

COOPERATIVISMO, INOVAÇÃO TECNOLÓGICA E MUDANÇAS CLIMÁTICAS: DESAFIOS E OPORTUNIDADES À LUZ DA AVALIAÇÃO DE IMPACTO SOCIOAMBIENTAL

COOPERATIVISM, TECHNOLOGICAL INNOVATION, AND CLIMATE CHANGE: CHALLENGES AND OPPORTUNITIES IN LIGHT OF SOCIOENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT

Lindomar de Jesus de Sousa Silva¹
Rosangela Santos dos Reis Lima²
Alessandro Carvalho dos santos³
Gilmar Antonio Meneghetti⁴
Jose Olenilson Costa Pinheiro⁵
Glenda Barbosa da Costa⁶

Área Temática Cooperativismo, Economia Solidaria e Gestão de Empreendimentos
Modalidade: Artigo Científico

Resumo

O estudo analisou os impactos socioambientais da adoção de boas práticas tecnológicas em propriedades familiares vinculadas à Cooperativa Agroindustrial Cooptarumã, situada na bacia do Tarumã-Açu, em Manaus/AM. A pesquisa teve como objetivo avaliar os efeitos da transferência de tecnologias desenvolvidas em parceria com instituições como a Embrapa, especialmente em um contexto de vulnerabilidade às mudanças climáticas. Para isso, foi adotado o sistema Ambitec-Agro, que utiliza matrizes multicritério com 148 indicadores organizados em sete dimensões: eficiência tecnológica, qualidade ambiental, respeito ao consumidor, emprego, renda, saúde e gestão administrativa. Os resultados indicam que a adoção de práticas sustentáveis e o uso de cultivares de maior desempenho resultaram em ganhos na produtividade, na conservação ambiental e na geração de renda. Houve destaque para o cultivo do açaí em áreas degradadas, com impacto positivo sobre a biodiversidade e o sequestro de carbono. A qualidade do solo e da água também melhorou, assim como o capital social e a participação comunitária. No aspecto econômico, os agricultores ampliaram a renda e valorizaram suas propriedades por meio de investimentos em infraestrutura e acesso a mercados. A inclusão de mulheres, jovens e diferentes etnias foram fortalecidas, promovendo maior equidade social. Entretanto, foram observados desafios como o aumento do consumo de água e energia e segurança ocupacional. Conclui-se que a combinação entre inovação tecnológica, organização cooperativa e, com políticas públicas adequadas à demanda dos cooperados pode promover transformações estruturais na agricultura familiar amazônica, com efeitos positivos sobre a sustentabilidade e o desenvolvimento local.

Palavras-Chave: Agricultura familiar, Inovação tecnológica, Sustentabilidade, Cooperativismo, Mudanças climáticas

¹ Embrapa Amazônia Oriental; e-mail: Lindomar.j.silva@embrapa.br

² Embrapa Amazônia Ocidental; e-mail: rosangela.reis@embrapa.br

³ Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Rural (PGDR/ UFRGS); e-mail: Alessandrocarvalho1999@gmail.com

⁴ Embrapa Amazônia Ocidental; e-mail: Gilmar.meneghetti@embrapa.br

⁵ Embrapa Amazônia Oriental; email: jose.pinheiro@embrapa.br

⁶ Embrapa Amazônia Ocidental; e-mail: costaglenda900@gmail.com

Abstract

This study analyzed the socio-environmental impacts of adopting good technological practices in family farms associated with the Agroindustrial Cooperative Cooptarumã, located in the Tarumã-Açu basin, in Manaus, Amazonas, Brazil. The research aimed to assess the effects of technology transfer developed in partnership with institutions such as Embrapa, especially in a context of vulnerability to climate change. For this purpose, the Ambitec-Agro system was adopted, which uses multicriteria matrices with 148 indicators organized into seven dimensions: technological efficiency, environmental quality, consumer respect, employment, income, health, and administrative management. The results indicate that adopting sustainable practices and using higher-performing cultivars led to gains in productivity, environmental conservation, and income generation. Açaí cultivation in degraded areas stood out, with positive impacts on biodiversity and carbon sequestration. Soil and water quality also improved, as did social capital and community participation. From an economic perspective, farmers increased their income and enhanced the value of their properties through investments in infrastructure and improved market access. The inclusion of women, youth, and different ethnic groups was also strengthened, promoting greater social equity. However, some challenges were observed, such as increased water and energy consumption and occupational safety issues. It is concluded that the combination of technological innovation, cooperative organization, and public policies tailored to the needs of cooperative members can foster structural transformations in Amazonian family farming, with positive effects on sustainability and local development.

Key words: Family farming, Technological innovation, Sustainability, Cooperativism, Climate change

1. Introdução

Para Forgiarini *et al* (2018,p.22) o cooperativismo é conhecido como um “movimento associativo, mas também se constitui como doutrina social e modelo econômico. Surgiu no final do século XVIII e início do Século XIX, em um contexto de lutas e de oposição de trabalhadores ao liberalismo econômico europeu daquela época”

Schneider (2012,p.254) o cooperativismo deve sua “origem ao movimento operário e a um movimento de ideias”, porem a cooperação enquanto “ajuda mutua” tem raízes mais profundas na historia e está presente “ao longo de toda a história da humanidade, tanto na Antiguidade mais remota, quanto no tempo do Império Romano, na Idade Média e no início da Idade Moderna. Para Gambetta (1996), a cooperação está ligada ao próprio processo evolutivo da humanidade, já que a convivência em grupos foi determinante para o progresso da espécie humana e para a sobrevivência de outras formas de vida.

Gide (1974, p.27) compreende que o cooperativismo “não é uma teoria de gabinete; saiu da prática da vida e das necessidades da classe operária. Não surgiu num belo dia do cérebro de alguns sábios; sai das próprias entranhas do povo”. Schneider (2012,p.254) chama

o cooperativismo como “cooperação mais sistemática” e que nasce num “momento em que o espírito de solidariedade havia desaparecido quase por completo na fase mais voraz e selvagem do começo do capitalismo industrial”

Drimer (1973, p.28-29) compreende que o cooperativismo possui um espírito, valores que são: esforço próprio e ajuda mútua como condição para a autonomia; Solidariedade e cooperação entre associados e entre cooperativas; Igualdade, democracia e participação, Justiça nas normas, equidade e liberdade; Promoção humana e educação cooperativa; Coincidência com os interesses gerais da comunidade; Mutualidade, retribuindo a cada qual segundo o esforço dispensado.

O cooperativismo orienta-se pela cooperação mútua, uma tentativa de mitigar questões sociais, econômicas e ambientais dos seus afiliados diretos e que podem ser perceptíveis por toda uma comunidade. Sua marca, em uma sociedade marcada pela concorrência e pela relações desiguais, são os princípios que regem o cooperativismo: Adesão voluntária e livre; Gestão democrática; Participação econômica dos membros; Autonomia e independência; Educação, formação e informação; Intercooperação; Interesse pela comunidade

Figura 1 - Princípios que regem o cooperativismo.

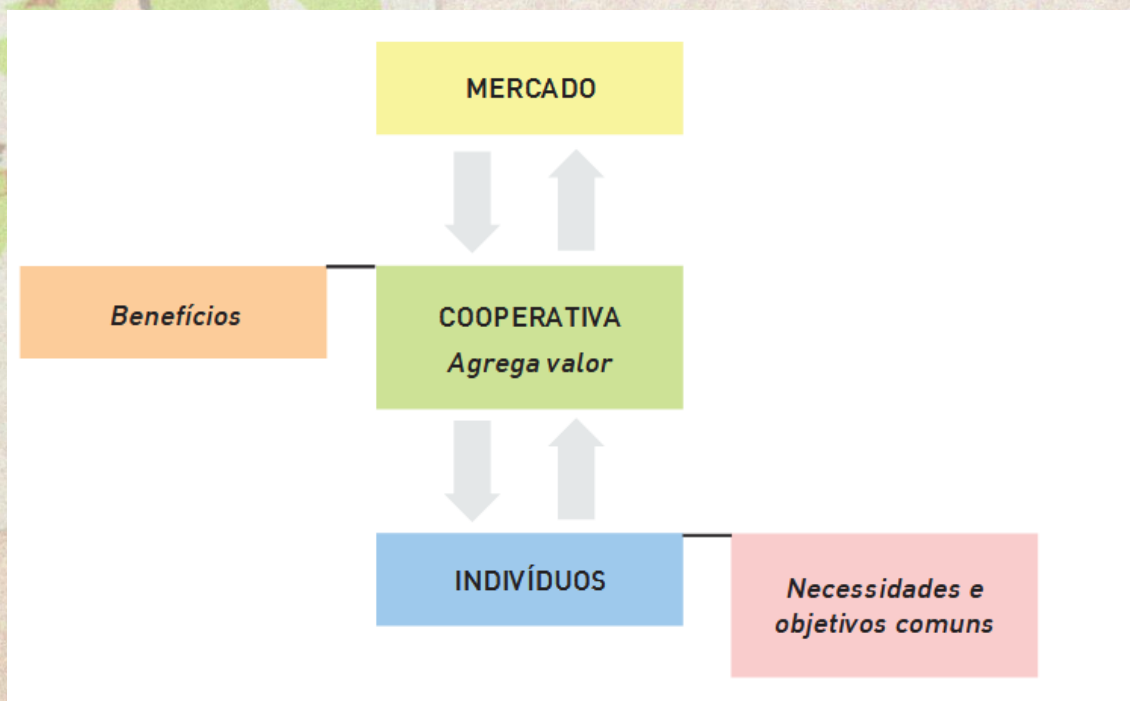


Fonte: Rochi, 2024

O cooperativismo é uma alternativa para as classes trabalhadoras historicamente marginalizadas, sobretudo diante dos avanços tecnológicos das grandes indústrias, que buscam reduzir custos e tempo de produção. Essas inovações, frequentemente vinculadas a estratégias de redução de empregos e de direitos trabalhistas, contribuem para a desvalorização do trabalho humano. Para Lima, Silva e Bavaresco (2014, p. 85) o cooperativismo apresenta-se como “uma alternativa àqueles que se vêem excluídos do mercado de trabalho, por meio do qual os operários e trabalhadores rurais têm se unido a fim de fortalecer a classe e buscar melhores condições de trabalho e produção”.

Para CARDOSO (2014,p.10) a cooperativa seria um meio para que um “determinado grupo de indivíduos atinja objetivos específicos, por meio de um acordo voluntário para cooperação recíproca, o que podemos chamar de finalidade” e que portanto, “a cooperativa atua no mercado desenvolvendo atividades de consumo, produção, crédito, prestação de serviços e comercialização para seus cooperados”

Figura 2 - Esquemáticamente, pode-se representar essa relação como:



Fonte: CARDOSO (2014,p.11)

O cooperativismo configura-se como uma opção para os indivíduos que, conscientes de suas limitações, buscam na cooperação as condições necessárias para superar sua impotência diante do isolamento, como diria Marx (2015). É nesse contexto que a cooperação surge como fundamental para a sobrevivência, uma necessidade vital para encontrar soluções coletivas e partilhadas, capazes de beneficiar a todos (OSTROM, 1990).

Adrioli (2009, p. 20) entende que o cooperativismo “decorre de uma necessidade humana comum e da consciência de superação conjunta de problemas, com vistas à obtenção de benefícios para aqueles que cooperam”. Assim, para o autor, a existência de uma cooperativa e do cooperativismo pressupõe a presença de “condições objetivas e subjetivas”, sendo que: “a condição objetiva é a situação vivenciada, geradora de problemas; a condição subjetiva é a tomada de consciência de que os problemas são comuns e de que, com a união, é possível superá-los, proporcionando vantagens mútuas” (Adrioli, 2009, p. 20).

Entre os diversos problemas enfrentados pelas cooperativas do Amazonas, destaca-se a dinâmica produtiva, que se torna cada vez mais desafiadora em um contexto de mudanças climáticas. Vale ressaltar que a produção dos cooperados tem sido cada vez mais impactada pelo aumento da frequência e da intensidade de eventos climáticos extremos. Além disso, os ciclos naturais também sofrem alterações, com mudanças na duração das estações do ano e nos padrões de precipitação. Tal aspecto evidencia cada vez mais o papel do cooperativismo junto às comunidades amazônicas que além de ser um instrumento de busca por acesso a mercados, condições adequadas de produção, precisa agora ser o espaço que organiza para o enfrentamento, resiliência e adaptação às mudanças climáticas.

Cooperativismo: organização, resiliência e alternativas às mudanças climáticas.

A Cooperativa Agroindustrial dos Produtores das Comunidades Novo Paraíso e Frederico Veiga (CoopTarumã) tem buscado na parceria com diversas instituições, entre elas a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), as condições para superar seus problemas produtivos.

A busca de tecnologia passa pelo entendimento de que a tecnologia é o conhecimento aplicado para aperfeiçoar técnicas e processos, reflete a habilidade humana de criar instrumentos, métodos de observação e estratégias de controle, que possibilitam a

transformação e a exploração sustentável dos recursos naturais (SANDRONI, 1999). Essa capacidade de inovação, além de gerar bens e produtos, amplia a eficiência do trabalho, seja ele manual ou intelectual.

Mais recentemente, as mudanças climáticas estão cada vez mais aumentando os riscos na produção agropecuária mundial, sendo que as comunidades vulneráveis estão mais sujeitas aos eventos meteorológicos extremos e as catástrofes naturais, que podem afetar diretamente os níveis de produtividades agrícola e pecuária, bem como contribuir para maior ocorrência de doenças e pragas no meio rural (Campbell et al., 2016; Buainain; Silveira, 2017). Para a OCB (2025, p.10) estamos vivendo “um momento crucial para o futuro do planeta, no qual a adaptação, mitigação e gestão das mudanças climáticas se tornam indispensáveis” e nesse sentido, o “ movimento cooperativista entende que este é um dos maiores desafios enfrentados pela humanidade e que exige ações urgentes e eficazes.

Diante das mudanças climáticas, como já abordava Dosi (1988), a necessidade de inovação tecnológica passa a ser uma solução de um problema que os conhecimentos, até então existentes e gerados pela pesquisa, ainda não conseguiram resolver. E desta forma as tecnologias desenvolvidas no âmbito agrícola precisam deixar de ser apenas um reflexo das necessidades do mercado que, cada vez mais, demanda soluções eficientes e complexas, e sim buscar garantir condições para o bem viver da população mundial.

De acordo com a Organização das Nações Unidas (ONU), as inovações tecnológicas podem desempenhar um papel essencial na redução da pobreza global, contrariando a ideia de que tecnologia seja um privilégio exclusivo de países ricos (ONU, 2001).

No contexto agrícola, o design interno tem potencial para tornar os processos mais lucrativos e sustentáveis, ao promover o redesenho e a melhoria de recursos e práticas já existentes, reduzindo os custos de produção e de processamento (KNICKEL, 2018).

Os eventos climáticos registrados nos últimos anos no Amazonas têm levado as cooperativas de agricultores familiares a buscarem tecnologias agropecuárias que garantam a sustentabilidade de seus sistemas produtivos. Vale ressaltar que a agricultura familiar se caracteriza como uma atividade de grande importância social, econômica e cultural, além de ser uma importante fonte de emprego e renda para as populações do meio rural. Tal

importância tem levado os agricultores a buscarem tecnologias como forma de sucumbirem aos efeitos das mudanças climáticas.

Conforme Silva (1990), o avanço tecnológico na agricultura possui características específicas, relacionadas a elementos que influenciam diretamente a produtividade do trabalho no campo. Esses elementos incluem tanto os fatores naturais — como o tipo de solo, a topografia e o clima — quanto os fatores construídos, como máquinas, equipamentos e outros meios de produção. Esse processo de modernização tecnológica é um dos principais aspectos que distinguem a agricultura tradicional daquela considerada moderna.

O projeto de transferência de tecnologia desenvolvido junto à Cooptarumã, como uma demanda de seus cooperados, teve como objetivo principal contribuir para o desenvolvimento socioeconômico e ambiental da agricultura familiar, com foco na segurança alimentar e na geração de renda para as famílias rurais, especialmente em contextos marcados pelas mudanças climáticas. Para alcançar esse objetivo, as ações foram orientadas para a adoção de práticas culturais sustentáveis e para a implementação de tecnologias desenvolvidas pela pesquisa, visando agregar valor, difundir novos conhecimentos e ampliar as oportunidades de negócios.

Essa estratégia possibilitou a diversificação e o melhor aproveitamento da produção agrícola, além de estimular o trabalho coletivo e fortalecer a participação dos agricultores na cooperativa. As ações também fomentaram a inovação e o empreendedorismo rural, por meio da implantação de unidades de transferência de tecnologia com cultivos de açaí, cacau, banana, guaraná e mandioca, integrando ainda a meliponicultura aos sistemas produtivos.

Adicionalmente, foram disponibilizados alimentos biofortificados, como milho e feijão enriquecidos com zinco, para contribuir com a redução de deficiências nutricionais nas comunidades atendidas. Todas as tecnologias introduzidas foram acompanhadas de análises de viabilidade técnica e econômica, considerando seu potencial para gerar renda, reduzir o esforço físico no trabalho e promover a inclusão de jovens, mulheres e idosos na dinâmica produtiva.

A avaliação desse processo, apresentada neste artigo, foi realizada por meio do sistema de Avaliação de Impactos de Inovações Tecnológicas Agropecuárias (Ambitec-Agro), conforme descrito em Rodrigues et al. (2003a, b), Rodrigues et al. (2010), Rodrigues (2015) e

Rodrigues et al. (2018). Esse sistema é composto por módulos integrados de indicadores socioambientais aplicáveis aos setores produtivos rurais da agricultura, produção animal e agroindústria. O Ambitec-Agro utiliza matrizes de ponderação multicritério, abrangendo 148 indicadores organizados em 27 critérios, distribuídos em sete aspectos que avaliam os impactos decorrentes da adoção de tecnologias ou da implementação de atividades rurais no desempenho socioambiental do estabelecimento. Esses aspectos contemplam Eficiência tecnológica e Qualidade ambiental, na dimensão de impactos ecológicos, além de Respeito ao consumidor, Emprego, Renda, Saúde e Gestão e administração, na dimensão de impactos socioambientais. Como resultado, espera-se evidenciar elementos e impactos, positivos e negativos, nas dimensões social, ambiental e econômica.

2. Metodologia

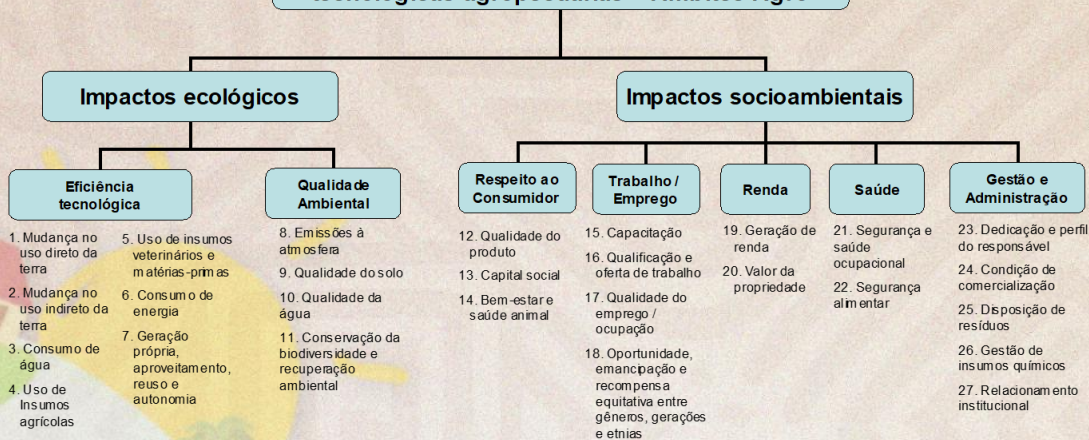
A presente análise do desempenho socioambiental decorrente da adoção de boas práticas tecnológicas na agricultura familiar foi conduzida a partir de um estudo de caso envolvendo cooperados da COOPTARUMÃ, localizada na bacia do Tarumã-Açu, em Manaus/AM, durante os meses de fevereiro e março de 2025.

Para fundamentar a avaliação, adotou-se como metodologia o sistema Ambitec-Agro (Avaliação de Impactos de Inovações Tecnológicas Agropecuárias), conforme proposto por Rodrigues e colaboradores (2003a, 2003b, 2010, 2015, 2018). Esse sistema compreende um conjunto de módulos interligados de indicadores socioambientais voltados para os diferentes segmentos do meio rural, como agricultura, pecuária e agroindústria.

A ferramenta baseia-se em matrizes de ponderação com múltiplos critérios, elaboradas a partir de 148 indicadores organizados em 27 critérios. Estes, por sua vez, estão distribuídos em sete dimensões analíticas que permitem mensurar os impactos da adoção de tecnologias ou da implementação de práticas produtivas no meio rural. As dimensões ecológicas abrangem a Eficiência Tecnológica e a Qualidade Ambiental; já os aspectos socioeconômicos incluem Respeito ao Consumidor, Geração de Emprego, Renda, Saúde e Gestão Administrativa (ver Figura 3).

Figura 03: Avaliação de Impacto ambientais de inovações tecnológicas agropecuárias-Ambitec-Agro

Avaliação de impactos ambientais de inovações tecnológicas agropecuárias – Ambitec-Agro



Fonte: Rodrigues *et al.*, 2010

No processo de avaliação dos impactos, o responsável técnico pelo uso do sistema, juntamente com o produtor participante, define os coeficientes de variação dos indicadores com base nas observações realizadas em campo, bem como em dados históricos e de gestão da propriedade. Essas variações refletem os efeitos específicos da adoção tecnológica e das práticas de manejo utilizadas no contexto analisado. Dessa forma, cada propriedade avaliada constitui uma unidade amostral para fins de análise de impacto. A definição dos coeficientes de variação dos indicadores segue os parâmetros apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Impacto da inovação tecnológica (ou atividade rural), conforme contexto específico de adoção observado no estabelecimento rural, e coeficientes de alteração a serem inseridos nas matrizes de ponderação de indicadores - Ambitec-Agro.

| Impacto da tecnologia ou atividade rural observado sob as condições de manejo específicas do estabelecimento | Coefficiente de alteração do indicador |
|--|--|
| Grande aumento no indicador (> 25%) | +3 |
| Moderado aumento no indicador (≤ 25%) | +1 |
| Indicador inalterado | 0 |
| Moderada diminuição no indicador (≤ 25%) | -1 |
| Grande diminuição no indicador (> 25%) | -3 |

Fonte: Rodrigues *et al.*, 2010

As matrizes de ponderação utilizadas no sistema Ambitec-Agro incorporam dois fatores principais: a importância relativa de cada indicador na composição dos critérios de impacto e a escala espacial dos efeitos observados durante a avaliação em campo. A atribuição de pesos aos indicadores tem como objetivo normalizar sua contribuição dentro de cada critério, considerando que o número de indicadores pode variar entre os diferentes critérios. Esses valores podem ser ajustados pelos usuários do sistema, permitindo adaptar a

análise a contextos específicos ou priorizar determinados aspectos, desde que a soma total dos pesos atribuídos permaneça igual a um (+1 ou -1, dependendo da direção do impacto, positiva ou negativa).

O segundo fator de ponderação se refere à escala de ocorrência dos impactos, isto é, à abrangência espacial dos efeitos gerados pela tecnologia ou prática rural adotada. Essa escala é determinada de acordo com as condições observadas em campo e pode ser classificada em três níveis:

Pontual: quando os efeitos estão restritos ao local diretamente modificado — como uma área cultivada, uma instalação de criação ou uma unidade agroindustrial;

Local: quando os impactos ultrapassam o ponto de origem, mas ainda se limitam aos limites físicos da propriedade rural ou agroindustrial;

Entorno: quando os efeitos extrapolam os limites da unidade produtiva, afetando áreas vizinhas.

A escala de ocorrência influencia diretamente o cálculo do impacto, pois os coeficientes de variação dos indicadores são multiplicados por valores pré-estabelecidos, conforme especificado na Tabela 2.

Tabela 2. Fatores de ponderação multiplicativos, relativos à escala da ocorrência dos impactos sobre os indicadores de desempenho da atividade rural ou inovação tecnológica analisada.

| Escala espacial de ocorrência dos impactos sobre os indicadores | Fatores de ponderação |
|---|-----------------------|
| Pontual: campo cultivado ou recinto, OU | 1 |
| Local: o estabelecimento rural ou agroindustrial, OU | 2 |
| Entorno: além dos limites do estabelecimento | 5 |

Fonte: Rodrigues *et al.*, 2010

As matrizes de ponderação do sistema Ambitec-Agro incorporam duas particularidades importantes no tratamento dos indicadores:

Exclusão de indicadores não aplicáveis: Para diferenciar indicadores que permanecem inalterados (coeficiente de alteração igual a zero) daqueles que não se aplicam à situação analisada, as matrizes incluem a opção "não se aplica". Nesses casos, o usuário deve atribuir peso zero ao indicador excluído e redistribuir seu valor proporcionalmente entre os demais, mantendo a consistência da escala de pontuação final (± 1 , conforme a direção do impacto).

Restrição da escala de ocorrência: Alguns indicadores, por sua natureza, têm efeitos limitados ao espaço diretamente afetado (nível pontual). Nessas situações, a escala de

ocorrência é fixada como pontual, e o fator de ponderação aplicado é sempre o máximo (valor 5), garantindo coerência na avaliação.

O procedimento de aplicação do Ambitec-Agro envolve a identificação da direção dos impactos (positivos, negativos ou nulos) e a determinação de sua escala espacial (pontual, local ou entorno), com base nas práticas tecnológicas implementadas e nas condições de manejo observadas em campo. Os resultados são apresentados na planilha “Índices de Impacto”, em formato gráfico, com pontuação variando de -15 a +15 em uma escala multicritério.

A metodologia de avaliação desenvolve-se em três etapas principais:

Definição do escopo: inclui a caracterização da tecnologia ou atividade avaliada, a área de adoção e os produtores envolvidos;

Coleta de dados em campo: envolve visitas técnicas, entrevistas com os produtores e preenchimento das matrizes com base nas observações e registros;

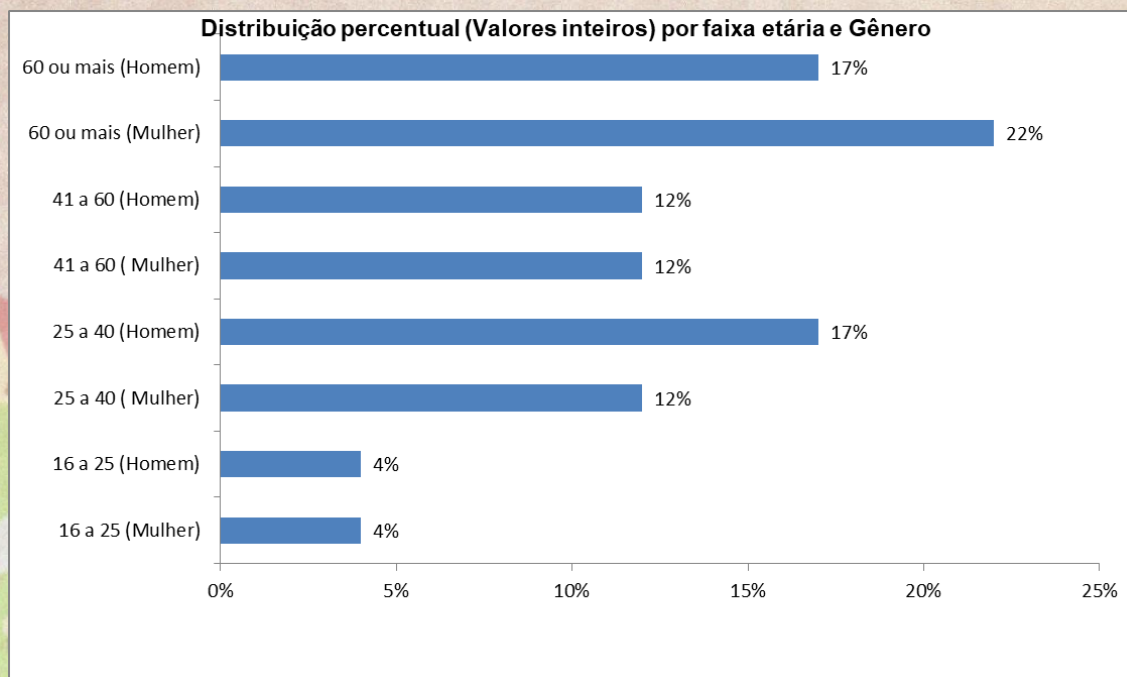
Análise e devolutiva: consiste na interpretação dos resultados, elaboração de relatório individualizado e recomendações para ajustar práticas e melhorar o desempenho socioambiental, buscando ampliar os impactos positivos e mitigar os negativos.

Caracterização dos associados da COOPTARUMÃ

A avaliação foi realizada por meio de oficinas e visitas às propriedades dos cooperados que receberam as tecnologias. Durante as oficinas, realizadas no mês de março de 2025, observou-se uma participação de 43% de mulheres e 57% de homens. Entre os cooperados presentes, apenas 15% possuíam os três documentos essenciais: Carteira do Produtor, Cadastro da Agricultura Familiar (CAF) e Cadastro Ambiental Rural (CAR). A presença desses documentos se distribuiu da seguinte forma: Carteira do Produtor (20%), CAF (35%) e CAR (35%). Cerca de 10% possuem apenas um ou dois desses registros, e nenhum dos participantes possui título definitivo da terra.

Em relação à composição familiar, 75% dos participantes informaram ter três pessoas em suas unidades familiares. Quanto ao perfil etário, a maior concentração está nas faixas entre 41 a 60 anos e acima de 60 anos.

Gráfico 01: Caracterização dos associados da COOPTARUMÃ por faixa etária e gênero



Fonte: Elaboração dos próprios autores, 2025.

A produção local apresenta uma destinação média de aproximadamente 65% para a comercialização, enquanto os 35% restantes são voltados ao autoconsumo das famílias produtoras. Esse dado revela uma forte conexão com o mercado regional, demonstrando que, além de garantir o autoconsumo, os agricultores buscam inserir sua produção nas dinâmicas econômicas locais, gerando renda e fortalecendo os circuitos curtos de comercialização e a economia da Sociobiodiversidade.

Figura 04: Localização da COOPTARUMÃ



Fonte: Google Maps, 2025

Durante as atividades de análise dos indicadores de desempenho socioambiental na COOPTARUMÃ, foram discutidas e aprofundadas as bases metodológicas utilizadas na avaliação de impactos. Também foi contextualizado o processo de adoção de práticas e o histórico da transição produtiva e de gestão da unidade, com o objetivo de identificar as mudanças socioambientais associadas à implementação e ao manejo de boas práticas tecnológicas voltadas ao fortalecimento de práticas agrícolas e o manejo da sociobiodiversidade. O estudo buscou sistematizar a avaliação de impactos a partir das condições produtivas observadas na propriedade rural desde 2019, marco inicial da execução do projeto.

3. Resultados/Discussões

A organização da Cooperativa Agroindustrial dos Produtores das Comunidades Novo Paraíso e Frederico Veiga do Tarumã-Açu (Cooptarumã) teve início em 2016, impulsionada pela necessidade dos agricultores locais de acessar políticas públicas voltadas à organização produtiva e à comercialização agrícola. A iniciativa surgiu como resposta às dificuldades enfrentadas individualmente pelos produtores familiares da região, que buscavam melhores condições para escoar sua produção e fortalecer sua autonomia econômica. Após um processo de mobilização e estruturação interna, a cooperativa foi formalmente legalizada em 2019, consolidando-se como instrumento coletivo de fortalecimento socioeconômico no território do Tarumã-Açu (SILVA *et al*, 2020)

A avaliação das ações dos projetos de transferência de tecnologia desenvolvidos junto aos associados da cooperativa mostra cada vez mais a importância da pesquisa agropecuária para organizações que buscam fortalecer práticas agrícolas sustentáveis, como também, garantir a produção de alimentos saudáveis e o acesso à renda. Para a melhor compreensão vamos apresentar os desafios relacionados ao desenvolvimento da cooperativa, no caso da Cooptarumã e a adoção de tecnologias, com foco nos impactos sociais, econômicos e ambientais.

Uma breve exposição mostra que a análise está organizada na dimensão dos impactos ecológicos, que avalia os efeitos da adoção de múltiplas tecnologias e práticas socioeconômicas voltadas ao fortalecimento dos cultivos agrícolas, ao manejo da biodiversidade, ao fortalecimento organizativo e às relações comunitárias. Essas ações, de caráter sistêmico, são alinhadas à abordagem da Embrapa conhecida como “Projeto de Inovação Social”. A análise considera dois principais aspectos: **Eficiência tecnológica** – avaliada por meio de sete critérios (1 a 7), contempla mudanças no uso da terra, na eficiência produtiva e no uso de insumos, recursos e energia; **Qualidade ambiental** – composta por quatro critérios (8 a 11), considera os efeitos das atividades produtivas sobre o ambiente, tanto em relação à emissão de poluentes quanto à conservação e recuperação de habitats naturais e áreas destinadas à preservação da biodiversidade.

Considerando o aspecto de *Eficiência Tecnológica* (Figura 5), observa-se que a adoção das ações de inovação social resultou, de forma geral, em um balanço negativo no índice de desempenho, quando comparado ao contexto produtivo anterior, baseado em sistemas tradicionais de cultivo. No entanto, alguns critérios específicos apresentaram efeitos positivos, como a mudança no uso direto da terra, a mudança no uso indireto da terra e o aproveitamento e reuso de recursos com maior autonomia. Esses critérios obtiveram índices de 9,75; 3,25 e 3,30, respectivamente, impulsionados pelo aumento do potencial produtivo das cultivares adotadas e das práticas implementadas, pela redução da pressão sobre os cooperados e pelo melhor aproveitamento dos recursos gerados nas propriedades.

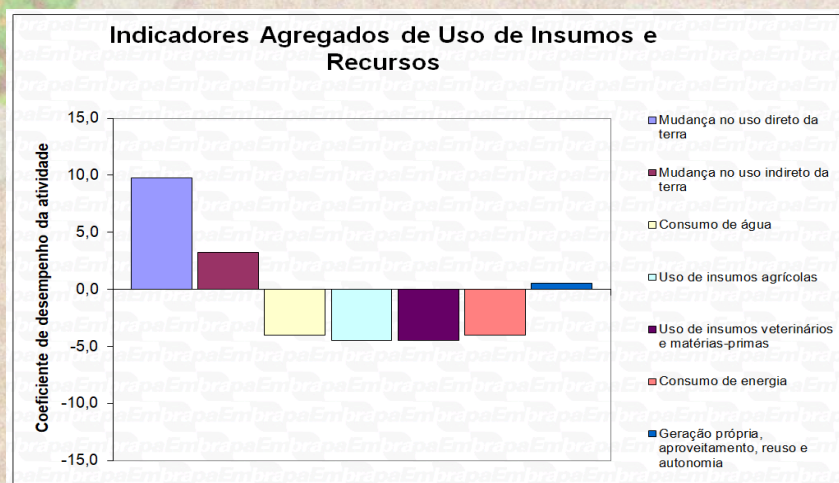
Um exemplo emblemático é o cultivo do açaí, que apresenta potencial para alcançar produtividades de até 10 toneladas por hectare ao ano a partir do oitavo ano de plantio, com um incremento de até 25% no rendimento da polpa. Apesar disso, em 2024 foi registrada uma

queda na produtividade tanto dos plantios tradicionais quanto dos da variedade BRS Pará, atribuída, segundo relatos dos produtores, à seca intensa e prolongada que afetou a região.

Os efeitos positivos observados estão relacionados a diversos fatores ecológicos, como o aumento dos estoques de carbono na biomassa vegetal e no solo, e o enriquecimento da biodiversidade produtiva, uma vez que a expansão das tecnologias tem se dado, predominantemente, em áreas já antropizadas, degradadas ou em processo de decadência produtiva. Nessas áreas, a adoção de práticas agroecológicas tem favorecido a recuperação da fertilidade do solo por meio da adubação orgânica, resultando em elevação dos níveis de nitrogênio — nutriente essencial para a fixação de carbono atmosférico. Além disso, houve redução nos processos de erosão e, conseqüentemente, na perda de matéria orgânica, bem como aumento da adição de matéria orgânica nos cultivos. Muitos desses sistemas são associados a outras culturas ou inseridos em arranjos agroflorestais, potencializando os efeitos positivos sobre o solo e o ambiente.

Porém, cabe enfatizar que ao buscar ampliar a produtividade, os cooperados passam a demandar maior utilização de insumo e recursos naturais, o que leva a presença de índices negativos. Percebe-se que ocorreu o aumento do consumo de água e isso fez com que o impacto fosse de -4; seguido do uso de insumos agrícolas de -4,50, produtos veterinários de -4,50 e consumo de energia -4. Impactos negativos que nesse primeiro momento são essenciais para o alcance dos objetivos produtivos, principalmente diante dos eventos climáticos recentes.

Figura 05: Indicadores agregados de uso de Insumos e Recursos



Fonte: Próprios autores, 2025

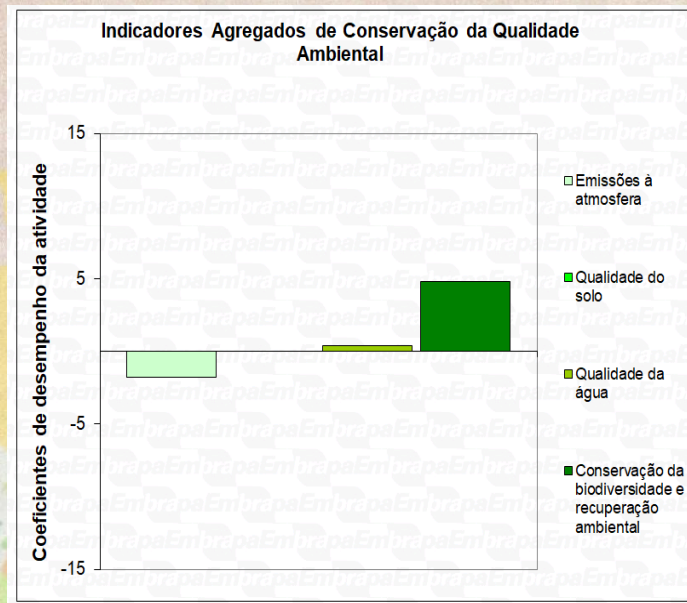
No que se refere ao aspecto "**Qualidade Ambiental**", observaram-se mudanças positivas nos critérios avaliados, com melhorias significativas no desempenho ambiental dos estabelecimentos analisados. Esse aspecto abrange indicadores relacionados à emissão de poluentes atmosféricos, qualidade do solo e da água, bem como ações voltadas à conservação da biodiversidade e à recuperação ambiental.

No caso específico das **emissões atmosféricas**, o índice negativo observado (índice = -3,40) está associado ao aumento do uso de combustíveis fósseis durante o preparo de áreas antropizadas, como plantios em declínio, com baixa fertilidade e pouca eficiência na fixação de carbono. Cabe ressaltar que as alternativas sustentáveis de substituição dos combustíveis fósseis ainda são poucas e estão distantes da realidade dos agricultores. No entanto, essas práticas, se associadas a técnicas mais sustentáveis no futuro, podem se reverter em benefícios ambientais, contribuindo para a redução das emissões de CO₂. Essa redução está vinculada à maior capacidade de mitigação dos gases de efeito estufa, decorrente do sequestro e da incorporação de carbono promovidos pela restauração de milhares de hectares com o cultivo do açaizeiro.

Quanto aos indicadores de **qualidade do solo** (índice = 11,25), os resultados demonstram que as práticas de manejo adotadas pelos associados têm promovido melhorias visíveis na conservação e na fertilidade do solo. Essas ações são principalmente adição de Matéria Orgânica, rotação de Culturas e uso de fertilizantes Naturais. Em relação à **qualidade da água** (índice = 0,40), destacam-se as ações da cooperativa voltadas à proteção de nascentes e à conscientização dos produtores sobre os riscos do uso de agentes poluentes próximos aos igarapés. Essas medidas têm resultado na perceptível melhoria da qualidade dos corpos hídricos, principalmente pela redução da carga orgânica e do assoreamento.

No tocante à **conservação da biodiversidade e à recuperação ambiental**, os indicadores apontam efeitos bastante positivos (índice = 6,00). As melhorias observadas incluem o aumento da presença de fauna silvestre, especialmente em áreas com cultivos consorciados ou sistemas agroflorestais. Além disso, destaca-se a recuperação da fertilidade dos solos, a reincorporação produtiva de áreas anteriormente degradadas, por meio da introdução de cultivos perenes, que em muitos casos contribuem para recompor o passivo ambiental relacionado à reserva legal.

Figura 06: Indicadores agregados de uso de Conservação da qualidade ambiental

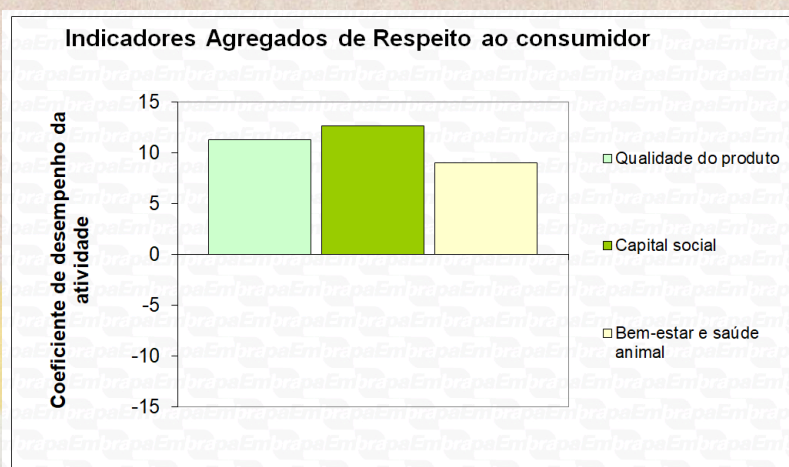


Fonte: Próprios autores, 2025

O aspecto "Respeito ao Consumidor", a implementação da ação de inovação social gerou resultados positivos nos critérios avaliados. O avanço no critério qualidade do produto (índice = 11,25) está relacionado ao acesso facilitado a sementes e mudas de alta qualidade, fornecidas por viveiristas parceiros da Embrapa. Além disso, observou-se um aumento no fornecimento de insumos, especialmente fertilizantes com formulações mais adequadas às exigências nutricionais do açazeiro, o que contribuiu para a melhoria do desempenho produtivo e da qualidade final do produto ofertado ao consumidor.

Quanto ao critério capital social, houve uma melhora moderada (índice = 12,60), especialmente no indicador relacionado à captação de demandas da comunidade. Observa-se que os estabelecimentos dos cooperados funcionam como espaços de escuta e atendimento a essas demandas, muitas vezes relacionadas a soluções tecnológicas. Além disso, os próprios agricultores atuam como agentes multiplicadores, difundindo suas experiências práticas e os conhecimentos adquiridos junto às demais famílias e comunidades, fortalecendo assim os laços sociais e a circulação de saberes.

Figura 07: Indicadores agregados de respeito ao consumidor

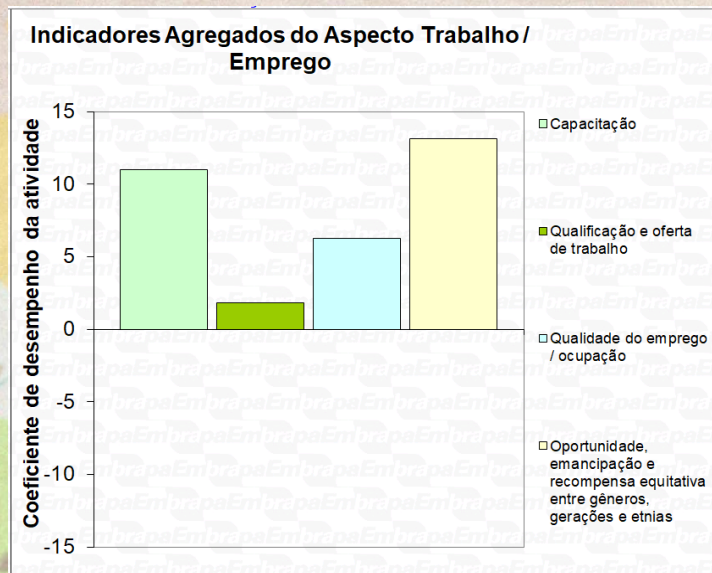


Fonte: Próprios autores, 2025

No aspecto Trabalho/Emprego, a expansão das áreas de cultivo resultou em melhorias na maioria dos critérios avaliados. Em relação à Capacitação (índice = 11,00), foram observadas contribuições positivas relacionadas às ações de inovação social, decorrentes da demanda por treinamentos geralmente de curta duração e nível básico, com a participação de outras instituições do setor primário (Sepror, Idam, Senar, Sebrae e outras). Contudo, considerando que grande parte dos cultivos depende de sistemas de irrigação, há uma necessidade evidente de aperfeiçoamento, especialmente para a manutenção desses sistemas.

Quanto à Qualificação e oferta de trabalho (índice = 1,80), verifica-se que a qualificação exigida é predominantemente braçal e temporária, especialmente durante o período de plantio, manejo e colheita, com significativa participação da força de trabalho familiar. Para atividades específicas, é necessária a presença de pessoal mais especializado e de trabalhadores permanentes. No que diz respeito à Qualidade do emprego/ocupação (índice = 6,25), observa-se um aumento no número de postos de trabalho, com a introdução de tecnologia e inovação. Por fim, no que se refere ao critério de Oportunidade, emancipação e equidade entre gêneros, gerações e etnias, o índice obtido foi de 13,13, evidenciando o papel inclusivo da iniciativa. Esse resultado demonstra o reconhecimento e a valorização da diversidade sociocultural, com a promoção da participação ativa de diferentes grupos étnicos, faixas etárias e identidades de gênero nas dinâmicas produtivas e organizativas da cooperativa.

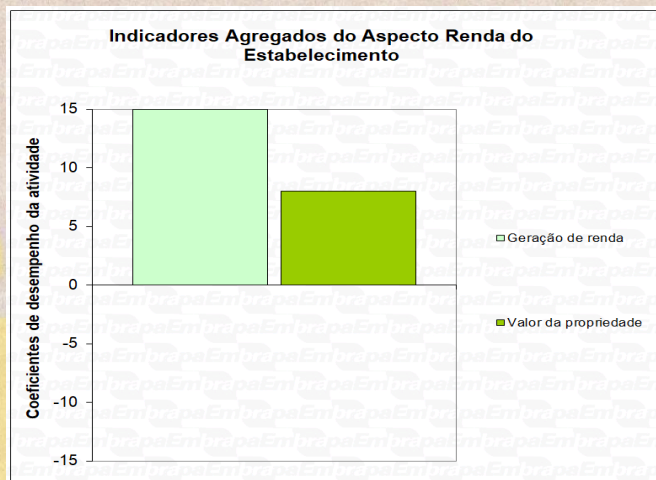
Figura 08: Indicadores agregados do aspecto Trabalho/Emprego



Fonte: Próprios autores, 2025

No aspecto Renda, os impactos do projeto de “Inovação Social” têm possibilitado ganhos consideráveis aos produtores, refletindo positivamente nos critérios de Geração de renda (índice = 15,00) e Valor da propriedade (índice = 8,00). Em relação à geração de renda no estabelecimento, a adoção de cultivares, técnicas de manejo e práticas de gestão e organização tem permitido a obtenção de ganhos e benefícios, especialmente nos indicadores de segurança, estabilidade e montante. Tais resultados decorrem tanto de aspectos intrínsecos à cultivar, como o aumento da produtividade e do rendimento, quanto de fatores extrínsecos, como a alta demanda pelo produto e o preço praticado no mercado. Quanto ao valor da propriedade, observa-se uma maior valorização devido aos investimentos em benfeitorias, como infraestrutura para irrigação, e ao aumento da capacidade produtiva do estabelecimento. Além disso, contribuem para essa valorização o valor de mercado do produto açaí, a conservação dos recursos naturais e a conformidade com a legislação ambiental.

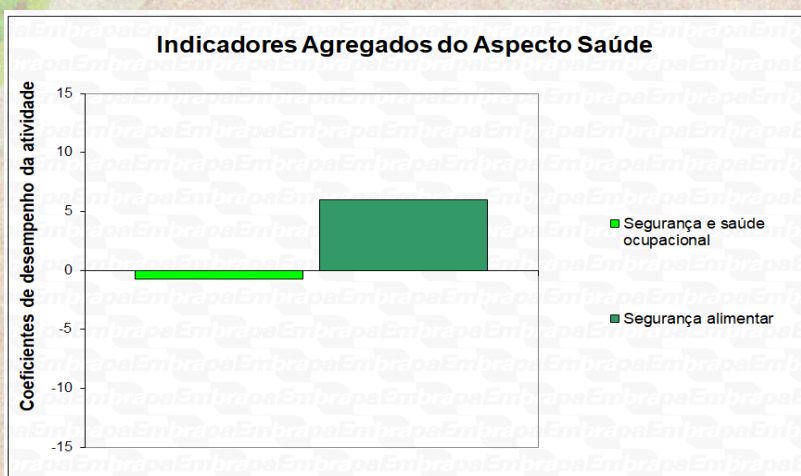
Figura 09: Indicadores agregados do aspecto Trabalho/ Emprego



Fonte: Próprios autores, 2025

No aspecto Saúde, observam-se avanços positivos, especialmente no critério Segurança alimentar (índice = 6,00). Esse resultado é atribuído principalmente a dois fatores: a garantia da produção e o aumento da quantidade de alimento produzido. Esses efeitos decorrem da expansão e da tecnificação dos cultivos, que promovem maior regularidade e suficiência na oferta do produto. Vale destacar que o açaí constitui um alimento básico para a população local. Por outro lado, o critério Segurança e saúde ocupacional (índice = -0,75) apresenta um impacto negativo moderado, refletindo a ausência de práticas que poderiam reduzir a ocorrência de acidentes. Isso ocorre apesar da cultivar apresentar porte mais baixo, o que facilita o processo de colheita.

Figura 10: Indicadores agregados do aspecto Saúde



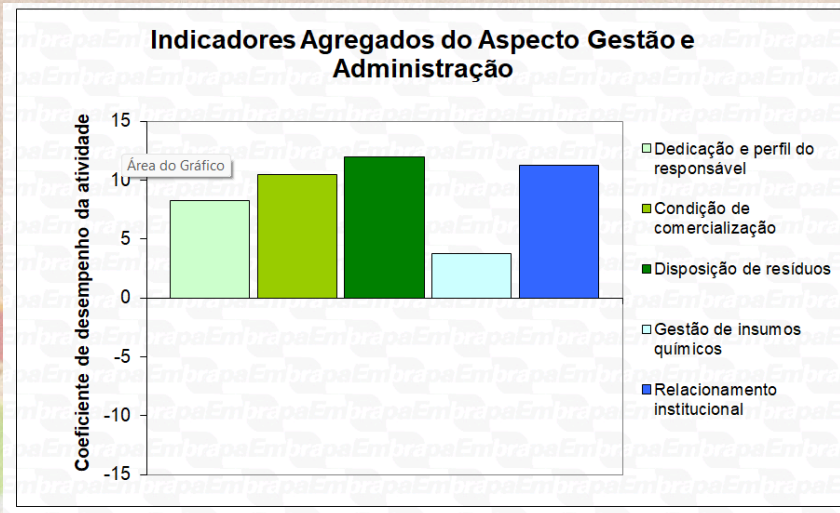
Fonte: Próprios autores, 2025

No aspecto Gestão e Administração, a adoção proporcionada pelo projeto de “inovação social” exerce impactos positivos na propriedade com efeitos favoráveis em todos os seus critérios. Quanto à Dedicção e perfil do responsável (índice = 8,25), observam-se melhorias moderadas relacionadas à necessidade de capacitação para implementação das atividades; maior permanência do responsável no estabelecimento, visto que em muitas áreas o cultivo passaram a ter maior potencial de proporcionar renda; maior engajamento dos membros das famílias nas atividades, bem como o aperfeiçoamento no controle dos custos e receitas por parte dos produtores. Em relação ao critério Condição de comercialização (índice = 10,50), a adoção de práticas de Inovação Social altera positivamente a forma de venda direta, em decorrência do aumento no volume produzido e comercializado, bem como possibilita o encadeamento com outras atividades já realizadas na propriedade,

Referente ao critério Gestão de insumos químicos (índice = 3,75) verificam-se melhorias importantes, especialmente em relação ao armazenamento de produtos, especificamente adubos químicos. Há ainda, alteração moderada em relação à calibragem de equipamentos, principalmente de pulverizadores para controle de invasoras, bem como o controle das adubações anuais. No que diz respeito à disposição de resíduo (índice = 12,00), a alteração positiva em favor da tecnologia relaciona-se somente ao reaproveitamento de resíduos provenientes do próprio sistema produtivo, utilizados como adubos orgânicos nas áreas de cultivo das propriedades.

Em relação ao critério Relacionamento institucional (índice = 11,25), constata-se alterações positivas consideráveis relacionadas à assistência técnica e extensão rural para os estabelecimentos. As melhorias observadas foram decorrentes principalmente dos treinamentos aos técnicos de instituições parceiras, com a realização de cursos, palestras, dias de campo e outras atividades. Outra observação é em referência a filiação tecnológica nominal, pois os produtores se utilizam de cultivares (açai, guaraná e outros) desenvolvidas pela Embrapa, com características bastante superiores aos materiais existentes até então.

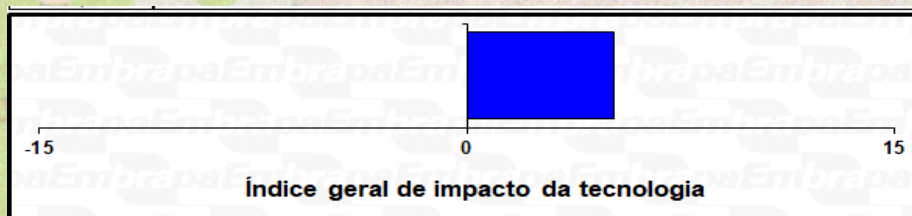
Figura 11: Indicadores agregados do aspecto Gestão e Administração



Fonte: Próprios autores, 2025

Os índices gerais apresentaram resultados positivos. O índice de impacto ambiental foi de 5,19, indicando avanços na recuperação ambiental e na adoção de práticas sustentáveis, conforme figura 12.

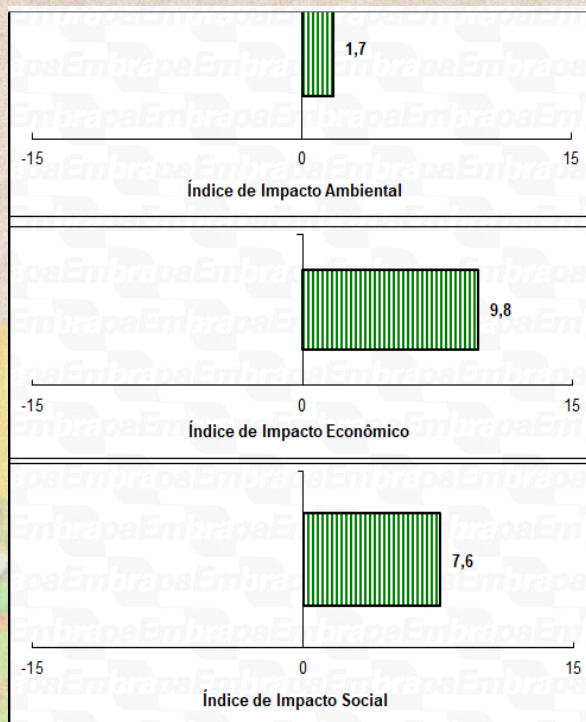
Figura 12: Indicadores agregados do aspecto Gestão e Administração



Fonte: Próprios autores, 2025

O índice econômico, de 9,8, aponta retorno financeiro ao produtor, enquanto o índice social, de 7,6, e o ambiental positivo de 1,7 que evidenciam a importância da inovação, tecnologia, manejo e outras orientações que contribui para um cooperativismo cada vez mais sustentável, (Figura 13), numa escala que varia de -15 a +15, conforme os parâmetros do sistema Ambitec-Agro.

Figura 13: Indicadores agregados do aspecto Gestão e Administração



Fonte: Próprios autores, 2025

A maior parte dos critérios avaliados apresentou efeitos positivos. As exceções ficaram por conta dos critérios relacionados ao consumo de água e energia, que apresentaram impactos negativos, além de outros que permaneceram inalterados.

No âmbito dos impactos ecológicos, destacaram-se melhorias na qualidade do solo, no uso de matérias-primas e de insumos agrícolas, contribuindo para o aprimoramento das condições ambientais da propriedade. Ressalta-se que o processo de intensificação produtiva, ao elevar a produtividade, resultou em efeitos positivos no uso direto da terra, embora tenha provocado um aumento no consumo de água e energia.

Na dimensão dos impactos socioambientais, merecem destaque os aspectos relacionados ao respeito ao consumidor, especialmente pela melhoria na qualidade dos produtos e nas condições de bem-estar e saúde animal, bem como o aspecto saúde, com ênfase na segurança alimentar, ambos demonstrando desempenho favorável da propriedade.

No que se refere ao aspecto renda, os indicadores relacionados à geração de renda revelaram ganhos incrementais decorrentes das atividades implementadas, além da valorização da propriedade com as benfeitorias realizadas e a preservação dos recursos naturais.

Por fim, no aspecto gestão e administração, destacaram-se positivamente os critérios de dedicação e perfil do responsável, bem como as condições de comercialização. Também houve avanços na gestão dos insumos químicos, com a grade redução do mesmo nas atividades agrícolas e no relacionamento institucional, fatores que contribuíram para o aprimoramento do desempenho socioambiental da propriedade.

4. Considerações Finais

Os indicadores de sustentabilidade analisados na Cooptarumã demonstram que a adoção de boas práticas tecnológicas gerou impactos positivos nos desempenhos produtivo e socioambiental dos cooperados, considerando as particularidades e limitações inerentes às propriedades de base familiar.

A intensificação da produção, com a incorporação de cultivares de maior desempenho, melhorias no manejo e outras inovações, possibilitou ajustes significativos no sistema produtivo orientado pela cooperativa. Essa modernização contribuiu para a racionalização do uso de insumos agrícolas e veterinários, resultando em ganhos de produtividade e efeitos positivos nos aspectos de eficiência tecnológica e qualidade ambiental, especialmente no que se refere aos impactos ecológicos.

Essas melhorias nos processos produtivos, aliadas a investimentos em infraestrutura, ao aumento da renda e à ampliação da segurança alimentar — tanto em termos de regularidade quanto de quantidade de alimentos produzidos — reforçam os impactos positivos no campo socioambiental.

Mesmo diante de desafios e limitações, às práticas inovadoras implementadas pelos cooperados representam oportunidades reais de transição para sistemas mais sustentáveis. A continuidade do acesso e adoção de tecnologias e inovações por parte da cooperativa, pode gerar um efeito multiplicador, promovendo transformações significativas nas dimensões socioprodutiva e ambiental, contribuindo para o fortalecimento do desenvolvimento local.

Contudo, a consolidação desse cenário exige ações articuladas e integração de políticas públicas, especialmente nas áreas de crédito rural, assistência técnica, pesquisa, capacitação e transferência de tecnologia. Além disso, são fundamentais as parcerias com instituições públicas e privadas, bem como o fortalecimento da participação ativa dos

produtores e demais atores locais, valorizando suas capacidades inovadoras, saberes práticos e experiências vividas. Esses elementos são essenciais para promover uma transformação efetiva rumo à sustentabilidade desse relevante segmento produtivo..

5. Agradecimentos (opcional)

Agradecemos à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM) pelo apoio financeiro e institucional, fundamental para a realização desta pesquisa..

6. Referências Bibliográficas

- ADRIOLI, J. A. Cooperativismo: alternativa de trabalho e renda. São Paulo: Paulus, 2009.
- BUAINAIN, A. M.; SILVEIRA, J. M. da. Desafios da agricultura brasileira frente às mudanças climáticas globais. Brasília: IPEA, 2017.
- CAMPBELL, B. M. et al. Climate change and food systems. Annual Review of Environment and Resources, v. 41, p. 45–72, 2016.
- CARDOSO, M. T. Cooperativismo e associativismo: alternativas de organização do trabalho. Rio de Janeiro: FGV, 2014.
- DOSI, G. Technical change and industrial transformation. London: Macmillan Press, 1988.
- DRIMER, M. Manual de cooperativismo. 2. ed. Porto Alegre: Síntese, 1973.
- FORGIARINI, M. L. et al. Cooperativismo e desenvolvimento territorial. Santa Maria: EdUFSM, 2018.
- GAMBETTA, D. Trust: Making and Breaking Cooperative Relations. Oxford: Basil Blackwell, 1996.
- GIDE, C. O cooperativismo e as doutrinas econômicas. São Paulo: Ed. Pioneira, 1974.
- LIMA, Paula Caroline de; SILVA, Paula Pires da; BAVARESCO, Paulo Ricardo. O cooperativismo ao longo da história e as perspectivas para a atualidade. Unoesc & Ciência - ACSA, Joaçaba, v. 5, n. 1, p. 81-86, jan./jun. 2014
- MARX, K. Manuscritos econômico-filosóficos. São Paulo: Boitempo, 2015.
- OCB – ORGANIZAÇÃO DAS COOPERATIVAS BRASILEIRAS. Relatório técnico: cooperativismo e mudanças climáticas. Brasília: OCB, 2025. Disponível em: https://somoscooperativismo.coop.br/media/attachments/2025/03/18/relatorio_ocb_2024.pdf. Acesso em: 24 de jun. 2025
- ONU – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. Relatório sobre desenvolvimento humano 2001: colocar o avanço tecnológico a serviço do desenvolvimento humano. Lisboa:

Instituto Piaget, 2001. Disponível em: <https://hdr.undp.org/content/human-development-report-2001>. Acesso em: 25 de jun. 2025

OSTROM, E. Governing the commons: the evolution of institutions for collective action. Cambridge: Cambridge University Press, 1990.

RODRIGUES, G. S. et al. Sistema Ambitec-Agro: metodologia para avaliação de impactos ambientais de tecnologias agropecuárias. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2003a. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/14519/avaliacao-de-impacto-ambiental-da-inovacao-tecnologica-agropecuaria-ambitec-agro>. Acesso em: 24 de jun. 2025

RODRIGUES, G. S. et al. Sistema Ambitec-Agro: avaliação de impactos de inovações tecnológicas agropecuárias – Manual Técnico. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2003b. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/10691/ambitec-agro#:~:text=O%20Sistema%20de%20Avalia%C3%A7%C3%A3o%20de,na%20realiza%C3%A7%C3%A3o%20de%20atividades%20rurais>. Acesso em: 23 de jun. 2025

RODRIGUES, G. S. et al. Ambitec-Agro: sistema de avaliação de impacto ambiental de tecnologias agrícolas – versão atualizada. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2010.

RODRIGUES, G. S. Gestão ambiental e sustentabilidade no meio rural: avaliação de impactos de tecnologias agropecuárias. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2015.

RODRIGUES, G. S. et al. Avaliação de impacto ambiental de tecnologias agropecuárias: contribuições do sistema Ambitec-Agro para a sustentabilidade. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2018.

SANDRONI, P. Novo dicionário de economia. São Paulo: Best Seller, 1999.

SCHNEIDER, José Odelso. Democracia, participação e autonomia cooperativa. 2. ed. São Leopoldo: Unisinos, 1999.

SCHNEIDER, José Odelso. A doutrina do cooperativismo: análise do alcance, do sentido e da atualidade dos seus valores, princípios e normas nos tempos atuais. Cadernos Gestão Social, Salvador, v. 3, n. 2, p. 251-273, jul./dez. 2012

SILVA, L. J. S.; MENEGHETTI, G. A.; PINHEIRO, J. O. C.; SANTOS, A. C.; FONSECA, A.; OSSAME, A. L.. Agricultura familiar, desafios e oportunidades da Cooptarumã nas comunidades do Tarumã-Açu, Manaus, AM. Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais, v.11,n.7, p.102-125, 2020. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2020.007.001>

SILVA, J. F. G.. O progresso técnico na agricultura. Cadernos de Difusão de Tecnologia, Brasília/DF, v. 7, n.1, p. 13-46, 1990