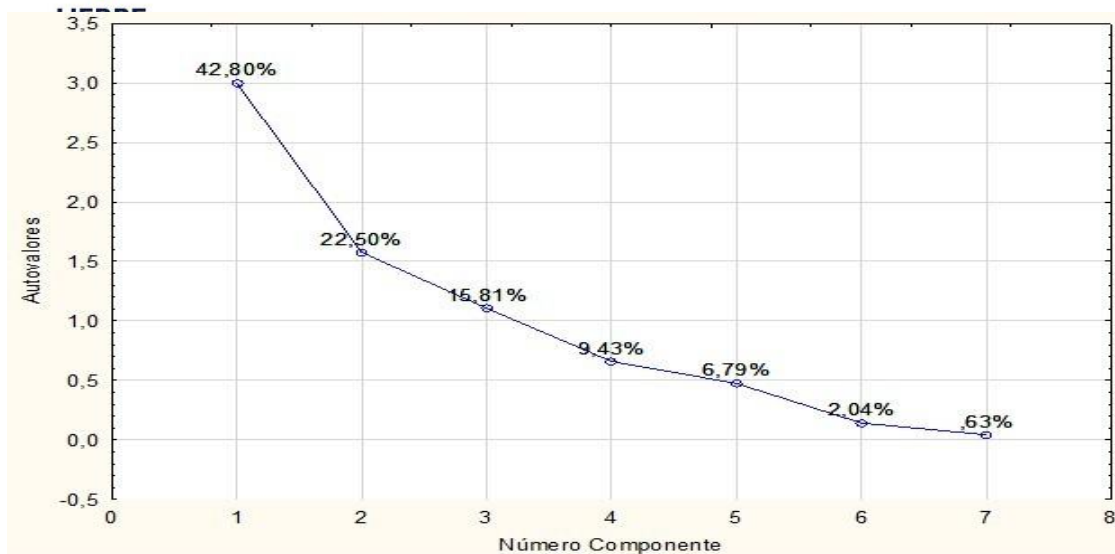
Componentes principais (PC), autovalores e porcentagem da variância explicada e acumulada pelos componentes (% VCP) das características de produção

CPS	Autovalores	VCP (%)	VCP Acumulada (%)
PC1	2,99	42,79	42,79
PC2	1,57	22,50	65,30
PC3	1,10	15,81	81,10
PC4	0,66	9,42	90,54
PC5	0,47	6,79	97,33
PC6	0,14	2,03	99,37
PC7	0,04	0,62	100,00

Fonte: Elaboração própria com os dados da pesquisa. Obs. PC= Componente Principal.

Figura 1

Gráfico Scree Plot com o perfil dos autovalores



Fonte: Elaboração própria com os dados da pesquisa.

A análise da Tabela 3 permite compreender como as variáveis originais se distribuem dentro de cada componente, revelando padrões importantes sobre a dinâmica agroecológica analisada. Para PC1, as variáveis IS, ID e ISE apresentaram cargas fatoriais superiores a 0,6, indicando forte correlação entre qualidade do solo, diversidade produtiva e situação financeira das famílias. Esse agrupamento sugere que a sustentabilidade ambiental está intimamente associada às condições econômicas, o que é coerente com a literatura sobre agricultura familiar, na qual limitações financeiras frequentemente restringem a adoção de práticas conservacionistas e a ampliação da diversificação agropecuária. Em outras palavras, o desempenho produtivo e ecológico tende a ser condicionado por investimentos em correção do solo, ampliação de áreas cultiváveis e manejo diversificado, processos dependentes de capital monetário.

Tabela 3

Contribuição das variáveis na formação da Componente Principal (CP) 1, 2 e 3

VARIÁVEL	CP 1	CP 2	CP 3
IRH	0,013769	0,191327	0,920822
IS	0,939730	0,028544	0,108028
IANA	-0,562010	0,636651	0,082930
ITR	-0,338670	0,690123	-0,576287

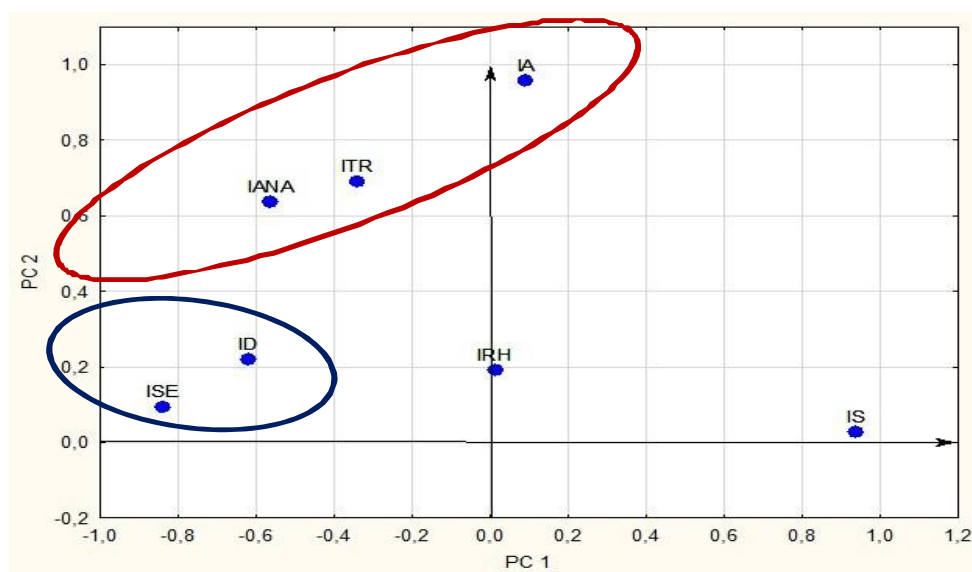
IA	0,092579	0,9581390,200507
ID	-0,617026	0,219551-0,369867
ISE	-0,838901	0,0938640,039223

Fonte: Elaboração própria com os dados da pesquisa. Obs. IRH=Indicador de Recursos Hídricos; IS= Indicador de Solo; IANA= Indicador de Adaptação ao Manejo do Sistema Agroecológico; ITR= Indicador de trabalho e suas relações; IA= Indicador de Autogestão; ID= Indicador de Diversidade; ISE= Indicador de Situação Econômica.

No caso de PC2, destacam-se IANA, ITR e IA, que representam, respectivamente, adaptação ao sistema agroecológico, relações de trabalho e autogestão das atividades produtivas. Esses resultados reforçam a importância da organização interna, da formação técnica e da adoção de práticas agroecológicas como elementos centrais para o fortalecimento da sustentabilidade. A proximidade dessas variáveis no plano fatorial (Figura 2) demonstra que elas formam um núcleo conceitual relacionado ao uso de tecnologias sociais e ao fortalecimento das capacidades de gestão das famílias agricultoras. Esse componente aponta que processos de capacitação, participação social e reorganização do trabalho são essenciais para consolidar sistemas produtivos mais eficientes e resilientes.

Figura 2

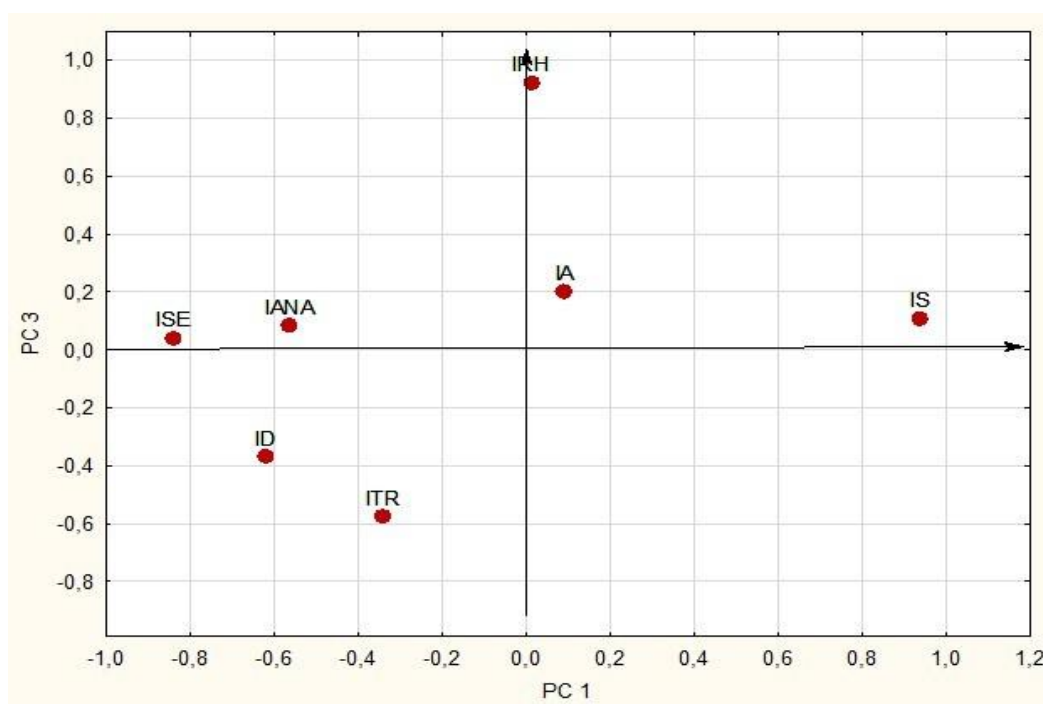
8Relação de loadings entre a componente principal 1 e a componente principal 2



Fonte: Elaboração própria com os dados da pesquisa. Obs. PC= Componente Principal.

Por sua vez, PC3 foi fortemente influenciado pela variável IRH, que se encontra mais afastada da origem no plano fatorial tridimensional (Figura 3). Isso indica que o manejo dos recursos hídricos constitui um eixo independente dentro do conjunto de indicadores analisados, não necessariamente associado às dimensões econômicas ou organizativas representadas pelos dois primeiros componentes. Essa autonomia sugere que a disponibilidade e o uso adequado da água são determinantes específicos da sustentabilidade, sobretudo em regiões semiáridas como o Agreste Meridional. A baixa influência das demais variáveis nesse componente reforça que a gestão hídrica demanda estratégias próprias e não depende diretamente das demais dimensões avaliadas.

Figura 3
Relação de loadings entre a componente principal 1 e a componente principal 3



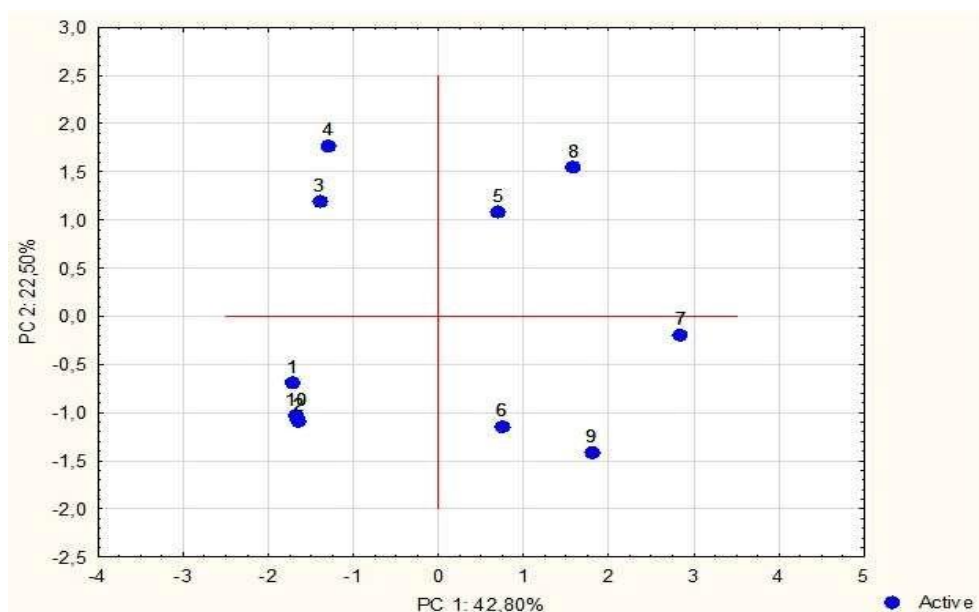
Fonte: Elaboração própria com os dados da pesquisa. Obs. PC= Componente Principal.

Os gráficos de distribuição das amostras (Figura 4) reforçam os padrões identificados, mostrando que as amostras 5 e 6 apresentaram menor influência sobre PC1, enquanto a amostra 7 foi a menos relevante para PC2. Esse comportamento pode indicar heterogeneidade entre as

famílias quanto às condições produtivas, organizativas e ambientais, sugerindo a necessidade de análises complementares que identifiquem particularidades nos sistemas produtivos desses grupos. Tal observação tem implicações práticas para intervenções técnicas, que devem ser sensíveis às diferentes realidades dentro do mesmo território.

Figura 4

Gráfico da distribuição de pontos para as componentes 1 e 2



Fonte: Elaboração própria com os dados da pesquisa. Obs. PC= Componente Principal.

Por fim, a Figura 5 demonstra que não há presença de outliers no conjunto de dados, o que confere robustez aos resultados. A ausência de valores discrepantes significa que a variabilidade capturada pelos componentes principais reflete, de fato, padrões reais do sistema agroecológico analisado, não sendo influenciada por erros de medição ou registros atípicos.

Figura 5

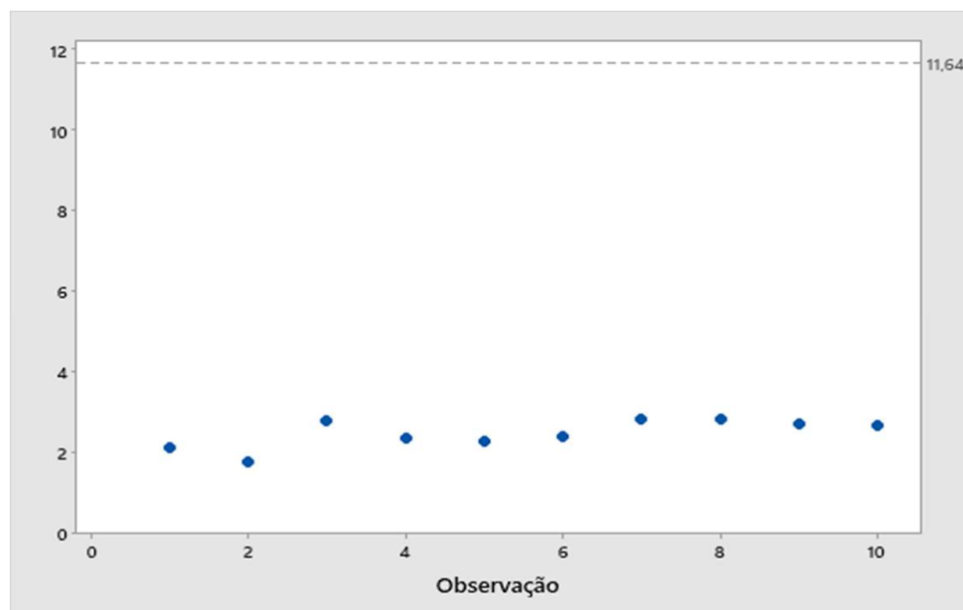


Gráfico de Outlier apresentando a distância de Mahalanohis.

Fonte: Elaboração própria com os dados da pesquisa.

No conjunto, os resultados mostram que a PCA foi eficaz em sintetizar informações complexas sobre os sistemas agrícolas estudados, revelando três eixos centrais da sustentabilidade: um eixo econômico-produtivo (PC1), um eixo organizativo-tecnológico (PC2) e um eixo hídrico-ambiental (PC3). A compreensão dessas dimensões fornece subsídios importantes para orientar políticas públicas, estratégias de manejo e ações de extensão rural voltadas à promoção da agroecologia e da segurança hídrica no Agreste Meridional de Pernambuco.

Considerações finais

A partir da análise de componentes principais, pode-se concluir que os dados apresentaram três componentes principais, os quais se correlacionam entre si. Esses componentes representam, respectivamente, o fator financeiro relacionado à expansão da diversidade agropecuária, o uso de mão de obra e de tecnologias voltadas à implementação do manejo agroecológico, e o manejo dos recursos hídricos. Essas informações podem auxiliar agricultores e tomadores de decisão a compreender como a correlação entre os indicadores influencia a sustentabilidade do agroecossistema.

Os resultados obtidos evidenciam a facilidade com que o sistema multivariado (PCA) permite extrair informações relevantes a partir de um volume expressivo de dados, discriminando indicadores ambientais e identificando os parâmetros que impactam a média da sustentabilidade.

As questões abordadas neste estudo buscam fomentar o debate sobre o tema, contribuindo para futuros trabalhos e ampliando a literatura científica ao fortalecer a compreensão sobre o uso de indicadores ambientais como ferramenta de autogestão em agroecossistemas orientados para a sustentabilidade.

Referências

- Carvalho, F. I. M., Lemos, V. P., Dantas Filho, H. A., & Dantas, K. G. F. (2015). Avaliação da qualidade das águas subterrâneas de Belém a partir de parâmetros físico-químicos e níveis de elementos traço usando análise multivariada. *Revista Virtual de Química*, 7, 2221–2241. <https://doi.org/10.5935/1984-6835.20150132>
- Cattell, R. B. (1966). The scree test for the number of factors. *Multivariate Behavioral Research*, 1(2), 245–276. https://doi.org/10.1207/s15327906mbr0102_10
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária [EMBRAPA]. (2023). *Modelo de avaliação de sustentabilidade para sistemas agrícolas integrados* (Relatório de Pesquisa).
- Goñi, L., Lopes, M., Bahr, G., Schimitz, D., & Bruch, C. (2025). Indicadores de sustentabilidade e a ferramenta IDEA: Um estudo de caso em uma propriedade rural familiar. *Revista Agroecossistemas*.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [IBGE]. (2017). *Divisão regional do Brasil em regiões geográficas imediatas e intermediárias*.
- Mardia, K. V., Kent, J. T. I., & Bibby, J. M. (1979). *Multivariate analysis*. Academic Press.
- Muller, D. F., Bulhões, F. M., & Biondo, E. (2022). Indicadores de sustentabilidade de agroindústrias familiares do Arranjo Produtivo Local (APL) do Vale do Taquari, RS. *Tecno-Lógica*, 26(1), 44–59. <https://doi.org/10.17058/tecnolog.v26i1.17103>
- Pla, L. E. (1986). *Análisis multivariado: Método de componentes principales*. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos.
- Sangalli, A. R., & Strate, M. F. D. (2024). Indicadores de desempenho e multifuncionalidade de sistemas agroflorestais agroecológicos: Biodiversidade, segurança alimentar e saúde sistêmica. *Revista Interdisciplinar em Educação e Territorialidade*, 4(1), 38–61. <https://doi.org/10.30612/riet.v4i1.16592>

Silva, E. R. M., Costa, L. G. S., Silva, A. S., Souza, E. C., & Barbosa, I. C. C. (2018).

Caracterização físico-química, química e quimiométrica de águas subterrâneas dos aquíferos Pirabas e Barreiras em municípios do estado do Pará. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 11(3), 1026–1041.

Viganó, C., Gazolla, M., Gonçalves, L. M., & Godoy, C. M. (2023). Desenvolvimento sustentável na agricultura familiar: Avaliação a partir de indicadores multidimensionais. *Revista Campo-Território*, 18(49), 73–97.

<https://doi.org/10.14393/RCT18496681>