

IMPACTOS DA TECNOLOGIA NA PISCICULTURA DO MUNICÍPIO DE PRESIDENTE FIGUEIREDO, AM: ANÁLISE COMPARATIVA DOS RESULTADOS ENTRE DOIS GRUPOS DE CRIADORES DE PEIXE COM DIFERENTES NÍVEIS DE ADOÇÃO

Lindomar de Jesus de Sousa Silva - lindomar.j.silva@embrapa.br

Gilmar Antonio Meneghetti

José Olenilson Costa Pinheiro

Alessandro Carvalho dos Santos

* Submissão em: 30/09/2020 | Aceito em: 19/04/2021

RESUMO

O artigo analisa o nível de adoção da tecnologia de dois grupos de piscicultores do município de Presidente Figueiredo, AM, com diferentes níveis e condições de produção. Objetiva identificar os impactos da tecnologia utilizada e analisar os fatores que limitam a sua adoção. Com esse propósito, o artigo faz uma análise de caso, abrangendo dez unidades de produção que criam peixes com a tecnologia de “Criação de tambaqui em tanque escavado” preconizada pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). A pesquisa mensura o nível de adoção tecnológica tendo como parâmetro os critérios de impactos e coeficientes de avaliação. O estudo concluiu que a adoção de tecnologia tem um impacto forte sobre a questão ambiental e socioeconômica dos produtores de peixe. Ele mostra que a insuficiência de políticas públicas e a dificuldade de acesso a mercados dificultam a adoção de tecnologias. Mostra também que a tecnologia reduz a pressão sobre o ambiente.

Palavras-chaves: Adoção de Tecnologia. Impacto. Inovação. Piscicultores.

IMPACTS OF TECHNOLOGY ON FISH FARMING IN THE MUNICIPALITY OF PRESIDENTE FIGUEIREDO, AM: COMPARATIVE ANALYSIS OF RESULTS BETWEEN TWO GROUPS OF FISH FARMERS WITH DIFFERENT LEVELS OF ADOPTION

ABSTRACT

The article analyzes the level of technology adoption of two groups of fish farmers in the municipality of Presidente Figueiredo, AM, with different levels and conditions of production, aiming to identify the impacts of the technology recommended by the research, as well as to analyze the factors that limit their adoption. For this purpose, the article makes a case analysis, covering ten production units that create fish with the technology of “Creation of tambaqui in an excavated tank” recommended by Embrapa. The survey measures the level of technological adoption, using the impact criteria and evaluation coefficients as a parameter. The study concluded that the adoption of technology has a strong impact on the environmental and socioeconomic issue of fish producers. It shows that the insufficiency of public policies and the difficulty of access to markets make the adoption of technologies difficult. It also shows that the technology reduces pressure on the environment.

Keys words: Adoption of Technology. Impact. Innovation. Fish farmers.

1 INTRODUÇÃO

O avanço das atividades relacionadas a agropecuária, no bioma amazônico, sempre motiva grandes debates e reflexões de diversos segmentos da sociedade e de atores, tanto na região como fora dela. Todos procurando encontrar respostas para a questão da necessidade de aumentar a produção agrícola e de alimentos sem, entretanto, ampliar o passivo ambiental no nível em que se encontra.

As instituições de ensino, pesquisa e extensão, para clarear a questão, têm desenvolvido estudos que resultam em tecnologias voltadas à produção sustentável e à preservação do ambiente (COSTA, 2017). Entre as diversas tecnologias geradas está a criação de tambaqui em tanque escavado, disponibilizada, no ano de 2001, aos agricultores da região pela Embrapa Amazônia Ocidental.

Essa tecnologia tem possibilitado a evolução da criação de peixe em cativeiro, reduzindo a pressão sobre o ambiente, atendendo a demanda por proteína aos habitantes de Manaus, AM. Silva, Meneghetti e Pinheiro (2019, p. 2) afirmam que o amazonense consome 35 kg de peixe per capita/ano, quantidade quatro vezes superior à média nacional, que é de 9 kg ao ano. A demanda faz com que a piscicultura, e em especial a criação de tambaqui em tanque escavado, seja uma atividade produtiva, com potencial de desenvolver as unidades de produção, as comunidades rurais e os municípios do Amazonas.

O tambaqui é um peixe nativo cultivado, com excelente aceitação dos consumidores e de crescente importância econômica para a região amazônica. A tecnologia disponível e a grande demanda do mercado consumidor são fatores que tendem a impulsionar a atividade da piscicultura no meio rural.

Entretanto, não basta ter tecnologias para a produção, é preciso implementá-las para que haja inovação no sistema de produção da piscicultura. Por essa razão, faz-se necessário mensurar o nível de adoção, com o objetivo de identificar fatores que potencializam ou limitam a utilização da tecnologia preconizada pela Embrapa.

É com esse propósito que o artigo faz uma análise de caso, abrangendo dez unidades de produção que criam peixes (tambaqui) com a tecnologia de criação em tanque escavado. A pesquisa mensura o nível de adoção tecnológico, tendo como parâmetro os critérios de impactos e coeficientes da Avaliação de Impactos Socioambientais de Inovações Tecnológicas Agropecuárias (Ambitec-Agro).

Para isso, com base na produtividade das unidades de produção, foram formados dois grupos de agricultores (grupo 1 e grupo 2), que se diferenciam pela produtividade, entre outros fatores, aos quais foi aplicado o Ambitec-Agro. Os parâmetros do Ambitec-Agro possibilitam mensurar se os coeficientes distintos estão relacionados a fatores como capital social, renda, relação institucional, entre outros, e mostram a necessidade de se fortalecer um conjunto de interações no meio rural, com o objetivo de fazer com que os agricultores se apropriem de tecnologias sustentáveis.

O estudo também visou analisar a carência de políticas públicas e o apoio estatal para o desenvolvimento das atividades agrícolas no meio rural amazonense. Reafirmou a convicção de que os agricultores têm diversas estratégias produtivas, e que essas estratégias, muitas vezes pela multiplicidade de atividades na propriedade, ou pela reduzida quantidade de mão de obra disponível, podem limitar uma completa adoção das tecnologias, ou fazem com que essas tecnologias sejam efetivadas de forma parcial, dentro de uma lógica voltada a atender com tecnologia parte das atividades da unidade.

O estudo pretende mostrar que a adoção de tecnologia é essencial para o desenvolvimento das unidades produtivas no meio rural amazonense. A adoção de tecnologia não tem um nível ou um teto a ser alcançado por ela, como um dogma, é preciso considerar os elementos e condições que interferem na adoção, como, por exemplo: a insuficiência de políticas públicas (assistência técnica e acesso a crédito, etc).

O artigo foca também a necessidade de se observar fatores objetivos e subjetivos inerentes aos agricultores, às famílias e unidades produtivas, assim como a relação com o mercado, a força de trabalho disponível, a habilidade de mensurar e definir estratégias de desenvolvimento de suas unidades familiares, entre outros.

2 FUNDAMENTAÇÃO E REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 - ELEMENTOS PARA PENSAR A ADOÇÃO DE TECNOLOGIAS NO AMAZONAS

A ideia e a concepção de adoção de tecnologia vão mudando conforme a evolução das próprias tecnologias. Assim, em seus primórdios, a adoção de tecnologia era aderir a uma cultura voltada basicamente ao ato de trabalhar a terra, cujas técnicas e inovações eram sinônimos de invenção e uso de ferramentas e utensílios como o machado e enxós de pedra polida, visando superar as dificuldades e incertezas presentes e futuras.

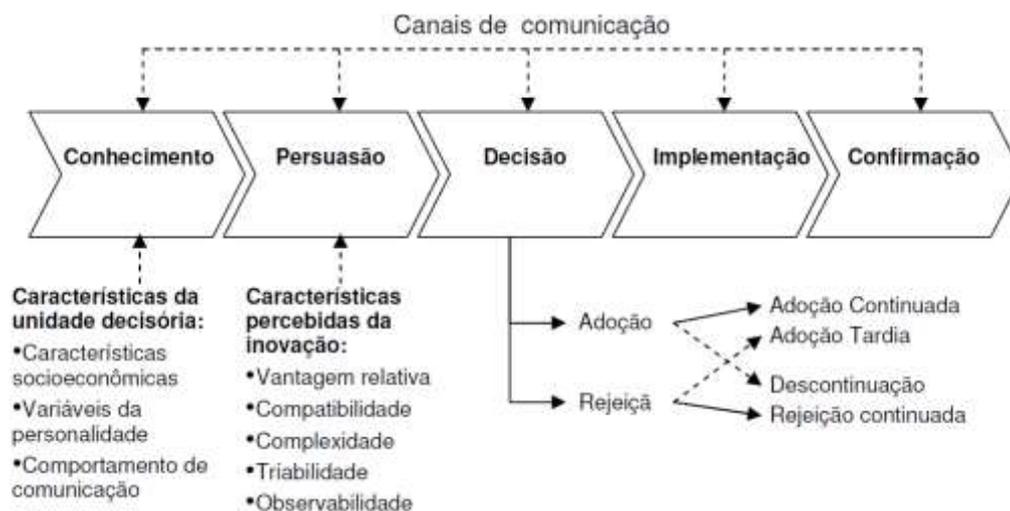
O Manual de Oslo (1991, p.12) reforça a ideia de inovação como evolução, ao concluir que “a inovação tecnológica é a introdução de produtos ou processos novos ou de melhorias significativas em produtos existentes no mercado”.

Santos et al. (2012, p.178) afirmam que a “inovação, dependendo do contexto em que é analisada, pode assumir diferentes significados”. Na acepção dos autores, inovação no mercado “pode ser definida como qualquer modificação percebida pelo consumidor, até mesmo quando o produto não sofre nenhum tipo de alteração física” e, na área produtiva, “a inovação constitui-se na introdução de novidades materializadas em produtos, processos ou serviços, que podem ser completamente novos ou apenas modificados”.

A inovação tecnológica, para Fuck e Villa (2012, p. 4), ocorre como uma “estratégia de diferenciação, competitividade e crescimento, em um número cada vez maior de negócios”, e assim “produzir produtos e serviços para o mercado, que gerem vantagens competitivas sustentáveis em relação aos seus competidores”. No contexto atual, a adoção de tecnologia, como consequência da evolução civilizatória, é um meio de garantir previsibilidade e produção para o autoconsumo e participar do circuito econômico e do mercado, além de alcançar o bem-estar, por meio da disponibilização da produção em quantidade e qualidade, com a redução do trabalho e de recursos naturais.

Para Rogers (2003), o processo de adoção pressupõe primeiro o conhecimento de uma nova tecnologia, para formar a decisão de adotar ou rejeitar tal inovação. Para o autor, que analisa a comunicação no processo de difusão e adoção de tecnologia, esta envolve duas etapas: 1) o primeiro estágio é a “iniciação”, em que a tecnologia é identificada e ajustada às necessidades da organização; 2) o segundo estágio é a “implementação”, no qual a tecnologia transforma parte das rotinas normais da organização. As duas etapas têm um percurso de cinco estágios: 1) conhecer a tecnologia ou inovação; 2) ter uma atitude favorável da nova tecnologia ou inovação; 3) aceitar ou rejeitar a tecnologia; 5) admitir a decisão. No caso de aceitar ou não a tecnologia, é parte da fase de implementação. A Figura 1 mostra como ocorre a comunicação no processo de decisão de inovação.

Figura 1. Processo de decisão de inovação.



Fonte: Rogers (2003, p. 25).

Algumas críticas são feitas ao modelo de comunicação para a difusão de tecnologia e inovação proposto por Rogers (2003). A primeira delas é que o autor não considera a diversidade cultural das comunidades, dos agricultores e das empresas, a qual interfere na adoção de tecnologia. Também não considera o ambiente e as condições de acesso a recursos para a apropriação da tecnologia visando à inovação. O modelo proposto pressupõe que a tecnologia e a inovação percorram um caminho unidirecional, do agente gerador para o receptor e usuário da tecnologia, e que, cumpridas as etapas descritas no modelo, os agricultores simplesmente adotam ou não a tecnologia.

Sabe-se que, no caso da agricultura, e mais especificamente na agricultura amazônica, a tecnologia para a inovação não é somente gerada fora da unidade produtiva, nos centros de pesquisa. A tecnologia e a inovação geradas para a agricultura no ambiente amazônico vêm de mais de dois milênios e destina-se a resolver problemas concretos dos grupos sociais que a desenvolviam (GUTIERREZ, 2015).

Há uma questão cultural que precisa ser considerada na região quando se trata de agricultura. Deve ser por meio de um método dialógico que medie e compatibilize o conhecimento gerado na unidade de produção e no centro de pesquisa. A combinação de ambos originará uma tecnologia adequada ao ambiente, que promoverá um processo de inovação gradual, permanente e sustentável, que contemple a “potencial importância da biodiversidade” e sociodiversidade na região (GUTIERREZ et al., 2020, p. 35).

Buainain et al. (2002), com base nas análises dos indicadores tecnológicos do Censo Agropecuário, chegaram à conclusão de que um significativo número de agricultores familiares não adota processos sustentáveis, devido a fatores como a carência de recursos e o baixo nível de capitalização dos produtores. Além desses fatores, Souza Filho et al. (2011, p. 227) dizem que há vários determinantes na adoção e difusão tecnológica e que têm sido apresentados em estudos de economia e sociologia rural. Os determinantes mais comuns são:

...tamanho da propriedade, risco e incerteza, capital humano, forma de domínio sobre a terra (arrendamento, parceria, direitos de propriedade), disponibilidade de crédito, trabalho e outros insumos. É possível agrupar esses fatores segundo a natureza das variáveis envolvidas: a) características socioeconômicas e condição do produtor; b) características da produção e da propriedade rural; c) características da tecnologia; d) fatores sistêmicos.

Meneghetti (2012, p.17) afirma que, no estado do Amazonas, a falta de titulação da terra dificulta o acesso ao crédito, e que a falta de assistência técnica e a estrutura fundiária formada por pequenas propriedades descapitalizadas são fatores que limitam o acesso dos agricultores à tecnologia.

A geração e transferência de tecnologia para os agricultores do ecossistema da Amazônia, especialmente do Amazonas, além dos fatores técnicos e socioeconômicos, precisam considerar que as tecnologias devem permitir o manejo adequado do sistema e a preservação do bioma, que é diversificado, mas altamente vulnerável, e tem um equilíbrio precário quando ocorre a intervenção humana. Quando adequadamente manejado, tem alto grau de sustentabilidade (MENEGHETTI, 2012, p.16).

Considerando a estrutura e situação socioeconômica das comunidades e o ecossistema amazônico, Meneghetti (2012, p.17) afirma que a introdução de tecnologia precisa estar acompanhada de análise de viabilidade socioeconômica, estabelecendo indicadores de sustentabilidade, que permitam ter uma “previsibilidade mínima dos impactos dos produtos, serviços e práticas gerados pela pesquisa”, acompanhando resultados. Essas análises são fundamentais para a retroalimentação e geração de novas demandas para o processo de pesquisa.

2.2 - A TECNOLOGIA DE PRODUÇÃO DO TAMBAQUI EM TANQUE ESCAVADO: RAZÕES PARA A ADOÇÃO

A tentativa de apoiar a piscicultura no estado do Amazonas, observam Silva et al. (2018), teve sua primeira iniciativa pública em 1980, com o Programa de Desenvolvimento da

Piscicultura. A atividade, até então, era considerada desnecessária em razão da “abundância de pescado existente nos rios e à falta de expertise disponível” (PAS, 2009, p. 9).

Com o passar do tempo e o crescimento da demanda pelo produto, principalmente pela população da capital do estado do Amazonas, Manaus, em razão da redução dos estoques naturais dos rios e lagos da região, tornou-se necessário estimular a produção de peixes em cativeiro, em tanque escavado, que gerou a demanda por uma tecnologia que viabilizasse esse tipo de produção e garantisse o abastecimento, reduzindo a pressão sobre os estoques naturais.

O desafio que se colocava para a pesquisa, na época, era o desenvolvimento de uma tecnologia que aumentasse a produtividade e estivesse associada a “melhoria da espécie, a geração e seleção de animais sadios e a otimização da taxa de sobrevivência no transporte” (SIDONIO et al., 2012, p. 492).

Em 1994, a Embrapa Amazônia Ocidental iniciou a pesquisa em piscicultura. Os primeiros resultados foram apresentados em 2001, com a publicação do estudo: *Criação de Tambaqui (Colossoma macropomum) em Viveiros de Argila/Barragens no Estado do Amazonas*. Em 2004 foi publicado o resultado de outra pesquisa: *Criação de tambaqui (Colossoma macropomum) em tanques escavados no Estado do Amazonas*, e com a publicação da Circular Técnica: *Produção Intensiva de Tambaqui em Tanque Escavado com Aeração*, em 2013, a Empresa consolida e aperfeiçoa esse sistema de produção. Todos esses documentos foram produzidos pelos pesquisadores da Embrapa Amazônia Ocidental.

A tecnologia de criação do tambaqui envolve a adequação do tanque escavado em relação ao controle da fertilização do tanque e água, o cuidado com a qualidade da água (aeração, pH, entre outros), considerando as exigências biológicas da espécie. Silva et al. (2018, p.183), ao sistematizarem a contribuição da tecnologia de cultivo de tambaqui no Amazonas, afirmam que as principais contribuições do sistema de produção dessa espécie gerado pela pesquisa foram as técnicas de criação e manejo do sistema, que resultaram em “redução do ciclo de produção (só na engorda) em 16 meses, melhoraram a taxa de conversão, a densidade de engorda (juvenis/m²), o aumento da taxa de sobrevivência, que era de 54% em 1991, passou para 100% em 2013, e a produtividade, que hoje supera as 20 toneladas/hectare/ciclo”, como pode ser observado no Quadro 1.

Quadro 1. Evolução do sistema de produção de tambaqui no estado do Amazonas.

Índices técnicos	Evolução dos coeficientes técnicos			
	Emater 1992	Embrapa 2001	Embrapa 2004	Embrapa 2013
Ciclo de produção (meses)	36	12	8	10
Densidade na produção de juvenis (alevinos/m ²)	20	10	10	10-40
Densidade de engorda (juvenis/m ²)	2.500	3.250	4.000	7.000
Taxa de conversão alimentar acumulada (kg de ração/kg de peixe)	3,50 : 1	1,50 : 1	1,20 : 1	2,09 : 1
Taxa de sobrevivência (%)	54%	76%	95%	100%
Peso médio de venda (kg)	4	2,50 – 3,10	1,80	2,62
Produtividade (kg/ha/ciclo)	10.000	10.075	7.200	21.000 a 22.000

Fonte: Quadro organizado pelos autores, com base nos documentos da Emater (1992), Embrapa (2001), Embrapa (2004) e Embrapa (2013). Algumas informações foram atualizadas com base em entrevista com o pesquisador Roger Crescêncio apud Silva et al. (2018, p. 184).

Os resultados da tecnologia de criação de tambaqui (*Colossoma macropomum*), disponibilizados pela pesquisa, mostram que há uma grande contribuição da pesquisa agropecuária para “a disponibilização de proteína de grande valor nutricional em quantidade, qualidade e regularidade, como também a redução da pressão sobre os cardumes nativos” (SILVA et al., 2019, p. 2).

2.3 - OS DESAFIOS DA MENSURAÇÃO DA ADOÇÃO E SUSTENTABILIDADE

O desafio da tecnologia agropecuária para o bioma Amazônia é ser sustentável, ou seja, ela precisa estar alicerçada em processos que possibilitem o incremento da produtividade e, ao mesmo tempo, reduzam a pressão sobre os recursos naturais (NOGUEIRA, CAVALCANTE NETO, CASTRO, LAMARÃO, 2017).

Para Buschinelli et al. (2015, p.1), as atividades “produtivas agropecuárias podem causar impactos ambientais, sociais e econômicos em uma determinada área geográfica”. Sendo assim, é essencial que a introdução de tecnologias seja avaliada, disponibilizando informações para garantir que a adoção de inovações tecnológicas “minimizem os impactos negativos sobre a qualidade do ambiente e contribuam para sua recuperação, conforme a legislação vigente, ou seja, favoreçam o resgate do atual passivo ambiental da agricultura brasileira” (IRIAS et al., 2004, p. 2).

Na perspectiva de mensurar os impactos da adoção de tecnologias junto aos agricultores que utilizam as tecnologias para a inovação disponibilizadas pela Embrapa, foi criada a metodologia, que é o sistema Ambitec-Agro.

Marcatto (2015) diz que práticas sustentáveis na agricultura devem ser “vistas como um processo complexo e dinâmico, que envolve simultaneamente as perspectivas sociais, políticas, econômicas, culturais e ecológicas”. O autor construiu um quadro que indica os elementos que podem ser usados para considerar um processo sustentável.

Quadro 2. Princípios para o desenvolvimento de uma agricultura sustentável.

Produtiva	Que mantenha e melhore os níveis de produção
Estável	Que reduza os níveis de risco na produção
Ambientalmente sadia	Que proteja e recupere os recursos naturais, atue no sentido de prevenir a degradação dos solos, preserve a biodiversidade e mantenha a qualidade da água e do ar
Viável	Que seja economicamente viável
Igualitária	Que assegure igual acesso a solo, água, outros recursos, e produtos para todos os grupos sociais
Autônoma	Que garanta a subsistência e autonomia de todos os grupos sociais envolvidos na produção
Participativa	Que seja construída coletivamente por um processo de compartilhamento de conhecimentos entre todos os envolvidos. Seja o resultado de um processo democrático e coletivo de aprendizado
Humana	Que satisfaça as necessidades humanas básicas: alimentação, água, combustível, roupas, abrigo, dignidade e liberdade para ambas as gerações, as que vivem agora e as que estão por vir
Preserve a cultura local	Que preserve a cultura das comunidades que criaram e conservam os recursos genéticos.

Fonte: Marcatto (2015).

Pela importância de se acompanhar os impactos das tecnologias para a inovação, Embrapa criou uma metodologia para avaliar e realizar estudos de impacto e que resultou no artigo, e essa metodologia está presente no Sistema de Avaliação de Impactos Socioambientais de Inovações Tecnológicas Agropecuárias (Ambitec-Agro).

Para Marques et al. (2009, p. 432), nos últimos anos, a Embrapa tem “realizado um grande esforço no sentido de verificar se os produtos da sua pesquisa se traduzem em impactos e benefícios sociais”, e “verificar os antecedentes do processo de geração, difusão e adoção dos produtos da pesquisa da Embrapa que possam causar impactos no contexto espacial, temporal e histórico”.

A realização da avaliação de impactos da adoção tecnológica permite visualizar danos como também benefícios da utilização da tecnologia, de forma a ter elementos capazes de construir parâmetros para minimizar tais impactos, como também comprovar sua eficiência social, econômica e ambiental. É, portanto, o Ambitec-Agro uma ferramenta para avaliar expost as inovações tecnológicas, levando em consideração o conhecimento dos adotantes/usuários e, ao mesmo tempo, captar elementos que possibilitem aperfeiçoar a compreensão socioeconômica e ambiental no desenvolvimento de inovações tecnológicas agropecuárias (BIN, 2004).

O presente artigo pretende mostrar os impactos provenientes da adoção da tecnologia de criação de tambaqui em tanque escavado, como também comparar o nível de adoção das tecnologias entre dois grupos homogêneos em aspectos socioeconômicos, porém distintos quanto aos níveis de produtividade.

Nesse sentido, buscou-se avaliar os impactos e coeficientes, por meio do Ambitec-Agro, e disponibilizar informações para elaboração de análises voltadas a identificar os fatores que contribuem para a adoção de tecnologias agropecuárias pelos agricultores. Com essa análise interpretativa buscou-se demonstrar as diferenciações sociais, econômicas e ambientais decorrentes da opção dos agricultores na criação de estratégias para o desenvolvimento de suas unidades produtivas, para alcançar melhor nível de bem-estar familiar (CARVALHO et al., 2018). O uso da tecnologia “Criação de tambaqui em tanque escavado” fez parte da estratégia de desenvolvimento das unidades de produção dos agricultores analisados neste estudo.

3 METODOLOGIA

O Ambitec é uma plataforma de avaliação de impactos que visa auxiliar as pesquisas e mostrar as contribuições tecnológicas, como também mensurar os impactos econômicos, sociais e ambientais decorrentes da adoção das inovações tecnológicas provenientes de projetos de pesquisa e desenvolvimento (RODRIGUES, 2010).

Como ponderam Cremonez et al. (2014, p. 3826), o “sistema Ambitec-Agro oferece uma plataforma prática, simples e barata para analisar impactos ambientais e de tecnologias agropecuárias”. Com o uso da metodologia é possível vislumbrar seus aspectos sustentáveis, apontar fatores que minimizam os possíveis impactos negativos e explicitar a evolução dos índices econômicos, sociais e ambientais da tecnologia analisada.

Rodrigues et al. (2003) sugerem que o sistema Ambitec-Agro envolve três etapas: 1) levantamento e coleta de dados, presentes em material bibliográfico sobre a tecnologia e o segmento no qual será feita a avaliação, tendo a delimitação da área geográfica e o universo dos adotantes da tecnologia; 2) realização de entrevistas com os produtores adotantes/usuários, seguida da inserção dos dados sobre os indicadores de impacto nas planilhas eletrônicas desenvolvidas em plataforma MS-Excel, para então se obter resultados quantitativos dos impactos, coeficientes de impactos e o índice agregado de impacto ambiental da tecnologia selecionada; e 3) análise e interpretação desses índices, tal como

indicação de ações voltadas a minimizar impactos negativos e potencializar os positivos, contribuindo para o desenvolvimento das unidades familiares de produção da comunidade e do próprio município onde a tecnologia está inserida.

Na avaliação solicita-se ao produtor que ele indique a direção (aumento, diminuição ou manutenção) dos coeficientes de alteração dos componentes, que variam de (-3) a (+3), dependendo da intensidade do efeito observado, apresentado na Tabela 1. Os coeficientes de impacto final podem variar de +15 a -15, dependendo do direcionamento do impacto, se positivo ou negativo.

As matrizes de ponderação do Sistema Ambitec apresentam também o fator de ponderação que se refere à escala geográfica de ocorrência, no qual se processa a alteração no componente do indicador, conforme a situação específica de aplicação da tecnologia, podendo ser: a) pontual, quando os efeitos da tecnologia no componente se restringem apenas ao ponto de sua ocorrência ou à unidade produtiva na qual esteja ocorrendo à alteração, assumindo valor igual a um; b) local, quando os efeitos se fazem sentir externamente a essa unidade produtiva, porém confinados aos limites do estabelecimento em avaliação, o qual assume valor dois; e c) no entorno, quando os efeitos se fazem sentir além dos limites do estabelecimento, o qual assume valor cinco.

Tabela 1. Efeitos da inovação tecnológica e coeficientes de alteração do componente a serem inseridos nas células das matrizes de avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica.

Efeito da tecnologia na atividade sob as condições de manejo específicas do componente	Coefficiente de alteração
Grande aumento no componente	+3
Moderado aumento no componente	+1
Componente inalterado	0
Moderada diminuição no componente	-1
Grande diminuição no componente	-3

Fonte: Sistema Ambitec-Agro.

A Figura 2, a seguir, mostra que a avaliação de impacto ambiental de inovações tecnológicas agropecuárias (Ambitec-Agro) compõe-se de dois blocos: os impactos ecológicos e os impactos socioambientais. Nos impactos ecológicos há dois novos blocos: eficiência tecnológica, com os critérios de impacto mudança no uso direto da terra, mudança no uso indireto da terra, consumo de água, uso de insumos agrícolas, uso de insumos veterinários e matérias-primas, consumo de energia, geração própria, aproveitamento, reúso e autonomia; e o de qualidade ambiental, com os critérios de impactos, emissão à atmosfera,

qualidade do solo, qualidade da água e conservação da biodiversidade e recuperação ambiental.

Os impactos socioambientais estão integrados em cinco blocos, que são: respeito ao consumidor, com os critérios de impactos qualidade do produto, capital social, bem-estar e saúde animal; trabalho/emprego, com os critérios de impactos capacitação, qualificação e oferta de trabalho, qualidade do emprego/ocupação, oportunidade, emancipação e recompensa equitativa entre gêneros, gerações e etnias; renda, com a geração de renda e valor da propriedade; e gestão e administração, relacionada a dedicação e perfil do responsável, condição de comercialização, disposição de resíduos, gestão de insumos químicos e relacionamento institucional.

O diagrama de critérios apresentado na Figura 2 mostra que a avaliação é resultado de um sistema que possui 125 indicadores, organizados em 27 critérios de impactos, com capacidade de abranger as dimensões econômicas, sociais e ambientais, como também apresenta o nível tecnológico da unidade de produção que está sendo avaliada.

Figura 2. Diagrama de critérios e indicadores para avaliação de impactos socioambientais do sistema.



Fonte: Sistema Ambitec-Agro.

A pesquisa foi realizada em visita a dez unidades produtivas de piscicultores do município de Presidente Figueiredo, Amazonas, aos quais foi aplicado o questionário do Ambitec nos meses de setembro a novembro de 2010. Nas visitas, além das questões do Ambitec, foram coletadas informações acerca do manejo dos peixes no tanque e alguns dados socioeconômicos, como idade do agricultor, produtividade, área cultivada e utilização de técnicas e equipamentos de manutenção dos cultivos.

Tais procedimentos tinham como objetivo entender a iniciativa de adoção da tecnologia, os aspectos a serem implementados na produção, a tomada de decisão do agricultor ao inserir em seu sistema de produção novas práticas, entre outros. Para a localização e identificação dos piscicultores a serem entrevistados foi utilizada a metodologia de amostragem *Snowball Sampling* (GOODMAN, 1961), que consiste em descobrir possíveis informantes-chaves, representados pelos próprios piscicultores e lideranças localizados no ramal Boa Esperança, ramal do paulista, BR-174, todas as vias de acesso às propriedades do município de Presidente Figueiredo.

Após coletados os dados foram selecionados dois grupos de piscicultores com base na produtividade: o grupo 1, que se caracteriza por ter uma área média maior de lâmina d'água e ter menor disponibilidade de assistência técnica; o grupo 2, com menor área de piscicultura, maior acesso à assistência técnica e maior produtividade. Após a formação dos grupos, buscou-se analisar os critérios de impactos e os coeficientes, identificando, por meio do Ambitec, indicativos de fatores que influenciam o nível de adoção da tecnologia preconizada pela Embrapa.

4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4.1 - CARACTERIZAÇÃO DO PERFIL DOS PISCICULTORES E DA PRODUÇÃO

Os piscicultores participantes desta pesquisa têm o seguinte perfil de idade: todos os entrevistados acima de 39 anos, assim distribuídos por faixa etária: 20% têm entre 40 e 49 anos de idade; 50% entre 50 e 60; e 30% têm entre 61 e 70 anos de idade. Em relação ao perfil socioeconômico, 60% dos piscicultores estão aposentados, 25% têm outra atividade profissional além da piscicultura. Entre as atividades profissionais estão a contabilidade e a prestação de serviços, e somente 15% dedicam-se exclusivamente às atividades agropecuárias, entre elas a piscicultura.

Nesse sentido, o diferencial está no nível de adoção tecnológica como fator que contribui para um aumento significativo da produtividade (GARDNER, 2002). Desta forma, os dez produtores foram divididos em dois grupos. O grupo 1, que apresenta maior média de lâmina de água e menor produtividade; e o grupo 2, que apresenta menor área média de superfície de água e maior produtividade. Os piscicultores do grupo 1 têm uma área média por estabelecimento de 30 ha, com uma área média de piscicultura de 2,5 ha e ocupa, em média, 8% da área total do estabelecimento. A produtividade média de tambaqui curumim é de 1.200

kg/ha/ano. Os agricultores desse grupo não têm assistência técnica. No grupo 2, os piscicultores têm uma área média total dos estabelecimentos de 8,5 ha, cultivam em média uma área 1,5 ha com peixes, o que equivale a 18% da unidade produtiva e uma produção de 5.333 kg/ha/ano e recebem assistência técnica ou se comunicam regularmente com os pesquisadores e/ou extensionistas (Tabela 2).

Tabela 2. Características e estrutura produtiva dos agricultores dos grupos 1 e 2.

Grupo	Área média dos estabelecimentos (ha)	Área média da piscicultura (ha)	% da área com piscicultura	Produtividade - kg/ha/ano	Assistência técnica
Grupo 1	30	2,5	8%	1.200	Não
Grupo 2	8,5	1,5	18%	5.333	Sim

Fonte: Pesquisa de campo realizada pelos autores, 2019.

Considerando o uso de 20% da área total da unidade de produção na região amazônica, observa-se que os agricultores do grupo 1 podem utilizar 6 ha da área média e os agricultores do grupo 2 dispõem legalmente de, somente, 1,7 ha para o desenvolvimento das atividades agropecuárias, ou seja, estão no limite.

4.2 - CONHECIMENTO TÉCNICO E INOVAÇÃO

A inovação acontece nos sistemas produtivos se os agentes utilizam tecnologias, processos, conhecimentos para o desenvolvimento dos sistemas. Isso parece óbvio, mas por que os agricultores do grupo 1 entrevistados não buscam ou não utilizam tecnologia no processo produtivo da piscicultura? A pesquisa constatou a seguinte situação em relação aos dois grupos de produtores de peixe entrevistados.

No grupo 1, cerca de 80% dos piscicultores desconhecem aspectos técnicos de produção, como alcalinidade, dureza da água no tanque e pH médio da água; nenhum produtor utiliza o oxímetro, não conhecem cálculo da quantidade de peixes nos tanques, quantidade de alimento para os peixes; não tomam como referência padrão o tamanho, peso ou a quantidade de peixes no tanque, nem a granulometria, teor proteico e quantidade de ração necessária diariamente, conforme o estágio de crescimentos dos peixes.

Os piscicultores do grupo 2 adotam em maior percentual as tecnologias e inovam na atividade, por isso conseguem maior produção de tambaqui por área destinada à piscicultura. Em relação às questões técnicas sobre alcalinidade, dureza da água no tanque e pH médio da água, 60% do grupo 2 disseram conhecer e adotam parâmetros técnicos repassados pela

pesquisa e pela extensão rural para a produção. Nesse grupo, 40% têm oxímetro e controlam o nível de oxigênio na água, também utilizam tabela e biometria para definir a quantidade de ração a ser disponibilizada para a alimentação dos cultivos. O grupo 2 apresenta um percentual de 70% da utilização de aeradores como forma de garantir a oxigenação dos tanques. O grupo tem assistência técnica, que orienta periodicamente as unidades, refletindo na produtividade. A formação dos grupos considerou inicialmente a produtividade, que é consequência da adoção de tecnologia para a inovação.

4.3 - AMBITEC-AGRO: IMPACTOS ECOLÓGICOS

Para melhor entendimento das diferenças entre os grupos, utilizou-se o Ambitec para identificar os elementos que definem a situação de cada grupo, os critérios de impactos e os coeficientes, analisando, desta forma, ambos os grupos. O Ambitec-Agro é composto de duas partes. A primeira avalia os impactos ecológicos, tendo como fio condutor a eficiência tecnológica e a qualidade ambiental; a segunda avalia os impactos socioambientais, considerando: o respeito ao consumidor, emprego/ocupação, renda, saúde e gestão.

Na perspectiva de deixar mais clara a análise, seguiremos a divisão do Ambitec. Inicialmente serão analisados os impactos ecológicos dos grupos de piscicultores do município de Presidente Figueiredo, considerando a diferença apresentada entre o grupo 1 e o grupo 2 e, posteriormente, os impactos socioambientais. Os impactos ecológicos são compostos de 11 critérios de impactos, como pode ser observado na Tabela 3. Esses critérios estão relacionados à eficiência da tecnologia, numa perspectiva sistêmica dentro da unidade de produção, no contexto da adoção de determinada tecnologia.

Como se pode observar, nos 11 critérios de impactos, o grupo 1 somente supera o grupo 2 no critério “mudança no uso direto da terra”, mesmo assim a diferença não é tão elevada, já que o grupo 1 tem coeficiente 3,75 e o grupo 2, coeficiente de 2,13. Essa diferenciação ocorre devido a fatores como produtividade, prevenção de incêndio, estoque de carbono e biodiversidade produtiva.

O coeficiente de desempenho que permite um resultado maior no grupo 1 está relacionado a biodiversidade produtiva, em que o grupo em questão possui maior variedade de plantações comerciais, como mandioca, banana, açaí, cupuaçu, hortaliças e outras frutas anuais, que diversificam a fonte de renda. Além dos aspectos “mudança no uso direto da terra”, há maior coeficiente de desempenho no critério geração própria, aproveitamento, reúso

e autonomia do grupo 1. Isso mostra que, nas unidades produtivas desse grupo, se reutilizam e reaproveitam-se insumos orgânicos presentes na unidade, o que permite maior autonomia ao sistema de produção e menor utilização de insumo produzido fora da unidade. O coeficiente de 0,75 é acanhado, porém já mostra uma tendência em relação ao grupo 2, que tem no mesmo item coeficiente de 0,40, mostrando maior dependência a insumos externos.

O tamanho médio das áreas das propriedades dos estabelecimentos do grupo 1 representa mais do que o triplo do tamanho da área dos estabelecimentos do grupo 2. Áreas maiores, dadas as restrições legais do uso da terra na Amazônia, possibilitam aos agricultores piscicultores do grupo 1 diversificarem mais as unidades de produção, estruturando diversas atividades geradoras de renda ao longo do ano. A renda da piscicultura é mais uma renda dos estabelecimentos.

Não há uma especialização acentuada da produção na piscicultura. Desta forma, a atividade tem um desempenho menor em termos de produtividade. Áreas maiores permitem um manejo melhor dos insumos internos das propriedades, reciclando e promovendo uma complementaridade entre as atividades, e isso dá mais autonomia aos estabelecimentos.

No caso dos estabelecimentos do grupo 2, que têm áreas pequenas, para aumentar a renda optam pelo caminho da intensificação da produção, de maior especialização produtiva, obtendo maiores produtividades, desenvolvem número menor de atividades. A especialização torna os piscicultores mais dependentes de insumos externos dos estabelecimentos. Reduzem a autonomia do sistema de produção, e a intensificação tecnológica tem impactos.

Nos demais critérios há uma superioridade do grupo 2. A intensificação tecnológica pelo grupo 2 introduz maior uso de insumos no seu processo produtivo, que gera impacto. Entre esses insumos está a maior utilização de água, aumentando a frequência de renovação da água dos tanques dos peixes, como também a utilização de irrigação em plantios de outras culturas. Grande parte dos agricultores do grupo 2 utilizam a água dos tanques para irrigar a produção de hortaliças, que é um cultivo de retorno imediato.

Esse é um dos aspectos que justificam a maior frequência na renovação da água dos tanques. A consequência do aumento do consumo de água é a maior utilização de energia (-12,00), que é o insumo necessário para o bombeamento para irrigação dos cultivos e para fazer funcionar os aeradores. Aliás, os aeradores estão presentes em quase todas as propriedades do grupo 2, utilizados para a oxigenação da água, incorporando o ar no ambiente

aquático. Os coeficientes consumo de água, energia, insumos agrícolas, veterinários, matéria-prima indicam que o grupo 2 tem maior adesão à tecnologia agropecuária.

Além da utilização de aeradores e de sistemas de irrigação, há também a prática da calagem com calcário e a adubação com nitrogênio, fósforo e potássio (NPK) do fundo dos tanques após a despesca e durante o ciclo. Essas práticas são menos frequentes na piscicultura desenvolvida pelos agricultores produtores do grupo 1. Entre os produtos relacionados a critério de impactos está o “uso de insumos veterinários e matérias-primas”, destaca-se a utilização de ração com maior frequência e dentro dos padrões relacionados a biometria dos peixes.

Tabela 3. Critérios e coeficientes de impactos ecológicos.

Nº	Critérios de impactos	Coeficiente de desempenho	
		GRUPO 1	GRUPO 2
01	Mudança no uso direto da terra	3,75	2,13
02	Mudança no uso indireto da terra	1,13	2,63
03	Consumo de água	-3,00	-6,00
04	Uso de insumos agrícolas	-3,00	-4,50
05	Uso de insumos veterinários e matérias-primas	-2,50	-5,13
06	Consumo de energia	-4,00	-12,00
07	Geração própria, aproveitamento, reúso e autonomia	0,75	0,40
08	Emissões à atmosfera	-1,20	-2,80
09	Qualidade do solo	0,00	0,00
10	Qualidade da água	0,00	0,00
11	Conservação da biodiversidade e recuperação ambiental	3,20	6,00

Fonte: Autores, pesquisa de campo, 2019.

No critério de impacto “conservação da biodiversidade e recuperação ambiental”, o grupo 2 apresentou maior coeficiente (6,00) que o grupo 1 (3,20). Essa diferenciação está relacionada à possibilidade de os piscicultores do grupo 2 obterem maior produtividade e, conseqüentemente, reduzirem a pressão sobre os recursos naturais, principalmente as áreas florestais.

Pela necessidade de áreas menores para produzir, quando a produtividade é elevada, as unidades do grupo 2 fazem menos pressão sobre a mata nativa, possibilitando a recuperação do solo e a manutenção dos ecossistemas, da área de preservação permanente e reserva legal, mesmo com áreas médias menores. O índice do grupo 1 indica que, com o menor uso da tecnologia e a opção por uma piscicultura semiextensiva, assim como o baixo uso de tecnologia para o desenvolvimento em outras atividades geradoras de renda, com o tempo, impelem os agricultores a avançar sobre as áreas florestais existentes nas propriedades.

4.4 - IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS DA AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS

O bloco dos impactos socioambientais do Ambitec-Agro tem 16 critérios de impacto, com foco no respeito ao consumidor, emprego/ocupação, renda, saúde e gestão. Nos 16 critérios, o grupo 1 supera o grupo 2 em “equidade entre gêneros, gerações, etnias numa relação” de 9,38 para 5,00, respectivamente, como pode ser visto na Tabela 4, a seguir. Esse coeficiente está relacionado à participação da mulher, do jovem e do idoso no processo de produção e principalmente como agente que contribui de forma laboral e intelectual, já que auxilia na gestão do processo, para o desenvolvimento das atividades, e é recompensado equitativamente com os frutos provenientes da atividade agropecuária na unidade produtiva.

Desta forma, é possível identificar a participação familiar significativa na atividade das unidades do grupo 1. Por outro lado, também justifica o coeficiente de 0,75 na qualificação e oferta de trabalho, coeficiente inferior ao grupo 2, porque esse último grupo tem maior contratação de diaristas e consultoria de engenheiro de pesca em alguns casos. A contratação de diaristas nas unidades do segundo grupo ocorre independentemente da participação da força de trabalho familiar, ela complementa. No grupo 1 a contratação de mão de obra é muito frequente.

Nos impactos socioambientais, quatro critérios precisam ser analisados como fatores que auxiliam e impulsionam a adoção de tecnologias, mostrados no grupo 2. Esses critérios são: o capital social, que atinge coeficiente 4,65; capacitação, 7,55; dedicação e perfil do responsável, 9,60; e relacionamento institucional, 9,70. Os resultados, que são maiores que os do grupo 1, permitem explicar o estágio mais avançado de adoção tecnológica, fruto de uma racionalidade embasada em conhecimento técnico e gerencial, que vai refletir em outros indicadores, como será visto a seguir. Os critérios mencionados permitem afirmar que a adoção de tecnologia e a inovação estão relacionadas à dinâmica da comunicação, troca e ampliação de conhecimentos. A afirmação anterior fica mais clara quando analisamos mais detalhadamente os critérios.

O primeiro critério, o capital social, é resultado de cinco fatores: integração cultural entre colaboradores e familiares engajamento em movimentos sociais, conservação do patrimônio histórico, artístico e cultural, desenvolvimento ou participação em projeto de extensão/educação ambiental e programa de transferência de conhecimento e tecnologia.

O segundo critério é a capacitação, com suas variáveis do tipo de capacitação, curta, e a especialização, educação formal e as variáveis do nível de capacitação básica, técnica e

superior. Todas as capacitações recebidas pelos agricultores do grupo 2 estão relacionadas à variável curta e básica, porém são capacitações voltadas ao desenvolvimento da atividade; enquanto, no grupo 1, a participação em capacitação é muito baixa.

Dedicação e perfil do responsável é o terceiro critério que está relacionado ao nível de adoção da tecnologia pelos piscicultores. Nesse critério está a capacitação dirigida à atividade, horas de permanência no estabelecimento, engajamento familiar e uso de sistema contábil, planejamento e sistema de certificação e rotulagem.

O desenvolvimento e a demanda do mercado, associados à interação com pessoas e atores sociais, públicos e privados, fazem com que, nas propriedades do grupo 2, ocorra um processo de maior compromisso com a atividade. Esse compromisso se traduz em maior tempo de permanência na propriedade, busca por formação, engajamento familiar, planejamento e maior acompanhamento da atividade. O grupo 1 apresenta uma série de limitações em relação ao critério dedicação e perfil do responsável. Essa limitação relaciona-se ao modo peculiar do agricultor amazonense, que é multifuncional e pluriativo, desenvolve atividades agrícolas combinadas com atividades não agrícolas e faz o “manejo simultâneo de diversos recursos naturais e ecossistemas terrestres (terra firme) e aquáticos” (PEREIRA et al., 2015, p. 62). Desta forma, o tempo para processo de capacitação e aperfeiçoamento da piscicultura em seu estabelecimento fica comprometido, resultando nos coeficientes 6,51 para o grupo 1 e 9,60 para o grupo 2.

O quarto critério é relacionamento institucional e está ligado aos indicadores de utilização de assistência técnica, associação/cooperativa, filiação tecnológica nominal e utilização de assessoria legal/vistoria. Nesse critério é possível verificar, pelos resultados que os piscicultores do grupo 2 têm, maior interação com a assistência técnica do Instituto de Desenvolvimento Agropecuário e Florestal Sustentável do Estado do Amazonas (*Idam*), da Associação Independente dos Aquicultores do Amazonas (*Aquam*), da Embrapa e com acesso a ligações com outros piscicultores que têm mais experiência com a atividade. Diferentemente, os piscicultores do grupo 1, que não têm acesso a assistência técnica, não estão organizados em associação/cooperativas, não têm as mesmas interações e informações e apresentam desempenho mais baixo que os do grupo 2.

A interação dos piscicultores com os extensionistas, pesquisadores e outros produtores que se utilizam de tecnologia também se manifesta nos coeficientes de qualidade do produto (7,50) e bem-estar e saúde animal (10,93), este ligado à utilização de aeradores, segurança e

saúde ocupacional (2,25) e à gestão de insumos químicos (0,33), apesar do baixo uso desses insumos nas propriedades pesquisadas, onde o grupo 2 apresenta resultados positivos superiores aos do grupo 1.

Tabela 5. Critérios e coeficientes dos impactos socioambientais da avaliação dos impactos.

Num.	Critérios de impactos	Coeficiente de desempenho	
		GRUPO 1	GRUPO 2
01	Qualidade do produto	5,25	7,50
02	Capital social	1,70	4,65
03	Bem-estar e saúde animal	4,25	10,93
04	Capacitação	1,75	7,55
05	Qualificação e oferta de trabalho	0,75	2,00
06	Qualidade do emprego / ocupação	0,76	3,50
07	Equidade entre gêneros, gerações, etnias	9,38	5,00
08	Geração de renda	9,75	14,50
09	Valor da propriedade	5,31	11,53
10	Segurança e saúde ocupacional	0,24	2,25
11	Segurança alimentar	5,78	6,23
12	Dedicação e perfil do responsável	6,51	9,60
13	Condição de comercialização	3,75	8,25
14	Disposição de resíduos	4,00	6,00
15	Gestão de insumos químicos	0,03	0,33
16	Relacionamento institucional	2,00	9,70

Fonte: Dados de campo, organizados pelos autores, 2019.

Analisados os critérios de impactos que estão alicerçados em relações e contatos interinstitucionais é possível entender a origem dos resultados relacionados à utilização de tecnologia na geração de renda, em que o grupo 2 alcançou 14,50 do coeficiente de desempenho, comprovando a capacidade de impactar positivamente na receita dos piscicultores, e, como consequência, no valor da propriedade (11,53), que está relacionado ao reinvestimento dos ganhos com a atividade produtiva da propriedade.

Vê-se o impacto da tecnologia sobre a renda e, de modo especial, para os agricultores do grupo 2. O bom desempenho da renda nesse grupo só é possível pela alta produtividade da piscicultura. Porém, os números alcançados pelos agricultores do grupo 1 em relação à renda mostram um bom desempenho (9,75) e indicam que, mesmo com uma produtividade relativamente baixa, quando há alta demanda por essa produção em mercados consumidores estruturados e regulares, permite ganhos significativos.

O desempenho do coeficiente valor da propriedade do grupo 1 (5,31) mostra que, nesse nível de desempenho, ainda há reinvestimentos que acabam valorizando a unidade produtiva. O incremento da tecnologia na produção de tambaqui também impactou na segurança alimentar (6,23) e nas condições de comercialização (8,25) do grupo 2, que

alcançaram coeficientes superiores aos do grupo 1, que teve 5,78 e 3,75, respectivamente.

Em relação ao critério qualificação e oferta de trabalho, que no grupo 1 alcança 0,75, no grupo 2 atinge 2,0. Por sua vez, o critério de impacto de qualidade do emprego/ocupação foi 0,76 e 3,50, respectivamente. Esses critérios têm coeficientes que em parte podem ser explicados por duas razões. Os agricultores do grupo 1 desenvolvem as atividades empregando majoritariamente a força de trabalho da família e não investem de modo significativo na qualificação da sua mão de obra.

O grupo 2 investe um pouco mais em capacitação, entretanto contrata mão de obra temporária, de baixa qualificação, que desenvolve a atividade por curto período durante o ano, não é permanente. No aspecto de uso de mão de obra, o que diferencia os dois grupos é a quantidade de mão de obra contratada temporariamente, não a capacitação e qualificação dessa mão de obra.

4.5 - IMPACTOS AGREGADOS

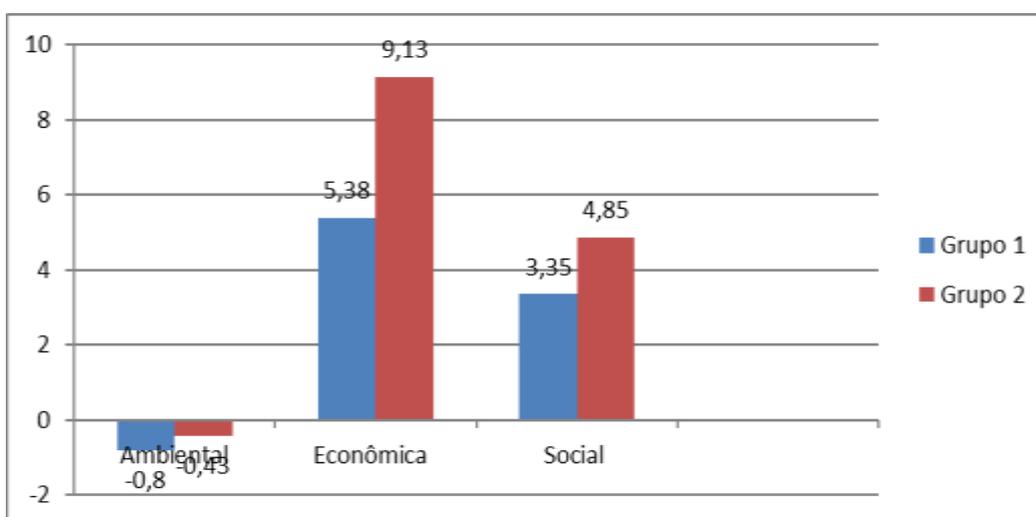
O Ambitec-Agro, a partir dos seus critérios e coeficientes, aporta três índices: econômico, social e ambiental. Mantendo a lógica da evolução dos critérios e coeficientes na evolução do texto, em relação aos impactos da tecnologia, a avaliação mostra que o grupo 2 alcança maior coeficiente social 4,85 contra 3,35 do grupo 1; o indicador econômico alcança 9,13 pelo grupo 2 e 5,38 do grupo 1.

Os indicadores evidenciam que a tecnologia agropecuária da criação de tambaqui em tanque escavado permite aos piscicultores uma oportunidade concreta e segura de geração de renda, suprimindo a demanda crescente por proteína pela população amazonense. Além da renda, a tecnologia permite ainda a melhoria social, incluídos aqui os aspectos da ampliação da necessidade de mão de obra no meio rural, a melhoria das condições de alimentação, com o crescimento sustentável da produção (regularidade e quantidade) de peixe.

A tecnologia impacta sobre o trabalho da família, sobre a participação dela nas organizações sociais e promove a interação com instituições públicas e privadas, fortalece a articulação dos agricultores com a Secretaria Estadual de Produção, com o Idam, a Agência de Fomento do Estado do Amazonas S.A. (Afeam) e a Embrapa, que dão suporte aos agricultores, seja por meio de capacitações, como é o caso da Embrapa, seja por meio de assistência técnica, prestada pelo Idam.

Os indicadores econômico e social permitem uma avaliação positiva da tecnologia e mostram que a diferenciação entre o grupo 1 e o grupo 2 está, principalmente, no nível de adoção da tecnologia, evidenciada nos critérios de impactos e coeficientes do Ambitec. A questão ambiental também apresenta diferenças entre os grupos. A tecnologia tem um impacto negativo sobre o ecossistema, sendo que o índice alcança -0,8 para os agricultores do grupo 1, contra -0,43 do grupo 2. Os índices são relativamente baixos e negativos e refletem o uso da tecnologia. Entretanto, o grupo 1, dada a baixa adoção da tecnologia para a geração de renda, necessita de maior quantidade de recursos naturais, principalmente terra, para alcançar maior produção e renda, enquanto o grupo 2 já tem produtividade mais elevada por área.

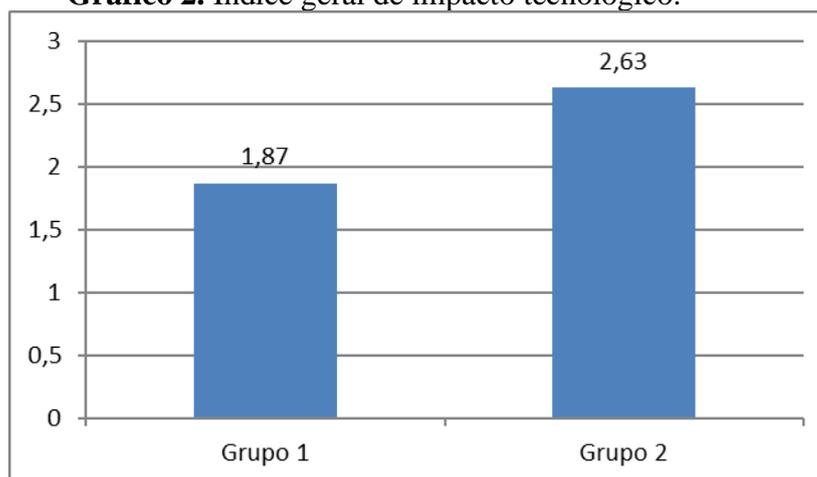
Gráfico 1. Índice de impactos social, econômico e ambiental.



Fonte: Os autores, pesquisa de campo, 2019.

O índice geral de impacto da tecnologia mostra que há uma contribuição da tecnologia para o desenvolvimento da atividade de piscicultura. O grupo 2 apresenta índice positivo de 2,63, superior ao grupo 1, que apresenta índice de 1,87, mostrando um encadeamento dos diversos fatores relacionados à adoção das tecnologias e seus efeitos.

Gráfico 2. Índice geral de impacto tecnológico.



Fonte: Os autores, pesquisa de campo, 2019.

O método comparativo buscou identificar as diferentes formas de impacto decorrentes da adoção de tecnologias na criação de tambaqui. O uso do método comparativo buscou identificar fatores que impactam no uso das tecnologias agropecuárias. Os impactos decorrentes do tamanho da área do estabelecimento, da área com piscicultura, produtividade e assistência técnica são de ordem social, econômica e ambiental, captados pelo Ambitec. O uso do sistema constitui-se em uma primeira iniciativa voltada a analisar os impactos das tecnologias no âmbito do estado do Amazonas. Ele permite criar parâmetros para identificar, além dos indicadores do sistema, outros elementos e níveis de impacto decorrentes das características e condições de cada estabelecimento adotante de tecnologia.

É evidente que, por se tratar de uma análise pioneira, há diversas limitações relacionadas à utilização do método e do sistema, que precisa ser aprimorada, como, por exemplo, incluir aspectos ligados às práticas desenvolvidas pela propriedade (BRITO et al., 2018); precisa também de aperfeiçoamento no que diz respeito ao nível de contribuição da participação nas organizações da comunidade, como associação e cooperativa (ALVES, COSTA E SOUZA, 2018), e a importância das estratégias voltadas à valorização da biocultura e da sustentabilidade (SANTOS et al., 2020) e ao crédito rural (SANTOS, NASCIMENTO E MAISTRO, 2018). Portanto, o método e o sistema apresentam limitações, porém evidenciam aspectos importantes para ampliar a visão e os parâmetros que devem ser considerados para que os efeitos das tecnologias alcancem seus objetivos sociais, econômicos e ambientais, como também se soma ao debate relacionado à busca de diretrizes e formas de superar as dificuldades relacionadas à compreensão dos impactos e a articulação entre os distintos níveis de complexidade das comunidades amazônicas.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O texto faz uma comparação entre os dois grupos de agricultores que produzem peixes utilizando a tecnologia agropecuária no sistema de produção em tanques escavados. A comparação entre grupos evidencia alguns elementos que estão presentes nas unidades produtivas e que interferem nas estratégias de produção e geração de renda e que provoca impactos social, econômico e ambiental. Os agricultores foram divididos em dois grupos. Os agricultores do grupo 1, que possuem área média do estabelecimento de 30 ha, sendo que 2,5 ha são destinados à piscicultura. Esse grupo também não recebe assistência técnica efetiva, interage pouco com a pesquisa e com outros produtores de peixes que utilizam a mesma tecnologia no sistema produtivo.

O grupo 1, no seu processo produtivo, utiliza majoritariamente a mão de obra familiar. A unidade de produção dos agricultores desse grupo tem um sistema diversificado de produção, onde o peixe é uma das atividades geradoras de renda. Apesar da baixa produtividade do grupo 1, quando comparada com a do grupo 2, a produção de tambaqui curumim atinge um público específico e, diante da grande demanda do mercado na cidade de Presidente Figueiredo pela proteína, ainda assim, a piscicultura auferir uma renda considerável aos agricultores, que somada a outras rendas de outras atividades permite que os agricultores alcancem um nível econômico capaz de garantir a reprodução social da unidade produtiva.

Os agricultores do grupo 2 têm área média total de 8,5 ha, sendo que 1,5 ha são destinados à piscicultura. Na piscicultura utilizam majoritariamente mão de obra contratada, permanente ou temporária. Na produção utilizam maior quantidade de insumos e equipamentos. Fazem uso de técnicas de manejo preconizadas pela pesquisa agropecuária. Comparando os grupos, é possível perceber que o grupo 2 é mais capitalizado e alcança maior nível de produtividade que o 1, em razão do uso de tecnologia, insumos, ração adequada e aeração de tanques, o que permite maior adensamento de peixes nos tanques. Essa produção, embora presente em estabelecimentos de áreas menores, é até quatro vezes superior à do grupo 1, o que mostra o potencial da tecnologia. Diferente do grupo 1, os agricultores do grupo 2 se integram com a pesquisa, com outros agricultores e têm assistência técnica com mais regularidade, e alguns têm consultoria particular específica para a atividade.

A análise comparativa dos grupos 1 e 2 mostrou que há uma demanda por tecnologias entre os criadores de peixe do Amazonas. A ausência de política pública de assistência técnica

e extensão rural, crédito agrícola e apoio ao fortalecimento do sistema organizativo e de comercialização contribuem para o aumento das diferenças e desigualdades entre os agricultores que adotam a tecnologia, no caso da produção de peixes em tanque escavado. Os agricultores que conseguem utilizar a tecnologia plenamente são os que possuem maior poder aquisitivo e poder de articulação com instituições como órgão de pesquisa e extensão rural. O uso da tecnologia possibilita, além de gerar uma maior renda, uma redução no impacto ambiental.

Por outro lado, os agricultores com menor poder aquisitivo e de articulação, no caso do grupo 1, desenvolvem estratégias voltadas a incluir a produção de peixes dentro do sistema de produção da propriedade. Desta forma, o cultivo do peixe passa a fazer parte do conjunto de atividades que contribuem para a reprodução social da família. Essa perspectiva impõe a necessidade de a pesquisa gerar tecnologias e inovações que favoreçam a integração de atividades agropecuárias e que atendam a dimensão e estrutura do agricultor com menor poder aquisitivo. Ao agricultor fica o desafio de fortalecer sua organização, ampliar sua articulação e poder de incidência junto às esferas públicas e privadas e, desta forma, aumentar o acesso a políticas de fortalecimento da agropecuária.

A pesquisa evidencia que, no meio rural amazonense, há um processo de diferenciação entre os agricultores que desenvolvem a piscicultura como atividade destinada à comercialização. Essa diferenciação acentua-se com a quase ausência de políticas públicas de fortalecimento da agricultura para todos os agricultores. Nesse cenário, a tecnologia contribui para ampliar as diferenças, porém apresenta-se como instrumento muito importante para a garantia da renda e a proteção e conservação ambiental.

Por último, a análise mostra aspectos que precisam ser aperfeiçoados na pesquisa agropecuária, é o caso do desenvolvimento de sistemas de produção, que permitam ao agricultor descapitalizado criar peixe de forma integrada a outras atividades em sua propriedade.

REFERÊNCIAS

ALVES, J. B.; COSTA, F. S. da; SOUZA, W. de J.. ORGANIZAÇÃO SOCIAL COMO INSTRUMENTO DE FORTALECIMENTO DA AGRICULTURA FAMILIAR NO AMAZONAS. *Revista Terceira Margem Amazônia*, Manaus, ano 10, v. 3, p. 121-137, jan/jun 2018.

BIN, Adriana. *Agricultura e meio ambiente: contexto e iniciativas da pesquisa pública*. Dissertação (Mestrado). Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas-

Unicamp, 2004. Disponível em: <http://repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/287628>. Acesso em: 02 maio 2021

BRITO, A. C. de; CASTRO, A. P. de; FRAXE, T. de J. P.; RAMOS, A. da S. UM OLHAR SISTÊMICO SOBRE A SUSTENTABILIDADE DA PRODUÇÃO DE MALVA EM COMUNIDADE DE VÁRZEA NO AMAZONAS. **Revista Terceira Margem Amazônia**, Manaus, ano 8, v. 3, p. 197-213, jan/jun 2018. DOI <https://doi.org/10.36882/2525-4812.2018v3i10p%25p>.

BUAINAIN, A. M.; SOUZA FILHO, H. M.; SILVEIRA, J. M. da. Agricultura familiar e condicionantes da adoção de tecnologias agrícolas. In: LIMA, D. M. de A.; WILKINSON, J. (Org.). **Inovação nas tradições da agricultura familiar**. Brasília: CNPq/Paralelo 15, 2002.

BUSCHINELLI, C. C. A. ; GIROTTO, S. B. F. T. ; PASSOS, B. M. ; SIMIONI, F. J. . Impactos socioambientais da introdução de florestas de eucalipto em propriedades rurais. **Anais: VI Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental - ConGea**, 2015, Porto Alegre. Impactos socioambientais da introdução de florestas de eucalipto em propriedades rurais, 2015. Disponível em:

<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/138220/1/2015AA035.pdf>. Acesso em: 02 maio 2021.

CARVALHO, A. V. de; CARVALHO, R. A. F. de; ARAÚJO, A. W. de; SOUSA, I. L. M. de; OLIVEIRA, L. G. de. Análise dos indicadores de desenvolvimento e pobreza multidimensional no baixo amazonas nos anos de 2000 e 2010. **Revista Terceira Margem Amazônia**, vol. n. 11, 2018.

COSTA, F. de A. TEORIAS DO DESENVOLVIMENTO E ESTRATÉGIAS DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL - APONTAMENTOS. **Revista Terceira Margem Amazônia**, Manaus, ano 7, v. 2, p. 13-77, 2017.

CREMONEZ, F. E.; CREMONEZ, P. A.; FEROLDI, M. ; CAMARGO, M. P. de; KLAJN, F. F. ; FEIDEN, A. . Avaliação de impacto ambiental: metodologias aplicadas no Brasil. **REMOA** - v.13, n.5, dez. 2014. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/remoa/article/view/14689>. Acesso em: 07 abr. 2021

FUCK, M. P.; VILHA, A. P. M.. Inovação Tecnológica: da definição à ação. Contemporâneos. **Revista de Artes e Humanidades**. Número 9, nov. 2012. Disponível em : <https://www.revistacontemporaneos.com.br/n9/dossie/inovacao-tecnologica.pdf>. Acesso em: 08 abr. 2020.

GARDNER, B. L. **American Agriculture in the Twentieth Century: How It Flourished and What It Cost**. Cambridge: Harvard University Press. 2002

GOODMAN, L. Snowball Sampling. **Annals of Mathematical Statistics**, n° 32, p. 148-170, 1961.

GUTIERREZ, D. M. D. Tecnologia social e seus desafios teórico-práticos: uma experiência Amazônica. **Revista Terceira Margem Amazônia**, v. 5, p. 75-87, 2015.

GUTIERREZ, D. M. G.; CARVALHO, S. M. S.; RODRIGUES, D. C. B. GARCIA, J. C. D. Política nacional de tecnologia social: reflexões a partir de um grupo de trabalho amazônico.



Revista Terceira Margem Amazônia, v. 6, n. 14, p. 31-42, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.36882/2525-4812.2020v6i14p31-42>.

IRIAS, L. J. M.; RODRIGUES, G. S.; CAMPANHOLA, C.; KITAMURA, P. C.; RODRIGUES, I.; BUSCHINELLI, C. C. de A. Sistema de Avaliação de Impacto Ambiental de Inovações Tecnológicas nos Segmentos Agropecuário, Produção Animal e Agroindústria (Sistema Ambitec). Jaguariúna: **Embrapa Meio Ambiente**. Circular Técnica 5. 2004.

IZEL, A.C.U.; MELO, L.A.S. Criação Tambaqui (*Colossoma macropomum*) em tanques escavados no Estado do Amazonas: **Embrapa Amazônia Ocidental**, 2004.

KITAMURA Paulo Choji; RODRIGUES Isis; BUSCHINELLI Claudio César de Almeida. Sistema de Avaliação de Impacto Ambiental de Inovações Tecnológicas nos Segmentos Agropecuários, Produção Animal e Agroindústria (Sistema Ambitec). Jaguariúna: **Embrapa Meio Ambiente**. Circular Técnica 5. 2004.

MARCATTO, Celso. Agricultura Sustentável: conceitos e princípios. **Cultivo Orgânico**, 2015. Disponível em: <http://cultivehortaorganica.blogspot.com/2015/06/agricultura-sustentavel-conceitos-e.html>. Acesso em: 09 maio 2020.

MARQUES, Daniela Vieira; VEDOVOTO, Graciela Luzia; Ávila, Antônio Flavio Dias. Avaliação de impactos econômicos, sociais e ambientais de tecnologias: a experiência da Embrapa no período 2001/2008. **Anais: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL NA GESTÃO DO CONHECIMENTO**, 41., 2009, Porto Seguro.

MAZOYER, M.; ROUDART, L. **História das agriculturas do mundo: do neolítico à crise contemporânea**. São Paulo: Editora UNESP; Brasília, DF: NEAD, 2010.

MELO, L.A.S.; IZEL, A.C.U.; RODRIGUES, F.M. Criação de Tambaqui (*Colossoma macropomum*) em viveiros de argila/barragens no Estado do Amazonas: **Embrapa Amazônia Ocidental**, 2001.

MENEGHETTI, G.A. **Transferência de tecnologia: os desafios da Embrapa para a Região Amazônica**. Brasília - DF: Embrapa, 2012 (Documento 101).

NOGUEIRA, R. S. F.; CAVALCANTE NETO; F. A.; CASTRO, A. P. de; LAMARÃO, C. V. Valorização da agrobiodiversidade nos sistemas agroflorestais por meio de boas práticas agrícolas e tecnologia de produtos na comunidade São Sebastião, ramal da cachoeira, Iranduba/AM. **Revista Terceira Margem Amazônia**, v. 2, n. 9, Jul/Dez. 2017.

OSLO MANUAL, THE MEASUREMENT OF SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL ACTIVITIES. **Organisation for Economic Co-operation and Development**, 1991. Disponível em: <https://www.oecd.org/science/inno/2367614.pdf>. Acesso em: 29 abr. 2021

PEREIRA, H, dos S.; VINHOTE, M. L. A; ZINGRA, A. F. C; TAKEDA, W. M. A multifuncionalidade da agricultura familiar no Amazonas: desafios para a inovação sustentável. **Revista Terceira Margem Amazônia**. V. 1 N. 5. 2015.

Plano Amazônia Sustentável de Aquicultura e Pesca-PASAP/SEAP/PR. Abril, 2009.

RODRIGUES, G. S.; BUSCHINELLI, C.C.A.; AVILA, A.F. 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. 2010.

RODRIGUES, G. S.; Campanhola, C.; Kitamura, P. C. An environmental impact assessment system for agricultural R & D. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 23, n.1, p. 219– 244, 2003.

ROGERS, Everett M. **Diffusion of innovations**. New York: The Free Press. 2003.

SANTOS, J. A. dos; NASCIMENTO, L. R. C.; MARJOTTA-MAISTRO, M. C.. O CRÉDITO RURAL NO ESTADO DO AMAZONAS. **Revista Terceira Margem Amazônia**, Manaus, ano 10, v. 3, jan/jun 2018.

SANTOS, J. A. M.; TAVARES, M. C. ; VASCONCELOS, M. C. R. L. ; AFONSO, T. . O processo de inovação tecnológica na Embrapa e na Embrapa Agrobiologia: desafios e perspectivas. **Perspectivas em Ciência da Informação (Online)**, v. 17, p. 175-194, 2012. Disponível em: <http://portaldeperiodicos.eci.ufmg.br/index.php/pci/article/view/1482>. Acesso em: 22 abr. 2021

SANTOS, Joyce Aparecida Marques dos et al. O processo de inovação tecnológica na Embrapa e na Embrapa Agrobiologia: desafios e perspectivas. **Perspectivas em Ciência da Informação**, [S.l.], v. 17, n. 4, p. 175-194, dez. 2012. ISSN 19815344. Disponível em: <http://portaldeperiodicos.eci.ufmg.br/index.php/pci/article/view/1482/1073>. Acesso em: 04 maio 2021.

SIDONIO, L. et al. Panorama da aquicultura no Brasil: desafios e oportunidades. **BNDES Setorial**, n. 35, p. 421-463, 2012. Disponível em: https://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/bnset/set3512.pdf. Acesso em: 02 maio 2021.

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

SILVA, L. de J. de S.; GASPAROTTO, L.. ; PINHEIRO, J. O. C. ; CARNEIRO, E. F. . ; PARINTINS, D. M. . Tecnologia Agropecuária e Desenvolvimento: Análise da Adoção Tecnológica em Uma Comunidade Rural de Rio Preto da Eva, AM. Manaus: **Embrapa**, 2018 (Serie Documento).

SILVA, L. de J. de S.; Meneghetti, G. A.; EMÍDIO, K.; BRITO, V. F. Silva de. Realidade socioeconômica das comunidades extrativistas da RDS Piagaçu-Purus: reflexões sobre os condicionantes da adoção de tecnologias como estratégia de desenvolvimento rural. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CIÊNCIAS DO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE NA AMAZÔNIA, 4.; ENCONTRO AMAZÔNICO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM AMBIENTE E SOCIEDADE, 2016, Manaus. **Anais do SICASA e ANPPAS Amazônia...** Manaus: 2016. p. 326.

SILVA, L. de J. de S.; MENEGHETTI, G. A.; PINHEIRO, J. O. **Relatório de avaliação dos impactos de tecnologias geradas pela Embrapa - Produção intensiva de tabaqui em tanque escavado sem aeração**. Embrapa Amazonia Ocidental: Manaus, 2019.



SILVA, L. de J. de Sousa; PINHEIRO, J. O. C.; CRESCÊNCIO, R.; CARNEIRO, E. de F. ; PEREIRA, B. P. ; BRITO, V. F. S. de. Tecnologia e desenvolvimento rural: aspectos do cultivo de tabaqui no município de Rio Preto da Eva, Am. **Revista Terceira Margem Amazônia**, v. 3, n. 10, Jan/jun. 2018.

SOUZA Filho, H. M., Buainain, A. M., Silveira, J. M. F. J., Vinholis, M. M. B. Condicionantes da adoção de inovações tecnológicas na agricultura. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 28, n. 1, p. 223-255, jan./abr. 2011.