TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO RURAL: ASPECTOS DO CULTIVO DE TAMBAQUI NO MUNICÍPIO DE RIO PRETO DA EVA, AM

Lindomar de Jesus de Sousa Silva[1]
José Olenilson Costa Pinheiro[2]
Roger Crescêncio[3]
Elizângela de França Carneiro[4]
Bruna Pantoja Pereira[5]
Verônica Fernandes Silva de Brito[6]

Resumo: A piscicultura é uma das atividades agropecuárias que vêm apresentando grande crescimento nos últimos anos. Esse crescimento significa a possibilidade de disponibilizar proteína animal a milhares de pessoas, gerar renda aos piscicultores e incentivar o desenvolvimento rural. No Amazonas, a piscicultura, cada vez mais, se torna uma atividade economicamente viável, principalmente pelo uso das novas tecnologias de criação de peixe, como o tambaqui, preconizadas pelas instituições de pesquisa. Soma-se também o grande apoio de instituições de ensino e extensão, que passaram nos últimos anos a dar suporte ao desenvolvimento piscícola, assim como a organização e incidência dos piscicultores sobre a esfera pública. Nesse cenário, o município de Rio Preto da Eva, situado na região metropolitana de Manaus, apresenta-se como o maior produtor de peixe do Amazonas, em especial o tambaqui. A condição de maior produtor do estado está intimamente vinculada à adoção de tecnologia, associada a fatores organizativos e institucionais presentes no município. Tal

[1]Pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus/AM,Brasil, E-mail:lindomar.j.silva@embrapa.br
[2]Pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus/AM, Brasil, E-mail:josé.pinheiro@embrapa.br
[3]Pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus/AM,Brasil, E-mail: roger.crescêncio@embrapa.br
[4] Analista da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus/AM, Brasil, E-mail: elizangela.carneiro@embrapa.br
[5]Bolsista do Programa de Apoio à Iniciação Cientifica PAIC/Embrapa/Fapeam, Manaus/AM, Brasil. E-mail: pantoja.ufam@gmail.com
[6]Bolsista do Programa de Apoio à Iniciação Cientifica PAIC/Embrapa/Fapeam, Manaus/AM, Brasil. E-mail:veronicafernandes15@gmail.com

aspecto tem contribuído para elevar a quantidade de peixe produzida por hectare. Para se atingir o objetivo de expor o estágio atual da piscicultura em Rio Preto da Eva, assim como analisar o processo produtivo a partir do uso de tecnologias, foi realizada uma pesquisa bibliográfica, reunindo as informações sobre a atividade, além de uma avaliação de impacto em dez propriedades produtoras de peixe no município. Para isso, utilizou-se a metodologia de avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica agropecuária, denominada Ambitec-Agro, desenvolvida pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). O resultado é um conjunto de informações que mostra a evolução da atividade piscícola em Rio Preto da Eva e os indicadores que comprovam que a tecnologia produziu impactos positivos em âmbitos social, econômico e ambiental. Portanto, o desenvolvimento da piscicultura, especialmente a criação de tambaqui, pode ocorrer de forma sustentável. Para isso, no entanto, é fundamental a presença do poder público com formulação de políticas, incentivo e infraestrutura, fatores esses que têm limitado o avanço da atividade.

Abstract: Fish farming is one of the agricultural activities that has been showing great growth in recent years. This growth means the possibility of making animal protein available to thousands of people, generating income for fish farmers and encouraging rural development. In the Amazon, fish farming increasingly becomes a viable economic activity, especially with the new technologies of fish farming, especially the tambaqui, advocated by research institutions. There is also the great support of educational and extension institutions that have spent in recent years supporting the development of fish, as well as the organization and incidence of fish farmers on the public sphere. In this scenario, the municipality of Rio Preto da Eva, in the metropolitan region of Manaus, presents itself as the largest fish producer in Amazonas, mainly tambaqui. The condition of major tambaqui producer in the state is closely linked to the adoption of technology, associated with organizational and institutional factors present in the municipality. This has helped to increase the amount of fish produced per hectare. To reach the objectives of exposing the current stage of fish farming in Rio Preto da Eva, as well as the contributions of the technologies, a bibliographical research was carried out, gathering the information about the activity and an impact assessment on the fish producing property in the municipality. For this, the methodology of environmental impact assessment of agricultural technological innovation, called Ambitec-Agro, developed by EMBRAPA was used. The result is a set of information that shows the evolution of piscicola activity in the municipality, and the indicators that bought that the technology produced positive impacts in the social, economic and environmental scope. Therefore, the development of fish farming, especially the rearing of tambaqui, is possible in a sustainable way. For this reason, the presence of public power with

the formulation of policies, incentives and infrastructure is fundamental. Factors that have limited the progress of the activity.

INTRODUÇÃO

A piscicultura, nos últimos anos, vem se consolidando como atividade essencial na produção de alimentos. O Brasil, e em particular a Amazônia, é considerado território com enorme potencial para o desenvolvimento da atividade piscícola, devido principalmente ao potencial hídrico da região, ao clima favorável e à condição geográfica, entre outros.

No Amazonas, a tecnologia tem colocado a piscicultura como atividade capaz de contribuir para o desenvolvimento rural, possibilitando bom retorno econômico aos produtores, colaborando para a geração de emprego e otimização dos recursos naturais existentes nas propriedades.

O município de Rio Preto da Eva, localizado na região metropolitana de Manaus, é o principal produtor de peixe do Amazonas. Essa produção vem crescendo nos últimos anos e está relacionada à adoção de tecnologias e técnicas preconizadas por instituições de ensino, pesquisa e extensão que, com atividades desenvolvidas conjuntamente com os produtores, estão fortalecendo a piscicultura, em particular a criação de tambaqui, peixe com grande demanda comercial.

O presente artigo busca resgatar o processo de evolução da piscicultura no estado do Amazonas e também apresentar os impactos socioeconômicos e ambientais da adoção de tecnologias recomendadas pela Embrapa. Para isso a pesquisa foi dividida em duas partes: 1) levantamento de dados e informações secundárias da piscicultura no estado do Amazonas; e 2) avaliação de impacto das tecnologias indicadas pela Embrapa e adotadas pelos piscicultores. A área escolhida como foco de análises foi o município de Rio Preto da Eva, maior produtor de tambaqui do Brasil.

A evolução da piscicultura no Amazonas priorizou a importância da tecnologia, das instituições de pesquisa, ensino e extensão, como também do piscicultor como um ator que, na medida em que se organiza e fortalece seus laços de cooperação, aumenta seu poder de incidência junto às esferas governamentais e privadas, criando uma sinergia capaz de atrair políticas e incentivo ao desenvolvimento local.

Com a perspectiva de mensurar o impacto da adoção de tecnologia voltada a desenvolver e potencializar a piscicultura, em particular a criação de tambaqui, utilizou-se a metodologia de avaliação de impactos da inovação tecnológica agropecuária, denominada Ambitec-Agro. Ela foi desenvolvida pela Embrapa por meio da utilização de um amplo referencial teórico, presente nos trabalhos de Rodrigues (1998) e Rodrigues et al. (2000, 2002, 2003 e 2003). Para Ávila et al. (2005, p.89), o Ambitec possui uma estrutura simples "que parte da escala local (unidade de área, unidade animal ou estabelecimento) do respectivo segmento ou dimensão do agronegócio em avaliação (agropecuária, produção animal ou agroindústria) e estende-se até a escala de entorno do estabelecimento rural".

Os resultados da avaliação, apresentados neste texto, foram coletados em dez propriedades onde há criação de tambaqui, no município de Rio Preto da Eva, AM.

A escolha da piscicultura, enfatizando a produção de tambaqui, deu-se em razão de ser uma atividade extremamente importante para o Amazonas e que apresenta grandes desafios, tais como: a elaboração de uma política de desenvolvimento consistente e adequada à especificidade da região e a formulação de práticas de governança ambiental e territorial.

Os desafios da piscicultura estão relacionados à necessidade de uma ação estatal capaz de impulsioná-la como opção de produtividade, já que as tecnologias existentes permitem que essa atividade seja realizada em diferentes tipos de propriedade: pequena, média ou grande. Uma opção clara e consistente, ou seja, com políticas públicas e incentivo em consonância com a tecnologia recomendada para o cultivo de peixe, vai garantir alimentos e renda ao agricultor, sem abrir mão da utilização de parâmetros que se coadunem com a sustentabilidade.

Como resultado pode-se comprovar que há aumento da produção de peixe no estado do Amazonas, em particular do tambaqui. O cultivo dessa espécie deve crescer nos últimos anos, principalmente com as novas tecnologias, que ampliam a produtividade por hectare. A geração e recomendação de tecnologias tem permitido ao piscicultor maior produtividade, geração de emprego e renda em condições sustentáveis, ou seja, sem ampliar a área destinada à produção, o que reduz a pressão sobre os recursos naturais. Nesse contexto, a atividade de piscicultura, se planejada e em consonância com as políticas públicas de incentivo e adequada à realidade dos

piscicultores, pode consolidar-se como atividade produtiva fundamental e estratégica capaz de promover desenvolvimento com sustentabilidade na Amazônia.

METODOLOGIA

O presente estudo foi realizado em Rio Preto da Eva, município que tem a maior concentração de piscicultores do estado do Amazonas. Por meio de parceria entre Embrapa, Idam, Sebrae e piscicultores, o município vem recebendo diversas ações de transferência de tecnologias voltadas a potencializar a produção.

Para se apreender o avanço da produção piscícola no estado do Amazonas, realizou-se levantamento de dados secundários, principalmente relacionados à produção e à evolução da pesquisa sobre piscicultura. Esses dados permitiram sistematizar o estágio atual da produção e das tecnologias disponíveis.

Na perspectiva de analisar o potencial da atividade piscícola no desenvolvimento rural e seus efeitos sobre a dinâmica socioeconômica e a sustentabilidade ambiental, realizou-se pesquisa com dez piscicultores que criam peixe comercialmente, considerando também que possuem entre 5 e 25 hectares de lâmina d'agua.

Essa pesquisa contemplou um levantamento, por meio de perguntas semiestruturadas, das principais informações referentes ao piscicultor e à propriedade, como área de cultivo, idade, nível educacional e outros. Para mensurar os impactos sociais, econômicos e ambientais da tecnologia, utilizou-se o sistema Ambitec-Agro, desenvolvido pela Embrapa Meio Ambiente. Esse sistema propõe avaliar impactos ambientais de inovações tecnológicas agropecuárias, por meio de uma plataforma simples e de baixo custo. Segundo Rodrigues et al. (2002), o Ambitec-Agro é um conjunto de matrizes de ponderação multicritério, com indicadores propriamente integrados.

No sistema, os efeitos da adoção tecnológica são verificados com base em entrevistas in loco com agricultores responsáveis pela propriedade. Os dados coletados são inseridos nas matrizes de ponderação como "coeficientes de alteração" padronizados, com valores entre -3 (grande decréscimo no indicador) e +3 (grande acréscimo no indicador), refletindo os efeitos da tecnologia.

Os indicadores são ponderados, considerando sua importância na composição do critério e da escala espacial de ocorrência. Os coeficientes de alteração levantados em

campo são inseridos nas matrizes de ponderação; índices de impacto são calculados para cada indicador e combinados para compor o índice de impacto da tecnologia, que pode variar entre os valores de -15 a + 15, dependendo do impacto gerado pela tecnologia, passível de ser positivo ou negativo.

Com base em Rodrigues et al. (2005), foram realizadas as seguintes etapas: levantamento e coleta dos dados e informações sobre a tecnologia e entrevistas com usuários e especialistas. A coleta foi realizada em duas fontes: entrevistas para coleta de dados primários e pesquisas em base de dados secundários. Com os dados coletados, buscou-se identificar as evidências entre as tecnologias e os impactos (YIN, 2001).

Em campo, foram entrevistados dez agricultores familiares, potenciais multiplicadores da tecnologia. Pode-se dizer que as avaliações de impacto com o método Ambitec-Agro se desenvolvem em três etapas: 1) definição da tecnologia, área geográfica e quantidade de usuários da amostra; 2) levantamento de dados junto ao agricultor, análise dos indicadores e preenchimento das matrizes de ponderação; e 3) avaliação dos índices de desempenho obtidos, interpretação e formulação de relatório com um quadro geral dos impactos negativos para promover impactos positivos decorrentes da tecnologia.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Importância da piscicultura para o Amazonas

A demanda por pescado tem aumentado em ritmo acelerado nos últimos anos, principalmente devido ao surgimento de um consumidor cada vez mais preocupado em adquirir alimento saudável, com "importante fonte de proteína animal e de outros nutrientes essenciais" (FAO). É cada vez maior a demanda de todos os países por carne branca, com baixo teor de gordura e proveniente de sistemas sustentáveis de produção (SUFRAMA, 2003).

Neste contexto, a aquicultura surge como importante atividade para disponibilizar proteína animal para população mundial, que deve alcançar a marca de 9 bilhões em 2050 (FAO, 2016). A importância estratégica da piscicultura[33] na produção

[33] A FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) conceitua a aquicultura como cultivo de organismos aquáticos, como peixes, crustáceos, moluscos e plantas aquáticas. Essa atividade envolve o cultivo de água doce e de água salgada em organismos sob condições controladas. Fazem parte

de alimento, o avanço tecnológico e a demanda crescente fazem com que a atividade seja considerada como "a próxima fronteira mundial na produção de alimentos" (SCHULTER e VIERA FILHO, 2017, p.8).

Para Rocha et al. (2013, p.4), o "Brasil tem grande potencial para a aquicultura, pelas condições naturais, pelo clima favorável e pela sua matriz energética", além de possuir a maior reserva de água doce do mundo (13%), 8,4 mil quilômetros de costa, 10 milhões de hectares de água em represas e espécies nobres (tilápia, tambaqui, pintado, pirarucu, camarão, moluscos) e matéria-prima para ração (milho, soja, farinha de carne e peixes), segundo Gregolin (2017). Tais aspectos torna o País um dos mais promissores para expansão da atividade. De acordo com estimativa da FAO (2016), a produção brasileira crescerá 104% até 2025, maior crescimento das Américas, considerando que o crescimento do México será de 54% e da Argentina, 53%. A produção brasileira, em 2016, foi de 507 mil toneladas (IBGE, 2017)[34].

O plano de desenvolvimento da Amazônia, que traça diretrizes para aquicultura e pesca como um novo paradigma de desenvolvimento sustentável, diz que o Brasil tem condições de produzir 20 milhões de toneladas de pescado, com impacto de U$ 40 bilhões/ano, em nível do setor primário, e U$ 160 bilhões em toda a cadeia. Para Sidonio et al. (2012, p. 437), o Brasil encontra-se atualmente "muito aquém de seu potencial produtivo". Segundo o autor, o País poderia "atingir até 20 milhões de toneladas anuais, atendendo não apenas o consumo interno, mas também uma demanda externa crescente", que nas "projeções da FAO apontam que, até 2030, a demanda por pescado no mundo deve crescer em 40 milhões de toneladas".

Na Amazônia, em particular no estado do Amazonas, a pesca continental é uma importante fonte de proteína animal, além de ser uma atividade econômica que proporciona renda para milhares de comunidades ribeirinhas. Cerdeira et al. (1997, p.216) afirma que "o consumo médio diário per capita de peixe (em peso bruto) foi de 369 g, e o anual, de 135 kg no Médio Amazonas". As informações organizadas por

da agricultura os seguintes cultivos: **piscicultura** (cultivo de peixes); **piscicultura continental** (cultivo de peixes em água doce); **piscicultura marinha** (cultivo de peixes em água marinha); **maricultura** (cultivo de organismos aquáticos marinho-estuarinos); **algicultura** (cultivo de algas); **ostreicultura** (cultivo de ostras); **carcinicultura** (cultivo de camarões) (SEBRAE, 2015).

[34] IBGE. Sistema IBGE de Recuperação Automática – Sidra. Pesquisa Pecuária Municipal. Produção da aquicultura, por tipo de produto. IBGE: 2017f. Disponível em <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/3940#resultado>.Acesso em: 10 fev. 2018.

Batista et al. (2004, p.76) apontam elevado consumo de pescado nas diversas regiões do Amazonas: "490-600g/dia no Baixo Solimões/Alto Amazonas ou 178,9-219kg/ano-1 (BATISTA et al., 1998) e 500-800g/dia no Alto Solimões ou 182,5-292,0kg/ano-1 (FABRÉ & ALONSO, 1998)". Para Batista et al. (2004), a quantidade de pescado consumida no Amazonas é a maior "já registrada no mundo", evidenciando a importância dos recursos para a população da região.

Nesse contexto, percebe-se, também, que os programas desenvolvidos pelas instâncias governamentais, voltados para a piscicultura no estado, ainda se apresentam falhos quanto ao estímulo a fomento da produção, haja vista que o nível de produção no Amazonas, de acordo com o IBGE/2013, é de 15.064.140 t.

O estado do Amazonas tem a maior proporção do Brasil de pessoas de 18 anos ou mais de idade que consomem peixe pelo menos um dia na semana. Isso equivale quase à totalidade da população, 93,2%, bem acima da média nacional (54,6%) e da média regional (77,2%). Os dados fazem parte da primeira Pesquisa Nacional de Saúde (PNS) 2013, divulgada pelo IBGE-2013. De acordo com o Sebrae (2008), o consumo per capita de peixe no Amazonas é de 60 kg de peixe por habitante/ano.

No entanto, segundo Ono (2005, p.1), alguns aspectos dificultam cada vez mais a pesca continental, como: a) estagnação dos volumes de captura, apesar da intensificação do esforço de pesca; b) declínio dos estoques das principais espécies comerciais, como o tambaqui, pirarucu, piramutaba, surubins, dourada, entre outros; c) elevado desperdício ao longo da cadeia produtiva, estimado em cerca de 30% do total capturado; d) aumento das distâncias e do tempo de transporte dos pontos de captura ao desembarque.

Além dos fatores relacionados acima, a pesca continental constitui grande desafio quanto a sua comercialização, já que a "forte sazonalidade da oferta de pescados, enorme diversidade de espécies e falta de padronização, tanto no tamanho quanto na qualidade dos peixes capturados também dificultam o trabalho nos entrepostos que beneficiam o pescado" (ONO, 2005). Esses fatores prejudicam a industrialização e a comercialização das espécies nativas da Amazônia, impossibilitando que as empresas instaladas na região atendam as demandas nacionais e internacionais.

A dificuldade oriunda da sazonalidade e todos os aspectos relacionados à ausência de padronização, estabilidade, distribuição e montante da pesca extrativa

afetam diretamente a disponibilidade do pescado para a população, impactando na oferta e no preço. Neste contexto, a piscicultura surge como uma atividade essencial para equacionar o problema da ausência do pescado para consumo, além de ser uma oportunidade para o produtor desenvolver uma atividade sustentável e ofertar ao consumidor um produto padronizado e de qualidade.

Segundo a Suframa (2003), a piscicultura é uma atividade com possibilidade de produzir "uniformemente durante todo o ano", e que também pode influir "positivamente tanto na regularização da oferta de pescado quanto na atenuação da variação de preços ao longo do ano".

No Amazonas, a piscicultura iniciou em 1980 com a implantação do Programa de Desenvolvimento da Piscicultura. Até então era considerada uma atividade "desnecessária devido à abundância de pescado existente e à falta de expertise disponível" (PAS, 2009, p.9).

O início da piscicultura no Amazonas ocorreu com grande incentivo do governo estadual em todos os processos de desenvolvimento da atividade, como na compra de "alevinos de tambaqui oriundos do nordeste" (ONO, 2005, p.2). Entretanto, a consolidação e expansão dos cultivos necessitavam da oferta contínua de alevinos, o que ocorreu em 1991, quando passou a funcionar a estação de piscicultura de Balbina, no município de Presidente Figueiredo, AM. Segundo a Sepror (2011), há, no estado do Amazonas, 41 unidades de produção de alevinos, sendo 16 públicas e 25 privadas, localizadas nos municípios de: Benjamim Constant, Presidente Figueiredo, Humaitá, Rio Preto da Eva, Manacapuru, Itacoatiara, Santo Antônio do Içá, Iranduba, Urucará, Coari e Autazes (SEPROR, 2011).

Dados da Secretaria Estadual de Produção (Sepror) apontam um crescimento da piscicultura, no Amazonas, de 58% no período de 2010 a 2015. Em 2010, o estado produziu 11.892 t, e em 2015 atingiu 21.413 t. Produção essa oriunda de aproximadamente 3.500 piscicultores (Sepror).

São quatro as modalidades de cultivo no Amazonas: viveiros escavados, barragens, tanques-rede e canais de igarapés. A área de produção por modalidade está estimada em 1.831 ha de lâmina d'água; seguido de 1.732 de barragens e 87.859 de canais de igarapés e 11.076 de tanques-rede.

Tambaqui (*Colossoma macropomum*), matrinxã (*Brycon amazonicus*) e pirarucu (*Arapaima gigas*) são as espécies nativas mais cultivadas no estado. O tambaqui responde por 92% da produção cultivada e disponibilizada no mercado amazonense (SEPROR, 2011). As vantagens de cultivar espécies nativas estão no fato de que elas são "tradicionalmente consumidas pela população brasileira nos seus locais de origem, onde, por terem carnes saborosas, fazem parte da culinária regional" (CPT, 2017)[35].

A demanda por pescado no estado é imensa, mesmo considerando somente a capital, onde a população é estimada em mais de 2 milhões de habitantes (IBGE, 2017). Os dados da Sepror (2011) estimam que são consumidas, no Amazonas, principalmente na região metropolitana, 40 mil toneladas de tambaqui/ano. Demanda que somente é suprida com a importação de 20 mil toneladas de tambaqui, sendo 80% de Rondônia[36], 18% de Roraima e 2% do Acre. Essa produção chega ao consumidor por meio de uma rede que envolve diversos atores de intermediação no Amazonas e nos estados exportadores, e assim abastecem supermercados, feiras e restaurantes das cidades do estado, principalmente Manaus.

O crescimento da demanda no Amazonas, confirmado pela exportação de tambaqui de outros estados da região, mostra a importância de incentivar a adoção da tecnologia já existente, haja vista a necessidade de aprimorar cada vez mais o cultivo de peixe nas propriedades produtoras. Segundo Izel e Crescêncio (2016), pesquisadores da Embrapa, "a piscicultura fornece tambaqui para os consumidores de nosso estado há mais de duas décadas", com fornecimento regular de tambaqui de cativeiro, não somente para "grandes supermercados", com também para "bancas de peixe e feiras livres" já "há mais de 10 anos". Segundo os pesquisadores, a "cada dez tambaquis consumidos no Amazonas, cerca de nove são provenientes do cativeiro".

35 Centro de Produção Técnica sobre o título "Pacu e Tambaqui são nativos do Brasil, lucrativos e fáceis de criar". Disponível em: https://www.cpt.com.br/cursos-criacaodepeixes/artigos/pacu-tambaqui-nativos-brasil-lucrativos-faceis-criar. Acesso em: 1º jan. 2018.

[36] Na região Norte, Rondônia se destaca como o maior produtor de peixes de água doce, cultivando 10.805 ha de lâmina de água, com produção em torno de 64.833 t de pescados por ano, de acordo com estatísticas da Secretaria de Desenvolvimento Ambiental (Sedam). Por mês, um produtor de Itapuã do Oeste, distante 100 quilômetros de Porto Velho, produz 80 t de pescado, entre pirarucu, tambaqui e pintado, que são os mais procurados. Grandes redes de hipermercados do Centro-Sul do País são compradores do peixe rondoniense, que também é vendido para estados como Amazonas, Piauí, Maranhão, Rio de Janeiro, São Paulo e o Distrito Federal.

Tecnologia e inovação para o desenvolvimento agropecuário

Para Santos (2012, p.180), no âmbito agrícola, o desenvolvimento de tecnologia é reflexo das "necessidades do mercado que, cada vez mais, demanda soluções eficientes e complexas". É por isso que a formulação de inovações considera os inúmeros "fatores e atores" de determinada cadeia produtiva. Sendo que esta só se consolida à "medida que os métodos de pesquisa levam em consideração as necessidades dos consumidores finais e associam a ela questões como preservação ambiental, uso racional dos recursos, relação custo-benefício das tecnologias, aplicabilidade e potencial de adoção". Lopes (2010, p.5) compreende que o "progresso técnico – indissoluvelmente ligado aos processos de invenção e de inovação – é, sem dúvida, a principal fonte do crescimento econômico, que sem ele não haverá sustentação para qualquer melhoria nas políticas sociais ou ambientais".

A inovação faz surgir novos processos, produtos e condições para a superação dos problemas existentes. Conforme o Manual de Oslo (1991, p.12), *"*a inovação tecnológica é a introdução de produtos ou processos tecnologicamente novos ou de melhorias significativas em produtos existentes no mercado".

Muñoz (2017, p.148) diz que, no século XXI, a ciência associada com o conceito de tecnologia exerce papel essencial no desenvolvimento da humanidade. Para o autor, graças à ciência e à tecnologia, "a humanidade vem assistindo às inúmeras inovações e se transformando devido a elas, tendo em vista o progresso técnico, que se origina nas mais distintas áreas do conhecimento".

Segundo Canavesi et al. (2017, p.386), a inovação é "algo novo: um produto, um processo, uma nova forma de gestão. Processos que fazem parte da rotina dos agricultores familiares nos seus modos de superação das adversidades, para manter sua reprodução social e dos seus sistemas de produção, e que devem ser sistematizados e potencializados".

O Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura (IICA) diz que a inovação ocorre com a aplicação de novos conhecimentos no processo produtivo ou organizativo. Sendo assim, para o IICA (2014, p.3), a inovação acontece quando há "uma apropriação social de conhecimentos, ideias, práticas e tecnologias. É quando se traduz em uma mudança que seja útil e benéfica no conhecimento produtivo ou organizacional".

Santos (2012, p.176), com base em Silva (1990), diz que, na agricultura brasileira, o "progresso tecnológico vem sofrendo modificações substanciais. Decorrem do emprego de novas formas de produção e, principalmente, da crescente adoção de novas técnicas oriundas do processo de inovação tecnológica". Silva (1995, p. 44), ao abordar a teoria de desenvolvimento econômico que tem como base Schumpeter, diz que é "a inovação tecnológica que dispara o mecanismo que provoca mudanças no comportamento dos agentes econômicos, realoca recursos, destrói métodos de produção tradicionais e muda qualitativamente, a estrutura econômica".

O processo e a adoção tecnológica não ocorrem de forma passiva. Para Conceição (2000, p.4), é necessário que haja um "processo interativo e dinâmico, sujeito a um ambiente organizacional e institucional mutante, que possa gerar e consolidar um paradigma tecnológico", que vai transformar profundamente a dinâmica institucional, organizativa e principalmente as "esferas da produção, do trabalho e dos hábitos das pessoas".

Para Santos et al. (2012, p.180), as tecnologias agrícolas "são o reflexo das necessidades do mercado que, cada vez mais, demanda soluções eficientes e complexas. Sendo assim, o processo de inovação tecnológica, na agricultura, volta-se preferencialmente para a produção de resultados". Vasconcelos e Garcia (2015, p.12) compreendem que a tecnologia designa um conjunto "amplo de técnicas e novos modelos de produção".

No âmbito da piscicultura há uma crescente demanda de pescado por parte do mercado, e a melhor solução é o aprimoramento do sistema de produção de forma que atenda ao interesse da sociedade, como o de produzir, gerando renda e emprego sem impactar negativamente no ambiente. Para isso "os investimentos em pesquisa, desenvolvimento e inovação são fundamentais para elevar o patamar tecnológico e favorecer a competitividade e a sustentabilidade da aquicultura brasileira (ROCHA et al., 2013, p. 4).

Feitas et al. (2015,p.738) lembram que o pescado é um alimento com duas características essenciais a ser observadas: alto valor nutricional e perecibilidade, o que exige um cuidado em todos os processos de produção e comercialização e coloca o investimento em tecnologia com o pressuposto para assegurar a "qualidade e promover

um nicho de mercado, tendo em vista a demanda por produtos de alta qualidade e as questões de risco alimentar".

Para Sidonio et al. (2012,p. 429), há a necessidade de inserir "tecnologia na melhoria das espécies, na geração e seleção de animais sadios e na otimização da taxa de sobrevivência no transporte".

No âmbito da piscicultura, o desenvolvimento de tecnologias tem possibilitado o cultivo de espécies nativas, cada vez mais presentes entre os peixes consumidos no Brasil e no exterior. Essas espécies são principalmente endêmicas "da Amazônia e do Pantanal, como o tambaqui (*Colossoma macropomum*), o pirarucu (*Arapaima gigas*) e o surubim-pintado (*Pseudoplatystoma* spp.)" (ROUTLEDGE,2012, p.6).

Contribuição da Embrapa no desenvolvimento de tecnologias piscícolas: o desenvolvimento do cultivo do tambaqui

A piscicultura, no Amazonas, tem como marco a década 1980. Segundo o IDAM (2011), foram implantados 67 viveiros de barragens, com alevinos capturados na natureza[37]. Essa iniciativa ocorreu a partir da ação conjunta entre "Ministério da Pesca, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa), da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural (Emater), Departamento de Estradas e Rodagens (DER) e os produtores rurais interessados na criação de peixes".

No ínterim entre o início da piscicultura e o lançamento do primeiro documento "Sistema de Produção para Criação de Tambaqui no Estado do Amazonas", em 1992, os agricultores que cultivavam peixe no estado tinham poucas orientações técnicas. Segundo a Emater (1992, p.3), "ao longo de 11 anos de piscicultura extensiva e semi-intensiva, somente 2 folders foram produzidos, ficando a atividade carente de informações técnico-econômicas".

Em 1994, a Embrapa Amazônia Ocidental iniciou suas pesquisas com a piscicultura. A pesquisa partiu de um diagnóstico realizado em 1993, o qual apontava:

> A oferta de peixes em Manaus, em 1993, foi da ordem de 40 mil toneladas, idêntica à de 1983 (Falabela, 1995); Em dez anos (83 a 93), o consumo per

[37] Dez anos após a implantação dos viveiros, em 1990, a piscicultura no estado ganhou um grande incentivo, com a inauguração da estação de piscicultura de Balbina, "resultado de convênio entre governo do estado e a Eletronorte, que por meio da Estação de Piscicultura de Balbina, no município de Presidente Figueiredo, produz alevinos de tambaqui, em torno de 1,5 milhão anual" (FGV-ISAE/SUFRAMA, 2003, p.25).

> capita de peixes na capital amazonense caiu de 60 para 42 kg/ano, considerando-se a mesma oferta e populações diferentes naquelas datas, 650 mil e 950 mil habitantes, respectivamente (Falabela, 1995); Tendência de queda da produção extrativa de pescados, como de resto em todo o mundo; A oferta de tambaqui, em 1993, representou 20% (8 mil toneladas) do total de peixes ofertados, da mesma forma que em 1983 (Falabela, 1995); Tomando como referência o consumo histórico de 60 kg/hab/ano, em 1993 houve um déficit na oferta de peixes, em geral, de 17.000 t e de 3.400 t de tambaqui; Existência de 225 piscicultores (1993) com área média alagada de 1,28 ha, totalizando uma área de 288 ha (Rolim, 1995); Inexistência de agroindústrias produtoras de ração; Pequena oferta de alevinos; Sistema de produção de outras regiões adaptado às condições locais; Pouco conhecimento em áreas básicas da piscicultura, como: nutrição, manejo do cultivo, qualidade da água e sanidade; Baixa produtividade; Piscicultura praticada de forma amadorística. (MELO et al., 2001).

Os primeiros resultados da pesquisa desenvolvida pela Embrapa foram publicados em 2001, no Documento nº 18, intitulado "Criação de Tambaqui (*Colossoma macropomum*) em Viveiros de Argila/Barragens no Estado do Amazonas"[38]. Em 2004, a Embrapa apresentou um segundo resultado de pesquisa no Documento "Criação de tambaqui (*Colossoma macropomum*) em tanques escavados no Estado do Amazonas"[39] e, em 2013, a Circular Técnica 39, "Produção Intensiva de Tambaqui em Tanque Escavados com Aeração[40].

A contribuição da pesquisa pode ser observada no Quadro 1, em que as melhorias desenvolvidas e o manejo do tambaqui possibilitaram: redução do ciclo de produção (só engorda) em 16 meses, taxa de conversão, densidade de engorda (juvenis/m²), aumento da taxa de sobrevivência, que era de 54% em 1991, para 100% em 2013 e rendimento que supera as 20 toneladas/hectare/ciclo.

Quadro1: Evolução do sistema de produção de tambaqui.

	Emater 1992	Embrapa 2001	Embrapa 2004[41]	Embrapa 2013

[38] Autores Luiz Antelmo Silva Melo, Antônio Claudio Uchôa Izel e Francisco Mendes de Rodrigues.
[39] Autores: Antônio Cláudio Uchôa Izel; Luiz Antelmo Silva Melo.
[40] Autores: Antônio Cláudio Uchôa Izel; Roger Crescêncio; Fernanda F. Loureiro de A. O'Sullivan; Edsandra Campos Chagas; Cheila de Lima Boijink e Jhonathan Izel Silva.
[41] Segundo o pesquisador Roger Crescêncio, o sistema lançado em 2004 não está sendo adotado pelos piscicultores, já que foi "um sistema produtivo lançado para produzir peixe menor", e devido à concorrência dos peixes de Rondônia, um peixe maior e melhor absorvido pelo mercado, há uma inviabilização do sistema, ou seja, o mercado não absorve.

Ciclo de produção (meses)	36	12	8	10
Densidade na produção de juvenis (alevinos/m^2)	20	10	10	10-40[42]
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
Taxa de sobrevivência total (%)	54%	76%	95%	100%
Peso médio de venda (kg)	4	2,50 – 3,10	1,80	2,62
Rendimento (kg/ha/ciclo)	10.000	10.075	7.200	21-22

Fonte: Organizado pelos autores, com base nos documentos: Emater (1992); Embrapa (2001), Embrapa (2014) e Embrapa (2013). Algumas informações foram atualizadas com base em entrevista com o pesquisador Roger Crescêncio.

A disponibilização de tecnologia e sua adoção pelos agricultores têm possibilitado a ampliação do cultivo de tambaqui no estado do Amazonas. As estimativas da Sepror preveem que a produção amazonense de peixe cultivado em 2018 alcance a marca de 63 mil toneladas, sendo 92% tambaqui. Com o desenvolvimento da pesquisa alcançou-se, com a criação do tambaqui, as características desejáveis do peixe comercial: ter boa aceitação no mercado; apresentar boa conversão alimentar; ser facilmente propagável, natural ou artificialmente (reprodução em condições de cativeiro); adaptar-se a diferentes sistemas produtivos e altas densidades e também a diferentes climas; apresentar alta rusticidade; possuir ciclo mais curto; ter bom crescimento em condições de cativeiro; ser resistente ao manejo intensivo; apresentar alto valor comercial e aceitar ração, se for carnívoro; ter ausência de espinha na carne; ter carne com bom sabor e textura; possibilitar várias formas de preparo, ou seja, apresentar versatilidade gastronômica.

O impacto da tecnologia não ocorreu apenas no fator produtivo e na renda, já que há ganho maior em tonelada por hectare, em um ciclo de tempo menor. A tecnologia reduz a utilização de área, evitando a expansão da atividade sobre os recursos naturais, principalmente a floresta, aspecto central quando o cultivo é realizado na Amazonas. Porém, cabe ressaltar que o piscicultor, para alcançar tais resultados, precisa utilizar em seu cultivo todas as técnicas e orientação preconizadas no sistema de

[42] Para atingir 40 é necessária a utilização de aeração.

produção recomendado pela Embrapa. Essa é a garantia de maior produção, sem ampliar os custos correntes e permanentes, e com baixo impacto sobre o ambiente.

A piscicultura do tambaqui em Rio Preto da Eva

Segundo o Instituto de Desenvolvimento Agropecuário e Florestal Sustentável do Estado do Amazonas (IDAM), existem, no município de Rio Preto da Eva, aproximadamente 370 piscicultores, desenvolvendo a piscicultura em uma área de 470 h de lâmina d'água.

Martins Jr. (2009) indica que 69,5% dos produtores possuem área de até 1 ha de lâmina d'agua e são considerados pequenos produtores, que desenvolvem a atividade com objetivo de atender o consumo da família e a comercialização; 1,3% dos produtores tem áreas maiores que 25 ha; 25,3% possuem entre 1 e 5 ha e outros 3,9%, entre 5 e 25 ha.

No município de Rio Preto da Eva, o sistema de criação ocorre em barragens, viveiros escavados, canais de igarapé e tanques-rede, e, segundo Martins (2009), há em muitas propriedades mais de um sistema de produção. Em 2013, o município respondia por 31% da produção do estado e, em 2016, passou a responder por 54%, como mostra o Quadro 2, a seguir.

Quadro 2: Produção e participação de Rio Preto da Eva no Amazonas.

	2013		2014		2015		2016	
	Produção	%	Produção	%	Produção	%	Produção	%
Amazonas	11.563,840	100	13.085,010	100	14.450,200	100	13.438,442	100
Rio Preto da Eva	3.592,00	31	7.307	56	7.580,00	52	7.280,00	54

Fonte: IBGE (2017).

No período de 2013-2016, o crescimento da produção de tambaqui no Amazonas foi de 16,21%; somente no município de Rio Preto da Eva essa taxa cresceu para 102,67%, em razão da adesão dos piscicultores às inovações tecnológicas, o que tem elevado os índices de produtividade. No município há um piscicultor que é referência em produção. Sozinho, ele produz 22 t/ha, com auxílio de aeradores, que melhoram a oxigenação da água.

Quadro 3: Crescimento da produção de peixe no município de Rio Preto da Eva.

	2013	2016	Variação
Amazonas	11.563,84	13.438,44	16,21%
Rio Preto da Eva	3.592,00	7.280,00	102,67%

Fonte: IBGE, 2017.

Os fatores que, provavelmente, estão relacionados ao crescimento da piscicultura no município de Rio Preto da Eva são: adoção de tecnologia no processo de criação de tambaqui; maior facilidade em acessar informações e assessoria técnica da Embrapa, do Idam e da Ufam, associação e cooperação entre os piscicultores, principalmente, no processo de comercialização. Há, no município, uma fábrica de ração e criadores de alevinos. Todo esse conjunto de fatores, atrelado à proximidade com o maior mercado consumidor do estado, no caso Manaus, favorece o desenvolvimento da piscicultura na região metropolitana.

Acesso à tecnologia e informação são requisitos essenciais para o avanço da piscicultura. Esse acesso tem ocorrido tanto nas atividades de campo como nas visitas e produção técnico-científicas da Embrapa, da Ufam, do Ifam, Sebrae e Idam. Essas instituições, há tempo, desenvolvem trabalhos em prol da piscicultura no estado do Amazonas, envolvendo grande número de piscicultores em suas atividades, tanto em desenvolvimento de pesquisa quanto em transferência de tecnologia e extensão rural. De acordo com as entrevistas realizadas, 70% dos piscicultores passaram a conhecer a tecnologia a partir das suas relações com os pesquisadores ou extensionistas, por meio de ações de transferência de tecnologias.

Os aspectos organizativos entre os piscicultores são processos ainda embrionários, do ponto de vista legal. A associação dos piscicultores independente é formalmente nova, porém já há um longo período de interação e cooperação entre os piscicultores, pesquisadores, comerciantes e extensionistas, organizada em torno da criação de peixe. Essa rede, de maneira informal, permite a circulação de serviços, conhecimento e capacitação. A homogeneidade da rede permite que os piscicultores tenham acesso ao mercado, ao conhecimento e às informações como, por exemplo, insumos essenciais para o desenvolvimento da atividade.

Na verdade, a existência de piscicultores com acesso a tecnologias, empresas de produção de ração e criadores de alevinos, como acontece no município, formam um conjunto de elementos capaz de criar uma sinergia em torno da atividade, o que envolve a questão econômica, política e social. Esse arranjo subsidia os gestores públicos em formulação de políticas públicas, buscando aperfeiçoar o sistema de produção na perspectiva de gerar emprego, principalmente quando se trata de uma atividade com forte impacto na economia do estado. É importante ressaltar que esse arranjo avança com o fortalecimento da organização dos piscicultores. Atualmente 80% dos piscicultores estão filiados em alguma organização voltada a fortalecer e desenvolver o setor primário.

Outro aspecto a ser considerado é o perfil socioeconômico dos piscicultores entrevistados. A média de idade é 39 anos, com perfil empreendedor, o que configura um produtor com ânimo e disposição para desenvolver a atividade e aberto a novas tecnologias. Em relação à escolaridade, 40% possuem nível fundamental; 40%, ensino médio; e 20%, nível superior, o que facilita o acesso à informação e ao conhecimento. Essa escolaridade é superior à existente em outras atividades agropecuárias no Amazonas.

Os piscicultores também buscaram as condições exigidas para acessarem incentivos governamentais: 80% possuem o título da terra; 90%, o cadastro ambiental rural; e 70%, carteira de produtor. Entre os entrevistados, 70% já acessaram ou acessam linhas de créditos para incrementar a atividade produtiva da criação de peixe.

Indicadores de impactos da adoção de tecnologias no município de Rio Preto da Eva

A mensuração dos impactos decorrentes da adoção de tecnologias mostra como ela vem modificando a dinâmica da propriedade e consequentemente influenciando nas dimensões socioeconômicas e ambientais.

O Quadro 4 apresenta os coeficientes de 12 indicadores, ou seja, é uma média geral dos impactos sociais gerados a partir da adoção da tecnologia. Nesse quadro, observa-se que seis indicadores alcançam um coeficiente maior que 8,0. Sendo um relacionado ao aspecto emprego: indicador emprego (8,18); dois ligados ao aspecto renda: geração de renda (14,38) e valor da propriedade (9,61); um ao aspecto saúde:

segurança alimentar (10,58); e dois ao aspecto gestão e administração: dedicação e perfil do responsável (9,82) e gestão de insumos químicos (8,21).

Considerando ainda os resultados presentes no Quadro 4, observa-se que três indicadores possuem coeficientes superiores a 5,0, como qualidade e oferta de trabalho (5,54) e qualidade do emprego (6,94), no aspecto emprego; diversidade de fonte de renda (5,54), no aspecto renda; e relacionamento institucional (7,23) no aspecto gestão e administração. Quatro indicadores apresentam coeficiente abaixo de 5,0. São eles: saúde ambiental e pessoal (0,39) e segurança e saúde ocupacional (0,85), no aspecto saúde; e condição de comercialização (4,13) e disposição de resíduos (4,13).

Os indicadores expressam os efeitos da tecnologia no desenvolvimento da cultura. E, considerando os coeficientes, é possível observar que a renda é um fator que mostra grande positividade, alcançando o coeficiente de 14,38. Como consequência da renda têm-se os investimentos na propriedade, desencadeando o aumento do coeficiente de 9,61, a maior dedicação e perfil do responsável, 19,82. Isso evidencia que a atividade é capaz de tornar a propriedade um espaço produtivo onde o piscicultor pode garantir o rendimento necessário para sua reprodução.

Ainda como consequência do acesso à renda, pode-se inserir o indicador segurança alimentar (10,58) como contribuição da tecnologia para equacionar fatores relacionados à oferta e demanda de alimento para o piscicultor e a sociedade.

O fator renda e as informações adquiridas em atividade de entidades públicas vinculadas ao setor rural, como também o desenvolvimento da renda, fazem com que o piscicultor tenha maior cuidado com a gestão dos insumos químicos, o que é comprovado no coeficiente de 8,21.

Os indicadores qualidade e oferta de trabalho (5,54), qualidade do emprego (6,94), diversidade de fonte de renda (5,54) e relacionamento institucional (7,23), nos aspectos gestão e administração, atingiram coeficiente superior a 5,0, mostrando que o potencial da tecnologia em gerar renda é médio, porém com possibilidade de fixar funcionários, como no caso dos gerentes, presente em 80% das fazendas; como também ampliar o número de trabalhadores temporários. Para se ter ideia, são em média 255 diárias por ano contratadas por propriedade, ao custo de R$ 45,00 o dia de trabalho. Com relação à diversificação da fonte de renda, com o coeficiente de 5,54, é possível

observar que há o incentivo a outras atividades produtivas nas propriedades, porém a piscicultura é a principal atividade na maioria dos casos.

O indicador relacionamento institucional (7,23) confirma a grande articulação entre piscicultor e instituições de pesquisa, ensino e extensão rural, como também com as organizações da sociedade civil, principalmente a associação.

Em relação aos indicadores que estão abaixo de 5,0, estes representam também os desafios vivenciados no desenvolvimento da atividade, como saúde ambiental e pessoal (0,39) e segurança e saúde ocupacional (0,85), no aspecto saúde. Esses indicadores apresentaram coeficientes positivos, podendo-se atribuir a percepção dos entrevistados à exposição dos trabalhadores a condições insalubres inerentes à atividade no momento da despesca. É um fato que precisa avançar, de forma a aperfeiçoar cada vez mais, principalmente quando se relaciona ao crescimento individual do piscicultor. O indicador disposição de resíduos apresentou impacto moderado com coeficiente de 4,13, indicando uma oportunidade de melhoria no manejo, principalmente quando acontece a limpeza dos tanques, e a integração dos insumos orgânicos oriundos dos tanques serem potencializados em outras atividades na propriedade.

Por último, a condição de comercialização (4,13), que reflete o fato de a produção ser comercializada diretamente aos supermercados e frigoríficos, e que há uma interação entre os produtores para comercializar conjuntamente a produção. A comercialização feita de forma individual, apesar de garantir um bom preço ao piscicultor, reduz o poder de barganha deste junto aos compradores.

A partir dos indicadores foi gerado o índice geral de impacto social da tecnologia que foi de 7,67, considerado moderado na escala de -15 a 15. Entretanto, a tecnologia tem-se demonstrado primordial para o desenvolvimento da piscicultura no estado do Amazonas, principalmente a oferta do pescado no mercado, renda ao produtor e desenvolvimento rural.

Quadro 4: Impactos sociais decorrentes da adoção tecnológica

Aspecto	Indicador	Coeficiente
Emprego	Emprego	8,18
	Qualidade e oferta de trabalho	5,54
	Qualidade do emprego	6,94

Aspecto Renda	Geração de renda do estabelecimento	14,38
	Diversidade de fonte de renda	5,54
	Valor da propriedade	9,61
Aspecto Saúde	Saúde ambiental e pessoal	0,39
	Segurança e saúde ocupacional	0,85
	Segurança alimentar	10,58
Aspecto Gestão e Administração	Dedicação e perfil do responsável	9,82
	Condição de comercialização	4,36
	Disposição de resíduos	4,13
	Gestão de insumos químicos	8,21
	Relacionamento institucional	7,23
Média geral	**Índice de Impacto Social**	**7,67**

Fonte: Pesquisa de campo, 2016

Os impactos ambientais da adoção tecnológica são apresentados em 12 indicadores, além de índice médio de impacto ambiental (Quadro 5). Os coeficientes de impacto "uso de insumos agrícolas e recursos" e "uso de insumos veterinários e matéria-prima" foram negativos (-1,31 e -3,00), indicando que, mesmo adotando a tecnologia recomendada pela Embrapa, o produtor ainda não segue todas as orientações de manejo do sistema de produção, acarretando a percepção de que a tecnologia aumenta o uso de insumos quando comparada à tecnologia anterior. O uso de energia elétrica para bombear a água no tanque foi considerado um impacto negativo para o uso da tecnologia, apresentando a esse indicador um índice de -10,90, considerado elevado, porém este processo é imprescindível com para o uso da aeração, que positivamente intensifica a produção.

No aspecto qualidade ambiental, o indicador de emissão à atmosfera obteve índice negativo de -0,35, possivelmente decorrente da utilização de roçadeira a gasolina para limpeza das plantas invasoras ao redor dos tanques. O indicador relacionado à qualidade do solo não apresentou nenhuma variação, permanecendo inalterado. Já a qualidade da água apresentou coeficiente positivo de 0,08. Nos indicadores conservação da biodiversidade (8,63) e recuperação ambiental (6,05), é importante destacar sua representação na indicação da contribuição da tecnologia para a manutenção da floresta, com a diminuição da necessidade de se avançar para novas áreas, plantios muitas vezes

itinerantes e o fato de os produtores implantarem novos tanques em áreas degradadas, contribuindo para recuperação ambiental.

No aspecto respeito ao consumidor, o indicador *qualidade do produto* alcançou coeficiente 7,22, mostrando que o piscicultor compreende cada vez mais que com o uso da tecnologia há garantia de um padrão de qualidade na oferta do produto ao cliente, valorizando a produção.

Em relação ao capital social, o coeficiente positivo de 5,13 demonstra que há uma rede de articulação entre os produtos, que aos poucos vem sendo fortalecida com a organização de uma associação, que deve ampliar o poder de barganha dos piscicultores junto ao poder público e ao setor privado. O indicador bem-estar e saúde alimentar animal, com um coeficiente de 8,16, evidencia que há uma preocupação com as condições de criação, como a água e a qualidade do alimento, como também implementação de ações que reduzam o estresse dos peixes nos tanques escavados.

Quadro 5: Impactos ambientais decorrentes da adoção tecnológica.

Aspecto	**Indicador**	**Coeficiente**
Eficiência Tecnológica	Uso de insumos agrícolas e recursos	-1,31
	Uso de insumos veterinários e matéria-prima	-3,00
	Consumo de energia	-10,90
	Geração própria, aproveitamento, reúso e autonomia	0,10
Qualidade ambiental	Emissões à atmosfera	- 0,35
	Qualidade do solo	0,00
	Qualidade da água	0,08
	Conservação da biodiversidade	8,63
	Recuperação ambiental	6,63
Respeito ao consumidor	Qualidade do produto	7,22
	Capital social	5,13
	Bem-estar e saúde alimentar animal	8,16
Média geral	**Índice de Impacto Ambiental**	**- 0,97**

Fonte: Pesquisa de campo, 2016

A partir dos indicadores que compõem a Avaliação de Impactos Ambientais obteve-se índice geral de impacto negativo de -0,97, em uma escala de impacto de -15 a 15. Esse índice, mesmo negativo, é considerado mínimo quando se analisa todo o contexto de inserção da tecnologia e seus benefícios em toda a cadeia de criação de tambaqui. No entanto, essas informações são de extrema importância para subsidiar orientações para melhoria dos sistemas de produção junto aos produtores e também oportunidade de aperfeiçoamento da tecnologia por meio de novas pesquisas.

Os indicadores demonstram grande contribuição da tecnologia ao sistema de produção de tambaqui. Essa contribuição pode ser observada pelos coeficientes dos indicadores relacionados às dimensões econômica, social e ambiental.

É preciso considerar que a tecnologia é um dos fatores que pode contribuir para o desenvolvimento rural do Amazonas. Além dela são necessárias políticas públicas voltadas para incentivar a produção, comercialização e a formação dos agricultores. Outro aspecto fundamental é a organização e o empoderamento dos piscicultores, tornando-os agentes ativos, capazes de, junto às esferas públicas e privadas, buscar aprimorar cada vez mais as políticas e contribuir para a melhoria do mundo rural em um espaço capaz de proporcionar o bem-estar a todos que nele vivem e dele dependem.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A piscicultura, no município de Rio Preto da Eva, AM, tem sido uma atividade em permanente expansão. A disponibilização de tecnologia, que eleva a produtividade, assim como o apoio das instituições de ensino, pesquisa e extensão, por meio de suporte e incentivo à produção, e a existência de um arranjo organizativo dos piscicultores que viabilizam ações pontuais, visam reduzir as barreiras que limitam o desenvolvimento da atividade de cultivo de peixe no município.

O estudo da literatura e dos dados secundários mostrou que a utilização de tecnologias contribui para o crescimento da produção de tambaqui cultivado, possibilitando o aumento da produção sem necessariamente necessitar de maior aporte para infraestrutura e novos gastos correntes, e principalmente, na abertura de novos tanques, ou seja, o crescimento produtivo não significou a ampliação da pressão sobre o meio ambiente.

A avaliação tecnológica realizada por meio do Ambitec mostrou que, quando o piscicultor adota a tecnologia, ele amplia seus ganhos, principalmente em renda, o que significa maior acesso à alimentação, investimento na propriedade, aquisição de bens de consumo durável, entre outros. Porém, não é somente a renda que indica o potencial da tecnologia para a atividade. O sucesso da tecnologia está na oferta de trabalho e emprego na propriedade, como também na redução da pressão sobre o ambiente amazônico, já que garante eficiência e eficácia sobre os recursos em utilização.

A piscicultura, cada vez mais, se torna uma atividade com potencial de contribuir com o desenvolvimento rural, principalmente com a incorporação de tecnologias que incrementam a produção, geram renda, sem ampliar os impactos sobre o meio ambiente. Tal condição permite que a atividade possa ser implantada em outros municípios e contribua diretamente para a produção de alimentos para a população do Amazonas.

Portanto, a reflexão sobre a piscicultura é um exercício cada vez mais importante para o desenvolvimento do setor primário no estado do Amazonas, tanto com agricultores familiares como com produtores com características empresariais. Essas reflexões precisam ser capazes de contribuir para o aperfeiçoamento do modelo de cultivo, disponibilizando elementos voltados para adequar a atividade às especificidades locais, fortalecendo os piscicultores e também reduzindo os impactos negativos sobre o ambiente amazônico.

REFERENCIAS

ÁVILA,A.F.D.; MAGALHÕES,M.C.; VEDOVOT,G.L.; IRIAS.J.M.; RODRIGUES,G.S. Impactos econômicos, sociais e ambientais dos investimentos na Embrapa. **Revista Política Agrícola**. Brasília**:** Publicação Trimestral, Ano XIV, v.4, p 86-101.2005.

BATISTA, V. S.; ISAAC, V. J.; VIANA, J. P. Exploracao e manejo dos recursos pesqueiros da Amazonia. In: RUFFINO, M. L (Org.). **A pesca e os recursos pesqueiros na Amazônia brasileira**. Manaus: Ibama/ProVarzea, 2004. ISBN 85-7401-124-X

CANAVESI, Flaviane de Carvalho; BIANCHINI, Valter; SILVA, Hur Ben Corrêa da. Inovação Na Agricultura Familiar No Contexto Da Extensão Rural E Da Transição Agroecológica. In: SAMBUICHI, Regina Helena Rosa; MOURA, Iracema Ferreira de;

MATTOS, Luciano Mansor de; ÁVILA,M.L.;SPÍNOLA,P.A.C.; SILVA,A.P.M. **A Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica no Brasil:** Uma trajetória de luta pelo desenvolvimento rural sustentável. Brasília: **IPEA**, p. 383-402. 2017.

CERDEIRA, R.G.; RUFINO, M.L.; ISAAC, V.J.;. Consumo de pescado e outros alimentos pela população ribeirinha do Lago Grande de Monte Alegre: PA-Brasil : REVISTA ACTA AMAZONICA 27(3): 213-228.1997.

CONCEIÇÃO, O.A.C. A centralidade do conceito de inovação tecnológica no processo de mudança estrutural. In: **Ensaios FEE, Porto Alegre**, v.21, n.2, 2000. (falta o número da pagina)

CRESÊNCIO; IZEL. Comam tambaqui!. Disponível em http://thomazrural.blogspot.com.br/2015/09/comam-tambaqui-artigo-do-roger-e-izel.html. Acessado em 02 de Fev de 2016.

FAO. 2016. *El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2016. Contribucion **a la seguridade alimentaria y la nutricion para todos***. Roma. 224pp.

EMATER-AM. Sistema de produção para criação de tambaqui no Estado do Amazonas. Manaus: Governo do Estado, 1992. 35 p.

FREITAS et al. **Aquicultura no Brasil: novas perspectivas**. São Carlos: Pedro & João Editores. v.2, p. 2015.

FRANCO, C. F. de Oliveira. **Dinâmica da Difusão de Tecnologia no Sistema Produtivo da Agricultura Brasileira.** Embrapa/Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba S.A. (EMEPA-PB), 2002. Disponível em: <http://www .emepa.org.br/anais/volume2/av210.pdf> Acesso em: 10 jun. 2016.

FREITAS,A.A de; MARCEL,E.S.; KATO, H.C. de A. **Percepção do consumo de pescado: inovação e tecnologia.** In: Aquicultura no Brasil: novas perspectivas. Vol. 2, cap. 35. São Carlos, Pedro e João Editores, 2015, 345 p. (Orgs.) Marcos Tavares Dias; Wagner dos Santos Mariano.

IICA – Instituto Interamericano De Cooperación Para La Agricultura. **La inovación en la agricultura**: un proceso clavepara el desarrollo sostenible. Posicionamiento institucional. Costa Rica: IICA, 2014.

IBGE- Instituto Brasileiro De Geografia E Estatística- Instituto Brasileiro De Geografia e Estatística. **Dados sobre População do Brasil**, 2012.

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

LOPES.A.C.V. ; SEREIA.V.J.; NOHARA, J.J,; STAL, Eva. Uma Trajetória de Sucesso na Piscicultura: Construindo uma Empresa Sustentável Utilizando a Capacidade Coletiva de Inovação. In: **XIII Seminario em Administração- SemeAd**. 2010.

MARTINS JR, H. **Caracterização da piscicultura do tambaqui (colossoma macropomum) e dos seus efluentes na despesca**: Subsídios para a implementação das boas práticas de manejo da piscicultura no município de Rio Preto D Eva/AM. 2009.

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.

MUNOZ, E.F.P.; MUNOZ, A.E.P. A inovação social para o desenvolvimento rural: desafios para as instituições brasileiras. In: **Revista Brasileira de Tecnologia Agropecuária** . v. 1, n. 2, 2017.

NODA, H.; NODA S. e MARTINS, A. L. U. Segurança alimentar: importância das formas não monetárias de acesso ao alimento nas comunidades tradicionais do Alto Solimões, In: FRAXE, T. J. P.; WITKOSKI, A. C. e PEREIRA, H. S. **Amazônia**: **cultura material e imaterial**. Manaus: Edua. 2011.

ONO, Eduardo Akifumi. **Cultivar peixes na Amazônia: Possibilidade ou Utopia?** Disponível em: http://www.panoramadaaquicultura.com.br/paginas/Revistas/90/Amazonia90.asp. Acesso: 27 abr.2 017.

OSLO MANUAL, 1991. Disponível em: http://www.oecd.org>. Acesso em: 20 set. 2017.

PANTOJA-LIMA, J. et al. **Pesquisa e transferência de tecnologia aliadas para o desenvolvimento da aquicultura no Estado do Amazonas**. In: Aquicultura no Brasil: novas perspectivas. Vol. 2, cap. 35. São Carlos, Pedro e João Editores, 2015, 345 p. (Orgs.) Marcos Tavares Dias; Wagner dos Santos Mariano.
Plano Amazônia Sustentável de Aquicultura e Pesca- PASAP/SEAP/PR. Abril, 2009.

REDE INTERAGENCIAL DE INFORMACOES PARA A SAÚDE**- RIPSA**. Taxa de prevalência de déficit ponderal para a Idade em crianças menores de cinco anos de idade. Data de acesso: 12 fev.2018. Disponível em: http://www.ripsa.org.br/fichasIDB/pdf/ficha_D.17.pdf.

ROCHA,C.M.C.; RESENDE, E.K.; ROUTLEDGE, E.A.B.; LUNDSTEDT, L.M. Avanços na pesquisa e no desenvolvimento da aquicultura brasileira. In: **Pesquisa Agropecuaria Brasileira,** v.48,n.8,p.iv-vi, ago.2013.

RODRIGUES, G. S. Avaliação **de impactos ambientais em projetos de pesquisas: fundamentos, princípios e introdução à metodologia. Jaguariúna**: Embrapa Meio Ambiente, 1998. 66 p. (Embrapa Meio Ambiente. Documentos 14)

RODRIGUES, G.S.; CAMPANHOLA, C.; KITAMURA, P.C. Avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica agropecuária: um sistema de avaliação para o

contexto institucional de P&D. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 19, n. 3, p. 349-375, 2002.

RODRIGUES, G.S.; CAMPANHOLA, C.; KITAMURA, P.C.; IRIAS, L.J.M.; RODRIGUES, I.A. **Sistema de Avaliação de Impacto Social da Inovação Tecnológica Agropecuária (Ambitec-Social)**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente**. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento***,* p 30-35. 2005.

ROUTLEDGE, E. A. B. **A importância da pesquisa para o desenvolvimento da cadeia produtiva da aquicultura**, 2012.

SANTOS, J. A. M. dos; TAVARES, M. C.; VASCONCELOS, M. C. R. L.; AFONSO, T.. O processo de inovação tecnológica na Embrapa e na Embrapa Agrobiologia: desafios e perspectivas. *Perspect. ciênc. inf.* vol.17, n.4, 2012.

SCHULTER, E,P.;VIEIRA FILHO,J,.E.R. Evolução da piscicultura no Brasil: diagnóstico e desenvolvimento da cadeia produtiva de tilápiaTexto para discussão / Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.- Brasília : Rio de Janeiro : Ipea , 2017.

SIDONIO, L. *et al.* Panorama da aquicultura no Brasil: desafios e oportunidades. **BNDES Setorial**, n. 35, p. 421-463, 2011. Disponível em: <http://www.polypus.com.br/proenca/ curso/artigo_BNDS.pdf>.

SILVA, C.R.L.da. **Inovação tecnológica e distribuição de renda: impacto distributivo dos ganhos de produtividade da agricultura brasileira.** São Paulo: IEA, 1995.

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

SIMIONI, Flavio Jose.; BINOTTO, N.H.E. Fatores indutores à inovação tecnológica da indústria madeireira da região de lages/sc. **Rai – Revista de Administração e Inovação** ISSN: 1809-2039 2015.

TASSIA, T. ESTEVAO-RODRIGUES, Jackson Pantoja Lima y Tamara Daiane Estevao- Rodrigues (2017): "Piscicultura familiar, assistência técnica e praticas de manejo colheita e pos colheita: estudo de caso da região metropolitana de Manaus-Amazonas, Brasil", **Revista Observatorio la Economia Lationamericana, Brasil.(brasil 2017).** En linea: http: //www.eumed.net/cursecon/ecolat/br/piscicultura.html

YIN, R. K. **Estudo de caso**: planejamento e métodos. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.