

SISTEMINHA: TECNOLOGIA SOCIAL PARA A AGRICULTURA FAMILIAR

SISTEMINHA: A SOCIAL TECHNOLOGY FOR STRENGTHENING FAMILY FARMING

SISTEMINHA: TECNOLOGÍA SOCIAL PARA LA AGRICULTURA FAMILIAR

RESUMO: O artigo avalia os impactos socioambientais e econômicos do Sisteminha, tecnologia social voltada à agricultura familiar, com ênfase na segurança alimentar, sustentabilidade da produção e alinhamento aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Com base na metodologia Ambitec-Agro, a análise de 2022 indicou impacto relevante (índice 2,59), especialmente em geração de renda, inclusão social e segurança alimentar. Presente em dez estados brasileiros, o Sisteminha contou com cerca de 1.200 unidades ativas, sendo os módulos de piscicultura, avicultura e olericultura os mais frequentes, com ganho líquido médio de R\$ 5.267,10 por família e impacto econômico agregado superior a R\$ 4,4 milhões. Apesar da satisfação dos usuários, foram identificadas limitações, como falhas técnicas, assistência técnica precária e dificuldades de acesso a insumos e crédito. Para ampliar os efeitos positivos, recomenda-se integrar o Sisteminha a políticas públicas, fortalecer o suporte técnico e institucional e desenvolver mecanismos de monitoramento e gestão, promovendo maior escala e efetividade dos impactos.

PALAVRAS-CHAVE: Transferência de Tecnologia; Sustentabilidade; Impactos Socioeconômicos e Ambientais; Produção Integrada; Desenvolvimento Rural.

Andrea Elena Pizarro Muñoz

Mestre em Desenvolvimento Econômico (Unicamp). Pesquisadora da Embrapa Pesca e Aquicultura. andrea.munoz@embrapa.br

Ligia Alves dos Santos

Mestre em Agronomia na Universidade Técnica de Colônia (Tecnologia nos trópicos, Alemanha). Analista da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. ligia.santos@embrapa.br

João Flávio Bomfim Gomes

Mestre em Desenvolvimento Socioespacial e Regional pela Universidade Estadual do Maranhão. Analista da Embrapa Tabuleiros Costeiros. joaoflavio.gomes@embrapa.br

Thiago Buosi

Mestre em Engenharia de Produção (UFSCAR). Analista da Embrapa Pecuária Sudeste. thiago.buosi@embrapa.br

Marcela Mataveli

Doutora em Zootecnia pela Universidade Estadual de Maringá. Analista da Embrapa Pesca e Aquicultura. marcela.mataveli@embrapa.br

Diego Neves de Sousa

Doutor em Desenvolvimento Rural (UFGRS). Analista da Embrapa Pesca e Aquicultura. diegocoop@hotmail.com

SUBMISSÃO: 11/06/2025

ACEITE: 09/10/2025

Licença CC BY:

Artigo distribuído sob os termos Creative Commons, permite uso e distribuição irrestrita em qualquer meio desde que o autor credite a fonte original.



ABSTRACT: This article assesses the socio-environmental and economic impacts of the Sisteminha, a social technology aimed at family farming, with a focus on food security, sustainable food production, and alignment with the Sustainable Development Goals (SDGs). Using the Ambitec-Agro methodology, the 2022 analysis indicated a significant impact (index 2,59), particularly in income generation, social inclusion, and food security. Implemented in 10 Brazilian states, the Sisteminha had around 1.200 active units, with fish farming, poultry farming, and vegetable gardening as the most common modules, yielding an average net income of R\$ 5.267,10 per family and a total economic impact exceeding R\$ 4,4 million. Despite user satisfaction, challenges remain, including technical failures, limited technical assistance, and difficulties accessing quality inputs and credit. To enhance its positive effects, it is recommended to integrate the Sisteminha into public policies, strengthen technical and institutional support, and develop management and monitoring tools, fostering greater adoption and effectiveness of its impacts.

KEYWORDS: Technology Transfer; Sustainability; Socio-economic and Environmental Impacts; Integrated Production; Rural Development.

RESUMEN: El artículo evalúa los impactos socioambientales y económicos del Sisteminha, una tecnología social orientada a la agricultura familiar, con énfasis en la seguridad alimentaria, la sostenibilidad de la producción y la alineación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Con base en la metodología Ambitec-Agro, el análisis realizado en 2022 indicó un impacto relevante (índice 2,59), especialmente en la generación de ingresos, inclusión social y seguridad alimentaria. Presente en 10 estados brasileños, el Sisteminha contaba con aproximadamente 1.200 unidades activas, siendo los módulos de piscicultura, avicultura y horticultura los más frecuentes, con una ganancia neta promedio de R\$ 5.267,10 por familia y un impacto económico agregado superior a R\$ 4,4 millones. A pesar de la satisfacción de los usuarios, se identificaron limitaciones como fallas técnicas, asistencia técnica deficiente y dificultades de acceso a insumos y crédito. Para ampliar los efectos positivos, se recomienda integrar el Sisteminha a las políticas públicas, fortalecer el apoyo técnico e institucional y desarrollar mecanismos de monitoreo y gestión, promoviendo una mayor escala y efectividad de los impactos.

PALABRAS CLAVE: Transferencia de Tecnología; Sostenibilidad; Impactos Socioeconómicos y Ambientales; Producción Integrada; Desarrollo Rural.

INTRODUÇÃO

O Sisteminha é um sistema integrado de produção de alimentos com o propósito de promover a segurança e a soberania alimentar dos seus usuários (Embrapa, 2013). Majoritariamente adotado por agricultores familiares que atuam em pequenas propriedades rurais e urbanas, assentamentos rurais, comunidades quilombolas e reservas indígenas, o Sisteminha representa uma solução tecnológica acessível e sustentável voltada para populações em situação de vulnerabilidade socioproductiva.

A urgência em erradicar a fome por meio de práticas sustentáveis ganhou destaque global a partir da definição do conceito de desenvolvimento sustentável, durante a primeira Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada em 1972. Desde então, a temática passou a figurar nas agendas internacionais, com marco importante como a ECO-92, no Rio de Janeiro, que resultou na assinatura da Agenda 21 em um compromisso global por ações sustentáveis em diferentes esferas de governo. Duas décadas depois, durante a Rio+20, esse compromisso foi ampliado e consolidado na Agenda 2030, materializada em 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), assinados por 193 países membros da ONU (United Nations, 2015).

Entre esses objetivos, o ODS 2 propõe acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar e melhoria da nutrição e promover a agricultura sustentável. O Sisteminha alinha-se diretamente a esse propósito, ao oferecer uma alternativa de produção de alimentos em pequena escala, com base em princípios de sustentabilidade. Além disso, contribui para outros ODS, como o ODS 1 (erradicação da pobreza), o ODS 10 (redução das desigualdades) e o ODS 13 (ação contra a mudança global do clima). Isso porque, ao utilizar práticas como a irrigação com água enriquecida proveniente de tanques de peixes e ao possibilitar a produção de alimentos sem a necessidade de desmatamento, o Sisteminha fortalece a resiliência das comunidades frente às mudanças climáticas.

No contexto do semiárido nordestino, onde a escassez e a irregularidade das chuvas limitam a viabilidade da agricultura convencional de larga escala, o Sisteminha se mostra ainda mais relevante. A adaptabilidade de seu modelo, que requer apenas 100 metros quadrados para funcionar, permite que famílias produzam alimentos de qualidade para o auto-consumo e, em alguns casos, obtenham excedentes comercializáveis (Guilherme; Sobreira; Oliveira, 2015).

De acordo com o Censo Agropecuário de 2017, a agricultura familiar representa 84,4% dos estabelecimentos agropecuários do país e é responsável por 74,4% da mão de obra ocupada no campo, ocupando 81 milhões de hectares (23% da área total) (IBGE, 2019). Esses dados evidenciam a importância estratégica da agricultura familiar na produção de alimentos, na geração de empregos e na permanência da população no meio rural. O Sisteminha, ao dialogar diretamente com essa realidade, oferece uma solução local com potencial de replicação e escalonamento, contribuindo de forma significativa para a superação da fome e da pobreza no Brasil e em outros contextos similares.

O presente artigo tem como objetivo analisar os impactos socioambientais e econômicos do Sisteminha enquanto tecnologia social voltada à agricultura familiar, destacando sua contribuição para a segurança alimentar, a sustentabilidade da produção de alimentos e o cumprimento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, especialmente em contextos de vulnerabilidade socioproductiva como o semiárido nordestino.

O SISTEMINHA: TECNOLOGIA AGROPECUÁRIA PARA PRODUÇÃO INTEGRADA E SUSTENTÁVEL

O Sisteminha, desenvolvido pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), Universidade Federal de Uberlândia (UFU) e Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (Fapemig), constitui um pacote tecnológico cujo elemento central é a criação de peixes em um tanque com sistema artesanal de recirculação e filtragem de água. Trata-se de uma tecnologia desenvolvida nos moldes da inovação aberta, caracterizada pela intensa participação dos usuários na adaptação e evolução do sistema, o que contribuiu significativamente para seu aprimoramento ao longo do tempo (Gomes; Toledo; Gomes, 2018).

Em 2006, a tecnologia recebeu concessão de patente sob o número PI 0606211-3, com a denominação oficial de "Sistema simplificado para criação de peixes e cultivo hidropônico com recirculação de água". Embora tecnicamente identificada como "Sisteminha Embrapa/UFU/Fapemig", passou a ser popularmente chamada de "Sisteminha" pelos próprios agricultores usuários, nomenclatura que será adotada ao longo deste trabalho.

A partir de 2011, a Embrapa iniciou a validação e a transferência sistemática da tecnologia. Em 2019, foi formalizado um acordo que autorizou a transferência gratuita da patente para fins sociais e uso por pequenos produtores, ampliando o acesso e o impacto do Sisteminha em comunidades vulneráveis. Entre as principais vantagens do Sisteminha para Guilherme, Sobreira e Oliveira (2019), destacam-se:

- Baixo custo de implantação e manutenção, tornando-o acessível a famílias de baixa renda;
- Integração e escalonamento modular, permitindo a adaptação do sistema às condições edafoclimáticas locais, à experiência do produtor e às demandas de mercado;
- Adequação a pequenos espaços, podendo ser instalado em áreas urbanas ou rurais a partir de apenas 100 metros quadrados;
- Capacidade de suprir as necessidades nutricionais de uma família de até quatro pessoas, conforme recomendações da Organização Mundial da Saúde (OMS).

O modelo é baseado em três princípios fundamentais:

1. Miniaturização, diversificação e escalonamento – a produção animal e vegetal é realizada em pequena escala, mas de forma contínua, visando à autossuficiência ao longo do tempo;
2. Replicabilidade – o sistema pode ser facilmente reproduzido e adaptado a diferentes contextos geográficos e socioeconômicos;
3. Segurança alimentar e nutricional – a concepção do sistema considera o atendimento integral das necessidades diárias de nutrientes de uma família.

Para fins deste estudo, define-se como Unidade de Produção do Sisteminha (UPS) a estrutura composta pelo tanque de criação de peixes associado, pelo menos, a outro módulo integrado de produção (como hortaliças, galinhas, minhocário, entre outros), compondo um sistema sinérgico de produção de alimentos.

O tanque de criação de peixes, elemento central do Sisteminha, pode ser construído de forma artesanal, utilizando materiais disponíveis na própria localidade, como adobe, papelão, palha, pedras, alvenaria ou placas pré-moldadas. Um dos componentes mais relevantes do sistema é o circuito de recirculação de água, que inclui um filtro biológico e um sedimentador. A integração entre os módulos ocorre de forma sinérgica: a água proveniente do tanque é utilizada para irrigar cultivos vegetais e para a produção de composto orgânico, enriquecido com resíduos do filtro biológico, resíduos domésticos e subprodutos da produção animal e vegetal. Esse composto retorna ao sistema como insumo para os cultivos, fortalecendo a lógica de circularidade. Além disso, o envolvimento da família nas atividades produtivas e na interação com a comunidade e o território é incentivado e favorecido.

O Sisteminha permite a integração de diferentes módulos produtivos, como: produção animal – peixes, ovos de galinha, codornas e ovos, frangos de corte, porquinhos-da-índia, ruminantes (caprinos, ovinos, bovinos), suínos; outros módulos complementares – compos-

to orgânico, minhocultura (húmus), aquaponia, produção de larvas de moscas, biodigestor, estação simplificada de tratamento de água potável, carvoaria artesanal; produção vegetal, agrupada em quatro categorias – plantas alimentares básicas (milho, feijão, macaxeira, abóbora, inhame, batata-doce), hortaliças e frutíferas de ciclo curto (folhosas, tubérculos, maxixe, tomate, quiabo, melão, melancia, mamão, etc.), chás e temperos, frutíferas e espécies lenhosas de ciclo médio ou longo (banana, goiaba, laranja, limão, acerola, caju, eucalipto, gliricídia, entre outras).

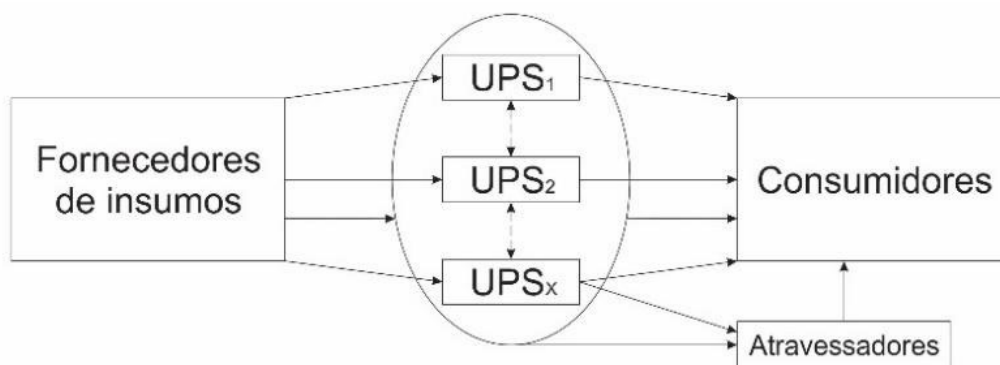
Desde 2011, a Embrapa vem atuando no desenvolvimento e transferência da tecnologia, utilizando recursos próprios e por meio de parcerias com governos estaduais e municipais. A partir de 2018, o Sisteminha foi incorporado como política pública no estado do Maranhão, por meio do Programa +IDH, com apoio da Secretaria de Agricultura Familiar (SAF). A partir de 2015, houve ampliação das ações de transferência para outros estados, como Tocantins, Pernambuco, Ceará, Minas Gerais, Bahia, Goiás, Rio Grande do Norte e Roraima.

Por abranger uma ampla gama de atividades produtivas, o Sisteminha impacta positivamente diferentes cadeias produtivas da agropecuária. Entre os beneficiários diretos, os principais impactos observados estão relacionados à segurança alimentar e nutricional, e ao benefício econômico decorrente da autossuficiência parcial em alimentos, insumos e energia (no caso de módulos como biogás e carvão), conforme apontado por Segall-correa e Marin-leon (2009).

Do ponto de vista ambiental, a utilização de resíduos animais, água enriquecida do tanque e biomassa vegetal contribui para evitar o descarte de dejetos e o desperdício de matéria orgânica útil, configurando um sistema de economia circular. Um impacto ambiental relevante, observado em diversas propriedades, foi a redução do desmatamento em até meio hectare por ano, devido à intensificação produtiva em pequena escala, que reduz a necessidade de abertura de novas áreas por meio de queimadas, sendo esta prática comum em comunidades do interior do Nordeste.

Outro resultado expressivo é a fixação da juventude no meio rural. Em regiões onde as oportunidades de trabalho são escassas e a agricultura convencional é marcada pela penosidade e insegurança hídrica, jovens tendem a migrar para centros urbanos. No entanto, a adoção do Sisteminha promove o engajamento dos membros da família em atividades produtivas mais viáveis e sustentáveis, com maior segurança e dignidade.

Entre os impactos sociais positivos, destacam-se ainda o empoderamento feminino, a valorização de pessoas idosas e a inclusão produtiva de comunidades tradicionais, indígenas e quilombolas. Embora a criação de peixes represente a inovação central da tecnologia, os maiores impactos econômicos e socioambientais derivam da capacidade do Sisteminha de integrar, diversificar, escalonar e otimizar os fluxos produtivos de forma cíclica, com valor agregado ampliado pelo uso eficiente da água, do solo e dos resíduos. A Figura 1 apresenta um esquema simplificado da cadeia produtiva do Sisteminha, ilustrando a possibilidade de integração de várias UPS (Unidades de Produção do Sisteminha) em uma comunidade, o que pode ser decisivo para a efetiva adoção da tecnologia.

Figura 1 – Esquema simplificado da cadeia produtiva do Sisteminha

Fonte: autoria própria.

Quando há um quantitativo reduzido de UPS implantadas de forma dispersa, o impacto na cadeia produtiva tende a ser limitado. Isso ocorre porque a produção gerada por poucos agricultores voltada exclusivamente para o autoconsumo ou subsistência não exerce influência significativa sobre o mercado local. No entanto, para a família do agricultor que passa a produzir o próprio alimento e conquista a soberania alimentar, os efeitos são transformadores.

Por outro lado, a instalação de um significativo número de UPS concentradas em uma mesma localidade pode gerar impactos relevantes na geração de renda, no mercado de insumos (como rações, sementes, bombas, lonas plásticas e alevinos) e na própria dinâmica do mercado de alimentos da região. Nesses casos, os Sisteminhas podem suprir grande parte a demanda alimentar da comunidade, além de gerar excedentes.

Diante desse cenário, produtores têm se organizado em associações para compra ou produção coletiva de insumos, como rações e alevinos. Além disso, há crescente interação com escolas técnicas e associações de moradores ou produtores. Essa articulação coletiva, tanto para aquisição de insumos, quanto para acesso à assistência técnica, tem sido decisiva para o êxito de muitas UPS. A cooperação também se estende à troca e comercialização de produtos, disseminação de conhecimentos, realização de atividades conjuntas e superação de dificuldades comuns.

O Sisteminha foi concebido sob a perspectiva do empreendedorismo social. Seu foco não está apenas em atender populações em situação de vulnerabilidade e insegurança alimentar, mas em promover a autonomia das famílias por meio da produção de seus próprios alimentos. Nesse sentido, a Embrapa, em parceria com produtores e outras instituições, vem estruturando uma cadeia de suprimentos com preços acessíveis, alinhados ao objetivo principal da tecnologia: garantir segurança alimentar.

Embora a soberania alimentar seja a finalidade primordial do Sisteminha, a comercialização dos excedentes é frequentemente incentivada. Esse tipo de venda direta favorece o produtor ao proporcionar melhores preços, aproximando-se dos princípios dos circuitos curtos de comercialização. Esses circuitos se caracterizam pela proximidade entre quem produz e quem consome, baseando-se em relações de confiança e no vínculo com a origem dos alimentos, como destacam Scarabelot e Schneider (2012), Schneider e Gazolla (2017). Além disso, os alimentos comercializados tendem a ser mais frescos, nutritivos e saudáveis, com menor perda de qualidade devido à menor distância entre produção e consumo.

Adaptado à realidade dos pequenos produtores, o Sisteminha é uma tecnologia flexível, desenvolvida nos moldes da inovação aberta. Cada implementação é única, pois o produtor ajusta o sistema conforme suas necessidades, aproveitando a ampla gama de possibilidades oferecidas.

Em 2022, estimou-se que cerca de 1.200 Sisteminhas estavam em operação. Essa estimativa baseou-se em visitas técnicas, apoio de parceiros e na projeção de 10% dos técnicos e produtores capacitados (aproximadamente 400) e 10% dos participantes de eventos como dias de campo, palestras, Agritechs e o Semiárido Show (cerca de 800). Devido às restrições de deslocamento impostas pela pandemia da covid-19, esse indicador foi mantido como referência desde 2020.

A ampla aceitação do Sisteminha por produtores e técnicos tem sido evidenciada pelo compartilhamento de experiências nas redes sociais, despertando o interesse de novos adeptos. Muitos multiplicadores populares surgiram espontaneamente, contribuindo para a divulgação da tecnologia. Apesar da visibilidade alcançada, o acompanhamento preciso do número de adoções tornou-se um desafio. Grande parte das instalações é motivada por atividades de capacitação ou pela interação em plataformas digitais, cujos próprios usuários compartilham vídeos demonstrando suas adaptações ao sistema, como diferentes tipos de filtros ou métodos de escoamento da água. A presença constante do tema na mídia televisiva também gerou uma demanda expressiva de informações, com aproximadamente 500 atendimentos ao Serviço de Atendimento ao Cidadão (SAC) da Embrapa, em 2022, relacionados ao Sisteminha.

Entre 2013 e 2022, cerca de 3.425 técnicos foram capacitados diretamente por especialistas da Embrapa. Somando-se aos técnicos e produtores treinados por instituições parceiras, o total de capacitados no período alcançou 4.247. A primeira Unidade de Referência Tecnológica do Sisteminha, instalada no Assentamento Cajueiro, em Parnaíba (PI), em 2011, recebeu, nos três anos seguintes, mais de 600 visitantes interessados, motivando, inclusive, a criação de uma pousada pelos próprios proprietários para receber os técnicos. Considerando os diversos eventos de transferência de tecnologia realizados no período, como palestras, oficinas, dias de campo, feiras e Agritechs, estima-se que mais de 8.000 pessoas tenham sido capacitadas ou sensibilizadas para a adoção do Sisteminha.

A tecnologia também extrapolou fronteiras nacionais. A partir de 2015, o Sisteminha foi transferido para diversos países africanos, como Gana, Moçambique, Angola, Uganda, Etiópia, Camarões e Tanzânia. Em Gana, por meio de um projeto no modelo MKPlace, foram instalados 30 Sisteminhas e mais de 200 técnicos e produtores foram capacitados.

Os principais beneficiários diretos da tecnologia são agricultores familiares, assentados da reforma agrária, moradores de áreas urbanas, periurbanas e rurais, comunidades indígenas, quilombolas e extrativistas. Considerando os 1.200 Sisteminhas instalados até 2022 e uma média de quatro pessoas por família, estima-se que aproximadamente 4.800 pessoas tenham sido diretamente beneficiadas.

Dado que 3,9 milhões (77%) dos estabelecimentos agropecuários brasileiros pertencem à agricultura familiar, segundo dados do IBGE (2017), o potencial de adoção do Sisteminha é expressivo. Além dos beneficiários diretos, consumidores locais e fornecedores de insumos (sementes, lonas, pintainhos, matrizes, etc.) também são beneficiados indiretamente pela adoção da tecnologia.

À medida que cresce o número de Sisteminhas em uma comunidade, torna-se essencial o planejamento da cadeia produtiva, de forma a evitar gargalos ou colapsos no fornecimento de insumos e na comercialização dos produtos.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para avaliação dos impactos socioambientais e econômicos do Sisteminha, adotou-se a metodologia denominada Ambitec-Agro (Rodrigues *et al.*, 2013; Rodrigues, 2015; Rodrigues; Pimenta; Casarini, 2016; Irias *et al.*, 2018). Trata-se de metodologia preconizada pela Embrapa para avaliação dos impactos da adoção das suas tecnologias, do tipo qualitativa e de caráter multidimensional.

De acordo com Rodrigues *et al.* (2013), o roteiro metodológico do Ambitec-Agro consiste na realização de entrevistas com produtores usuários da tecnologia (mínimo de dez) que respondem, conforme sua experiência, se houve moderada alteração positiva ou negativa (+1 ou -1), ou grande alteração positiva ou negativa (+3 ou -3), ou se não houve alteração (0) nos indicadores apontados. Alterações ou impactos são ponderados, de acordo com a escala de abrangência do indicador, a nível pontual, local ou entorno. Os resultados são apresentados em uma escala que vai de -15 a +15. A planilha Excel do Ambitec-Agro opera os resultados para cada critério, que são apresentados em tabela com valores para os critérios agregados.

A metodologia estabelece 27 critérios, sendo que cada um é composto de três a sete indicadores, num total de 148 indicadores de impacto. Esses indicadores representam as perguntas feitas aos produtores, cujos Sisteminhas foram avaliados ao longo dos últimos seis anos, numa média de dez por ano, 20 em 2022.

A metodologia Ambitec efetua o cálculo do impacto para cada critério, agrega os indicadores ambientais e socioeconômicos e o impacto geral da tecnologia, composto por todos os indicadores.

Os impactos econômicos da tecnologia foram avaliados utilizando o método do excedente econômico, conforme preconizado em Ávila *et al.* (2002). A tecnologia Sisteminha pode ser caracterizada, na maioria das vezes, como tecnologia social, e envolve inúmeras vantagens e externalidades ambientais e sociais positivas, mas difíceis de quantificar economicamente, além de ser um “pacote tecnológico” adotado em partes, que vão gerar diferentes tipos de impactos. Essas externalidades não foram quantificadas.

ANÁLISE DOS IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS E ECONÔMICOS

O Sisteminha conta com diferenciais que demonstram sua forma sustentável de produzir alimentos, impactos que foram avaliados nos últimos seis anos (de 2014 a 2022) e que serão explicitados a seguir. Inicialmente, para ter-se uma ideia do impacto médio, serão apresentadas, na Tabela 1, as médias (de seis anos) dos resultados das avaliações do Impacto socioeconômico e ambiental do Sisteminha.

Tabela 1 – Médias dos resultados de impacto socioeconômico e ambiental do Sisteminha

Ano	Impacto ambiental	Impacto socioeconômico	Impacto geral	Impacto critério geração de renda
2019	1,0	3,8	2,6	9,7
2018	0,8	3,2	2,2	8,0
2017	0,7	2,3	1,5	5,3
2016	0,3	1,8	1,5	6,4
2015	0,9	2,8	2,0	10,0
2014	0,3	3,7	2,4	8,8
Média	0,7	2,9	2,0	8,0

Fonte: dados da pesquisa.

A escala para interpretação dos índices de impacto da Tabela 1 é a seguinte:

0,01 a 0,60 = impacto Pequeno;

0,61 a 2,00 = impacto Moderado;

2,01 a 4,00 = impacto Relevante;

4,01 a 6,00 = impacto Alto;

6,01 a 15,0 = impacto Muito Alto (A⁺).

Conforme evidencia a Tabela 1, os impactos socioeconômicos foram, em média, mais significativos do que os impactos ambientais ou o impacto geral. Isso se deve, em grande parte, à elevada contribuição do critério “geração de renda”, que compõe o indicador agregado socioeconômico. Nesta análise, considera-se como renda não monetária o valor correspondente aos alimentos produzidos e consumidos pelo próprio agricultor, ou seja, aquilo que ele deixaria de gastar, caso precisasse adquirir tais alimentos no mercado. Além da geração de renda, outros critérios relacionados ao componente socioeconômico também se destacaram, conforme será detalhado na Tabela 2, mais adiante.

Por outro lado, os impactos ambientais permaneceram, ao longo dos anos, entre pequenos e moderados. Essa tendência pode ser explicada, em parte, pela forma de disseminação do Sisteminha, que ainda ocorre predominantemente de forma pontual, com produtores isolados em comunidades geograficamente distantes entre si.

De modo geral, os impactos médios apresentaram pouca variação entre os anos analisados. No entanto, em 2022, observou-se um ligeiro aumento nos impactos em comparação aos demais anos. Tal variação, contudo, é de difícil explicação, dado o alto grau de heterogeneidade entre as propriedades avaliadas, especialmente no que se refere ao tempo de adoção da tecnologia, à distância em relação a centros fornecedores de insumos, à disponibilidade hídrica e ao número de módulos produtivos instalados. A Tabela 2, a seguir, apresenta os resultados dos 27 critérios de impacto avaliados para o Sisteminha no ano de 2022.

Tabela 2 – Resultados dos critérios de impacto para o Sisteminha – ano 2022

	Critério	Índice	Índices agregados	
1	Mudança no uso direto da terra	3,89	Eficiência tecnoló- gica 0,91	Índice de impacto ambiental 1,34
2	Mudança no uso indireto da terra	0,34		
3	Consumo de água	-1,99		
4	Uso de insumos agrícolas	1,14		
5	Uso de insumos veterinários e maté- rias-primas	- 4,36		
6	Consumo de energia	- 2,55		
7	Geração própria, aproveitamento, reuso e autonomia	1,83		
8	Emissões à atmosfera	1,49		
9	Qualidade do solo	8,07		
10	Qualidade da água	- 0,15		
11	Conservação da biodiversidade e recuperação ambiental	2,24		
12	Qualidade do produto	7,70	Respeito ao consu- midor 8,42	Índice de impacto socioeconômico 13,71
13	Capital social	5,33		
14	Bem-estar e saúde animal	12,25		
15	Capacitação	4,12	Emprego/ocupação 3,98	
16	Qualificação e oferta de trabalho	1,42		
17	Qualidade do emprego / ocupação	0,00		
18	Equidade entre gêneros, gerações, etnias	10,40		
19	Geração de renda	12,45	Renda 11,13	
20	Valor da propriedade	9,82	Saúde 3,60	
21	Segurança e saúde ocupacional	0,75		
22	Segurança alimentar	7,18	Gestão 5,75	
23	Dedicação e perfil do responsável	8,53		
24	Condição de comercialização	7,80		
25	Disposição de resíduos	5,64		
26	Gestão de insumos químicos	0,66		
27	Relacionamento institucional	6,14		
	Índice geral	3,71		

Fonte: dados da pesquisa.

Conforme observado na Tabela 2, alguns critérios apresentaram impactos negativos. Um deles foi o “consumo de energia”, especialmente no ano de 2022. Esse resultado pode ser parcialmente atribuído ao aumento no preço do quilowatt-hora (kWh), o que gerou, entre os produtores, a percepção de elevação nos custos com eletricidade em comparação aos anos anteriores. Contudo, é importante destacar que o consumo de energia por quilograma de alimento produzido no Sisteminha é relativamente baixo, estando associado, principalmente, ao bombeamento de água para o tanque e à sua circulação e filtragem. Na maioria dos casos, a irrigação ainda é realizada de forma manual, o que reduz o consumo energético.

Outro indicador com resultado negativo foi o “uso de insumos e matérias-primas”. A dificuldade de acesso e a dependência de insumos de qualidade têm se configurado, ao longo dos anos, como um gargalo à plena adoção da tecnologia. No entanto, estratégias para superação desse desafio vêm sendo desenvolvidas e implementadas junto aos produtores.

Alguns indicadores apresentaram impacto nulo, como “emissões à atmosfera” e “qualidade do emprego”. Apesar de depoimentos apontarem que o Sisteminha reduz a penosidade do trabalho por ser uma atividade mais leve do que a agricultura tradicional, realizada nas proximidades da residência e em intervalos de outras tarefas, esse impacto não é captado pela Metodologia Ambitec, que considera apenas aspectos formais do trabalho. Como o Sisteminha emprega majoritariamente mão de obra familiar, ou seja, informal, não há impacto mensurado nesse critério. Da mesma forma, as “emissões à atmosfera” não são percebidas pelos produtores, que se concentram nas práticas do Sisteminha e não consideram as queimadas que deixaram de realizar em áreas antes cultivadas.

O indicador “consumo de água” apresentou impacto moderado (1,99). Esse resultado está relacionado ao fato de que alguns produtores, antes da adoção da tecnologia, não realizavam irrigação, o que levou a um aumento relativo no consumo de água. Por outro lado, houve também incremento na produção por unidade de área.

O aspecto “respeito ao consumidor” apresentou impacto muito alto (8,42). O critério mais relevante foi o “bem-estar e saúde animal”, que também teve impacto alto. Os produtores relataram que, para alcançar um animal de qualidade para consumo e comercialização, é necessário seguir rigorosamente as orientações sobre instalações e manejo.

O aspecto “trabalho” também teve impacto significativo. Destaca-se o critério “oportunidade, emancipação e recompensa equitativa entre gêneros, gerações e etnias”, que obteve impacto muito alto (10,40). Em diversas famílias, observou-se o protagonismo feminino na condução da UPS, resultando em maior valorização e remuneração do trabalho das mulheres, contribuindo para sua autonomia financeira. Por outro lado, o critério “qualidade do emprego” não apresentou impacto, em razão da informalidade predominante no uso da força de trabalho familiar no Sisteminha.

O aspecto “renda” teve impacto muito alto, já que se considera como renda o valor de mercado dos alimentos produzidos, consumidos e/ou comercializados pelas famílias. Esse indicador é composto por cinco critérios: “segurança”, “estabilidade”, “distribuição”, “diversidade de fontes de renda” e “montante”. O critério com maior impacto foi “geração de renda do estabelecimento”, com escore de 12,45 (impacto muito alto). Os relatos dos produtores evidenciam uma transição de uma produção quase inexistente para uma produção diversificada, mesmo em áreas pequenas, o que contribuiu significativamente para a garantia da renda familiar e a independência financeira.

O impacto no aspecto “saúde” também foi relevante, com destaque para o critério “segurança alimentar”, composto pelos subcritérios “garantia da produção”, “quantidade” e “qualidade nutricional dos alimentos”. Assim como o aumento da renda, a melhoria na segurança alimentar decorre da maior disponibilidade de alimentos em função da irrigação, do manejo adequado e escalonado, e da utilização de adubo orgânico proveniente do filtro e da água dos peixes. Já o critério “segurança e saúde ocupacional” apresentou impacto moderado (0,75).

No aspecto “gestão”, o impacto foi muito alto. O critério mais expressivo foi “dedicação e perfil do responsável”, também com impacto alto, reflexo do bom nível de capacitação e do envolvimento de toda a família (incluindo mulheres, jovens e idosos) nas atividades. O critério “relacionamento institucional” também apresentou impacto muito alto, impulsionado pelo apoio técnico da Embrapa e pelo crescimento da participação de associações de produtores e de serviços de extensão rural. O critério “disposição de resíduos” teve impacto alto (5,64), em função do melhor aproveitamento de resíduos orgânicos e domésticos. Já a “gestão de insumos químicos” teve impacto moderado (0,66).

Outro critério com impacto alto foi a “qualidade do solo”. A produção e utilização de cobertura morta, composto orgânico e a água proveniente do tanque e do filtro contribuíram para a conservação da matéria orgânica, umidade e nutrientes do solo, resultando em melhor estrutura, menor compactação e maior fertilidade.

A venda direta dos excedentes de produção especialmente peixes, cheiro-verde, frango e ovos contribuiu positivamente para o critério “condição de comercialização”. Essa comercialização ocorre tanto na propriedade, com compradores locais, quanto em feiras, com uso de transporte próprio por parte dos produtores.

O índice geral de impacto socioambiental, conforme calculado pela Metodologia Ambitec-Agro, foi considerado relevante. A tecnologia do Sisteminha é adequada à realidade dos pequenos produtores, e seus impactos mais expressivos ainda se concentram no nível da unidade produtiva familiar. Para que esses impactos se ampliem para o nível local e regional, é fundamental fortalecer a articulação entre produtores, fornecedores de insumos, prestadores de assistência técnica, associações e mercados consumidores. Isso só será possível com a disseminação da tecnologia em maior escala dentro de uma mesma comunidade e com a organização coletiva dos agricultores.

Em 2022, considerando as 20 propriedades visitadas, os módulos mais recorrentes nos produtores visitados foram piscicultura, olericultura e avicultura de postura. Há uma variabilidade nos benefícios econômicos verificados. Alguns produtores iniciantes (menos de um ano de adoção) estão na fase de produção para autoconsumo. Outros já comercializam os excedentes de produção na propriedade, em mercados locais e institucionais.

Foram gerados, em média, 1,629 kg de produtos naquele ano, por propriedade, resultando em ganho bruto unitário de R\$6.158,00 por propriedade, e após descontar os custos adicionais, obteve-se R\$5.267,10 de ganho líquido por propriedade. A Tabela 3, a seguir, sintetiza os resultados das categorias mais frequentes nas propriedades que operaram o Sisteminha em 2022.

Tabela 3 – Produção, consumo, venda, ganho bruto unitário e ganho líquido unitário médios por cultura utilizando Sisteminha em 2022

Produto	Unidade de medida	Produção Atual	Consumo	Venda	Preço de venda R\$	Custo adicional R\$	Consumo (R\$)	Venda (R\$)	Custo adicional total (R\$)	Ganho bruto unitário (R\$)	Ganho líquido unitário (R\$)
		B	C	D=B-C	E	F	G=C*G	H=F*G	I=(B-A)*E	J=(B-A)*E	L=J-I
Olerícolas	kg	1.329	1.104	225	2,25	0,00	2.483,41	506,61	-	2.990,01	2.990,01
Tilápia	kg	88	80	8	12,00	3,42	957,18	100,94	301,56	1.058,12	756,55
Ovos	unid	4.224	1.842	2.381	0,50	0,14	921,21	1.190,64	591,32	2.111,86	1.520,54
Total							4.361,80	1.798,19	892,88	6.158,00	5.267,10

Fonte: dados da pesquisa.

O peixe foi identificado como produto presente em 18 das propriedades pesquisadas. No entanto, dois produtores relataram perdas totais na criação, impossibilitando a contabilização da produção nessas unidades. A espécie de peixe cultivada nos tanques do Sisteminha é a tilápia, com peso médio de 400g na despesca. A produção anual média foi de 88 kg por propriedade, dos quais 80 kg foram destinados ao autoconsumo e 8 kg à venda, resultando em um ganho líquido médio de R\$ 756,55 por unidade produtiva.

Na sequência, destacam-se os ovos, presentes em 14 propriedades. A produção média anual foi de 4.224 unidades, sendo este o produto com maior destinação à comercialização entre os analisados: 2.381 unidades foram vendidas e 1.842 consumidas pelas famílias, com retorno líquido de aproximadamente R\$ 1.520,00 por propriedade.

As olerícolas também tiveram ampla presença, sendo cultivadas em praticamente todas as unidades, sejam listadas individualmente, sob a denominação genérica de “hortaliças” ou incluídas em cultivos escalonados. A produção anual somou 1.329 kg, dos quais 1.104 kg foram destinados ao autoconsumo e 225 kg à venda, resultando em ganho líquido médio de R\$ 2.990,00 por propriedade ao ano.

A criação de galinhas foi identificada em cerca de um terço das propriedades, enquanto a presença de outros produtos de origem animal, como porcos e ovos de codorna, foi menos frequente. A compostagem é prática comum entre os produtores, embora a produção de húmus de minhoca ainda seja limitada.

Para estimar os custos adicionais com a tecnologia, foram considerados os valores médios dos insumos informados pelos produtores: R\$ 3,42 por kg de peixe despescado (referentes ao kit de ração e alevinos) e R\$ 0,14 por unidade de ovo, equivalente a cerca de R\$ 2,80 por kg de ovos.

Com relação ao quantitativo de Sisteminhas implantados (H), a adoção anual da tecnologia foi estimada desde 2012. Em 2015, havia cerca de 200 famílias adotantes, número que aumentou para 400 em 2016, 800 em 2017 e, aproximadamente, 1.200 desde 2018. Assim, estima-se que, em 2022, 1.200 famílias tenham se beneficiado da tecnologia em todo o país, gerando um benefício econômico de R\$ 4.424.336,53 apenas naquele ano.

Vale destacar que esses dados refletem a produção observada nas diferentes condições dos produtores entrevistados. No entanto, o potencial produtivo do Sisteminha é superior, conforme demonstrado por módulos instalados em unidades de referência, como o Assentamento Cajueiro, a Unidade de Execução de Parnaíba (PI) e o Espaço Plural em Pernambuco. A produção alcançada por módulo ainda está abaixo desse potencial, em função de limitações já identificadas, cuja superação é prevista por meio das ações da Rede de Fomento.

Considerando como público potencial os 3.897.408 estabelecimentos agropecuários existentes no Brasil (IBGE, 2019), o impacto econômico total do Sisteminha poderia atingir R\$ 20.528.037.676,80. Mesmo que apenas 10% desses estabelecimentos adotassem a tecnologia, o impacto econômico, ambiental e social seria significativo, especialmente em territórios marcados pela vulnerabilidade socioeconômica.

Os resultados evidenciam o potencial do Sisteminha como uma tecnologia social eficaz na promoção da segurança alimentar, na geração de renda e na diversificação produtiva em unidades da agricultura familiar, especialmente em contextos marcados por vulnerabilidades socioeconômicas. A presença consistente de produtos como peixe, ovos e hortaliças demonstra a viabilidade técnica e econômica do modelo, mesmo diante de limitações estruturais. Além disso, os dados apontam para um expressivo potencial de escalabilidade, com impactos econômicos relevantes caso a tecnologia seja difundida em maior escala. Esses achados reforçam a importância de políticas públicas e ações de fomento que ampliem o acesso ao Sisteminha e assegurem o suporte necessário para sua implantação plena, maximizando seus efeitos positivos sobre os sistemas alimentares locais, a sustentabilidade produtiva e a contribuição com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Sisteminha, lançado em 2011, ampliou sua adoção a partir de 2014 e, em 2022, estava presente em dez estados brasileiros, com cerca de 1.200 usuários. A avaliação de impacto socioambiental desse ano apontou um índice de 2,59, indicando impacto relevante, com destaque para a geração de renda, segurança alimentar, equidade de gênero e inclusão de jovens.

Embora os efeitos positivos sejam significativos para cada família, os impactos ainda se concentram em nível pontual. A ampliação dos benefícios em escala local e territorial depende da concentração de unidades produtivas em comunidades, o que favoreceria ações coletivas, como compras, vendas e assistência técnica.

Em termos econômicos, os módulos mais comuns foram piscicultura, olericultura e avicultura, com ganho líquido médio de R\$ 5.267,10 por unidade em 2022. O valor agregado para todas as unidades ativas foi estimado em mais de R\$ 4,4 milhões. A maioria dos usuários relatou satisfação, e parte deles expandiu suas estruturas produtivas.

No entanto, também foram identificadas unidades abandonadas, com causas diversas como falhas técnicas, dificuldades no acesso a insumos de qualidade e assistência técnica precária. A dispersão geográfica das unidades e limitações externas, como acesso a crédito, continuam sendo desafios para maior impacto.

As avaliações realizadas nos últimos seis anos evidenciam melhorias graduais, mas reforçam a necessidade de maior sistematização das experiências, ampliação das avaliações em diferentes escalas e aperfeiçoamento do monitoramento da adoção. A tecnologia segue em evolução, com potencial para aperfeiçoamentos técnicos e operacionais.

Recomenda-se fortalecer sua inserção em políticas de desenvolvimento rural, ampliar o suporte técnico e institucional e desenvolver ferramentas de gestão e monitoramento. Isso pode aumentar a adoção planejada, potencializar os impactos positivos e gerar mais valor para os produtores e para a Embrapa.

REFERÊNCIAS

ÁVILA, A. F. D.; RODRIGUES, G. S.; VEDOVOTO, G. L. (ed.). **Avaliação dos impactos de tecnologias geradas pela Embrapa: metodologia de referência**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. 189 p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/149960/1/2008OL-01.pdf>. Acesso em: 30 out. 2024.

GOMES, J. F. B.; TOLEDO, M. M.; GOMES, R. S. B. O “Sisteminha Embrapa” e a rentabilidade, resiliência e sustentabilidade de agroecossistemas familiares: estudo de caso no território da cidadania dos cocais, estado do Maranhão. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 35, n. 3, p. 405-425, set./dez. 2018.

GUILHERME, L. C.; SOBREIRA, R. dos S.; OLIVEIRA, V. Q. **Sisteminha Embrapa - UFU - FAPEMIG: Sistema Integrado de Produção de Alimentos - Módulo 1: tanque de peixes**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2019. 63 p. (Embrapa Meio-Norte. Série Documentos, 259). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/201476/1/Sisteminha-Embrapa-UFU-Fapemig-Baixa2019.pdf>. Acesso em: 30 out. 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Censo agropecuário 2017: resultados definitivos**. Rio de Janeiro: IBGE, 2019. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuário/censo-agropecuário-2017>. Acesso em: 20 nov. 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Coordenação de Agropecuária. Produção Pecuária Municipal**. Brasília, 2017. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm_2017_v45_br_notas_tecnicas.pdf. Acesso em: 30 out. 2024.

IRIAS, L. J. M. et al. **Sistema de avaliação de impacto ambiental de inovações tecnológicas nos segmentos agropecuário, produção animal e agroindústria (SISTEMA AMBI-TEC)**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2004. 8 p. (Embrapa Meio Ambiente. Circular Técnica, 5).

RODRIGUES, G. S. **Avaliação de impactos socioambientais de tecnologias na Embrapa. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente**, 2015. 41 p. (Embrapa Meio Ambiente. Documentos, 99). Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1020852/avaliacao-de-impactos-socioambientais-de-tecnologias-na-embrapa>. Acesso em: 30 out. 2024.

RODRIGUES, G. S.; BUSCHINELLI, C. C. de A.; ÁVILA, A. F. D. An environmental impact assessment system for agricultural research and development II: institutional learning experience at Embrapa. **Journal of Technology Management & Innovation**, v. 5, n. 4, p. 38-56, 2010.

RODRIGUES, G. S.; CAMPANHOLA, C.; KITAMURA, P. C. **Avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica agropecuária: AMBITEC-AGRO**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2003. 95 p. (Embrapa Meio Ambiente. Documentos, 34). Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/14519/avaliacao-de-impacto-ambiental-da-inovacao-tecnologica-agropecuaria-ambitec-agro>. Acesso em: 30 out. 2024.

RODRIGUES, G. S.; PIMENTA, S. C.; CASARINI, C. R. A. **Ferramentas de avaliação de impactos ambientais e indicadores de sustentabilidade na Embrapa**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2016. (Embrapa Meio Ambiente. Documentos, 105). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/157804/1/2016DC07.pdf>. Acesso em: 30 out. 2022.

RODRIGUES, I. A. et al. **Avaliação de impactos ambientais, sociais e econômicos do sistema plantio direto de grãos na Fazenda Rio Grande, Paragominas, PA**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2013. 34 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 86). Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/957336/avaliacao-de-impactos-ambientais-sociais-e-economicos-do-sistema-plantio-direto-de-graos-na-fazenda-rio-grande-paragominas-pa>. Acesso em: 30 out. 2024.

SCARABELOT, M.; SCHNEIDER, S. As cadeias agroalimentares curtas e desenvolvimento local: um estudo de caso no município de Nova Veneza/SC. **Faz Ciência**, Francisco Beltrão, PR, v. 14, n. 19, p. 101-130, jan./jun. 2012.

SCHNEIDER, S.; GAZOLLA, M. Cadeias curtas e redes agroalimentares alternativas. In: SCHNEIDER, S.; GAZOLLA, M. (org.). **Cadeias curtas e redes agroalimentares alternativas: negócios e mercados da agricultura familiar**. Porto Alegre, RS: UFRGS, 2017. p. 9-24.

SEGALL-CORRÊA, A. M.; MARIN-LEON, L. A segurança alimentar no Brasil: proposição e usos da Escala Brasileira de Medida da Insegurança Alimentar (EBIA) de 2003 a 2009. **Segurança Alimentar e Nutricional**, Campinas, v. 16, n. 2, p. 1-19, jul. 2009.

UNITED NATIONS. **Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development**. New York, 2015. Disponível em: <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/21252030%20Agenda%20for%20Sustainable%20Development%20web.pdf>. Acesso em: 30 out. 2024.