

Avaliação dos impactos sociais, econômicos e ambientais do SITE Aqüicultura

RESUMO

Este artigo tem como objetivo avaliar os impactos sociais, econômicos e ambientais do Sistema de Inteligência Territorial Estratégica (SITE Aqüicultura) por meio da metodologia do Ambitec-TICs. Ao analisar as contribuições socioambientais e econômicas em 65 indicadores, conclui-se que o SITE Aqüicultura tem impactado positivamente, em relação ao desenvolvimento de diversos segmentos e atividades aquícolas. Na dimensão ambiental, a plataforma disponibiliza informações sobre regulamentos e legislações que subsidiam a elaboração de projetos e pesquisas aquícolas, contribuindo para a qualificação do processo decisório nos setores público e privado. No âmbito econômico, observa-se potencial de melhoria da produtividade, da rentabilidade e da eficiência no acesso e na adoção de dados e informações relevantes para o cultivo. Já na dimensão social, os resultados indicam um impacto favorável associado à qualidade das informações disponibilizadas pela plataforma, reforçando seu papel no apoio à disseminação do conhecimento e à tomada de decisão qualificada.

PALAVRAS-CHAVE: Políticas públicas. Cadeia aquícola. Tecnologias da Informação e Comunicação. Transferência de Tecnologia. GeoWeb.

Diego Neves de Sousa

Embrapa Pesca e Aquicultura,
Palmas, Tocantins, Brasil
diegocoop@hotmail.com

Lauro Rodrigues Nogueira Junior

Embrapa Territorial, Campinas,
São Paulo, Brasil
lauro.nogueira@embrapa.br

Daniel Chaves Webber

Embrapa Clima Temperado,
Pelotas, Rio Grande do Sul,
Brasil
daniel.webber@embrapa.br

Andrea Elena Pizarro Muñoz

Embrapa Pesca e Aquicultura,
Palmas, Tocantins, Brasil
andrea.munoz@embrapa.br

Janice Freitas Leivas

Embrapa Territorial, Campinas,
São Paulo, Brasil
janice.leivas@embrapa.br

Daniela Tatiane de Souza

Embrapa Territorial, Campinas,
São Paulo, Brasil
daniela.souza@embrapa.br

Roberto Manolio Valladao Flores

Embrapa Pesca e Aquicultura,
Palmas, Tocantins, Brasil
roberto.valladao@embrapa.br

Marta Eichemberger Ummus

Embrapa Pesca e Aquicultura,
Palmas, Tocantins, Brasil
marta.umus@embrapa.br

Igor Feitosa Lacorte Ayroza

Embrapa Pesca e Aquicultura,
Palmas, Tocantins, Brasil
igor.ayroza@embrapa.br

INTRODUÇÃO

O pescado é uma das proteínas animais mais produzidas e consumidas no mundo, sendo cada vez mais proveniente da aquicultura, uma vez que os recursos pesqueiros têm decaído ao longo do tempo (FAO, 2022). No Brasil, apesar do desenvolvimento relativamente recente em relação a outras cadeias de proteína animal mais consolidadas, como a de bovinos, suínos e aves, cujo consumo per capita é superior ao de pescado (IBGE 2022), a aquicultura tem apresentado crescimento robusto na última década (2014-2023), em média 5,325% ao ano, segundo a Associação Brasileira da Piscicultura (PEIXE BR). A produção brasileira de peixes de cultivo tem na tilápia-nilótica (*Oreochromis niloticus*) seu maior expoente, representando 65% de toda a produção. O Paraná é o estado com maior produção (209.500 t), seguido respectivamente por São Paulo (75.700 t), Minas Gerais (58.200 t), Santa Catarina (44.600 t), Maranhão (59.600 t), Rondônia (55.380 t), Mato Grosso (45.700 t), Mato Grosso do Sul, Bahia (37.050 t de peixes de consumo) e Pernambuco (35.750 t de peixes de consumo) (PEIXE BR, 2026).

Esse cenário é resultado da combinação de fatores propícios à produção, como clima, disponibilidade hídrica, de insumos para produção de ração, arcabouço institucional e regulatório para produção e avanço da pesquisa aquícola com foco em práticas sustentáveis. Além da crescente demanda interna por pescado, associada ao consumo de proteína saudável e, externa, devido ao melhor atendimento a requisitos de exportação para mercados mais exigentes por parte dos produtores (Valenti et al., 2021; Sousa, Costa; 2025; Ummus et al., 2025).

Além da tilápia, a cadeia nacional de valor da aquicultura envolve o cultivo de organismos aquáticos marinhos e de água doce, como peixes, crustáceos, moluscos, algas, sendo o camarão branco do pacífico (*Litopenaeus vannamei*) outro importante organismo cultivado principalmente nas regiões Nordeste e Sul do país (Valenti et al., 2021). A cadeia nacional aquícola é bastante diversificada (Figura 1) e engloba instituições governamentais que regulamentam e fomentam a atividade produtiva, como bancos e entidades de crédito públicas e privadas; empresas que produzem ou importam insumos, como ração, formas jovens (alevinos e pós-larvas), medicamentos, dentre outros; além de equipamentos e máquinas. A engorda do pescado é a principal atividade que une a cadeia, e, em torno dela, conectam-se grupos como produtores familiares, produtores médios, grandes empresas, cooperativas e conglomerados agropecuários. Outros segmentos envolvidos estão o beneficiamento, composto por entrepostos de pescado, processamento de subprodutos e resíduos, seguido dos canais de comercialização, desde feiras livres e peixarias, atravessadores, supermercados, restaurantes e trades exportadoras. O serviço de extensão rural ocupa papel importante na cadeia, oferecendo orientação e acompanhamento técnico aos produtores, bem como a pesquisa científica desenvolvida em institutos, empresas e universidades e a prestação de serviços por empresas de consultoria (Muñoz et al., 2017; Oliveira et al., 2025).

Figura 1. Representação do ciclo produtivo da cadeia nacional de produção aquícola.



Elaborado por: Daniel Chaves Webber, 2011.

O Sistema de Inteligência Territorial Estratégica em Aquicultura (SITE Aquicultura), desenvolvido pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), constitui uma ferramenta de apoio à tomada de decisão para agentes dos diferentes elos das cadeias de valor da aquicultura, bem como para instituições e órgãos governamentais. O sistema subsidia o direcionamento de investimentos, políticas públicas e programas voltados a esse segmento. Em particular, tem proporcionado maior agilidade e confiabilidade na busca e no acesso a dados e informações do setor aquícola, o que tem repercutido positivamente no planejamento de projetos de aquicultura por extensionistas, no desenvolvimento de estudos por pesquisadores acadêmicos e nos processos de comercialização de produtos e insumos derivados da aquicultura (Ummus et al., 2020).

O Geoweb SITE Aquicultura foi desenvolvido para organizar e possibilitar a análise dos dados e planos de informação, em base territorial, sobre a cadeia aquícola no Brasil. Ele vem para suprir uma lacuna enfrentada ao longo de anos pelo setor, qual seja: a ausência de uma infraestrutura interoperável de dados espaciais que contenha dados organizados para subsidiar a tomada de decisão de agentes da cadeia de valor em relação a investimentos, programas e políticas públicas voltadas para o setor aquícola. Nesse contexto, a partir de um GeoWeb único, diferentes perfis de usuários poderão ter a possibilidade de realizar análises espaciais por meio do cruzamento de camadas de informações e de geração de mapas (Ummus et al., 2020).

O Geoweb contém seis quadros temáticos: Aquícola, Agrário, Agrícola, Natural, Infraestrutura e Socioeconômico. O quadro aquícola contém dados espaciais primários obtidos pelo projeto, dos agentes da cadeia produtiva de

pescado, como órgãos governamentais, instituições de ensino com cursos superiores e técnicos em aquicultura, associações e cooperativas de aquicultores, colônia de pescadores, laboratórios de formas jovens, fábricas de ração e de gelo, unidades de beneficiamento, empresas de consultoria em aquicultura, empresas de produtos para sanidade, de equipamentos para aquicultura e de comercialização de pescados. contém informações sobre a legislação que rege a aquicultura nacional, permitindo que usuários possam consultar o conteúdo de arcabouços legais, tanto ambiental quanto comercial, sendo especializado para subsidiar as atividades aquícolas. As espécies de peixes liberadas para cultivo por unidade geográfica referencial ganharam uma camada espacializada específica a partir do relevante conteúdo legal das Portarias IBAMA nº145 (BRASIL, 1998) e nº 27-03N (BRASIL, 2003), contribuindo na orientação de aquicultores e no controle ambiental dos ambientes onde estes animais aquáticos estejam inseridos (Webber, 2022). Outro plano de informação primário gerado pelo SITE Aquicultura é o mapeamento de viveiros escavados, o qual utilizou metodologia de sensoriamento remoto de forma inédita, a partir da interpretação de imagens de satélite de alta resolução e validação com inúmeras instituições ligadas à aquicultura nacional (Ummus et al., 2020).

Os demais quadros do GeoWeb SITE Aquicultura são compostos por dados espaciais secundários de fontes oficiais, sendo possível fazer análises sobre a dinâmica agropecuária, especialmente da aquicultura, em diferentes escalas. Em sua totalidade, o SITE Aquicultura contém mais de 300 camadas de dados para cruzamento e geração de tabelas e mapas estilizados (Ummus et al., 2020).

Não menos importante é o acesso aos metadados, que possibilitam conhecer detalhadamente a autoria e a atualização do dado pesquisado; o carregamento de mapas-base, que são imagens de satélite de alta resolução, mapas viários e mapas de topografia; a inclusão de marcadores a partir do manual de inserção de coordenadas geográficas; o *download* de planos, em formatos vetoriais e tabulares; e elaboração, exportação e impressão de mapas digitais utilizando diferentes recortes territoriais. Também são disponibilizados dados meteorológicos, consultas às normas climatológicas do Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet) e consulta à produção aquícola do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (Ummus et al., 2020).

A perspectiva é que os usuários obtenham um diagnóstico preciso sobre quais são as variáveis que influenciam de maneira direta o desenvolvimento da atividade aquícola, em determinadas regiões, em detrimento de outras e, a partir daí, prospectar potenciais cenários de desenvolvimento por meio de análises espaciais. Essas análises permitirão também identificar prováveis demandas tecnológicas e poderão orientar as ações de transferência de tecnologias para o setor. Além do conteúdo espacial, primário e secundário contido no GeoWeb, outras informações também disponibilizadas podem ser aproveitadas pelo setor, como informativos e publicações técnicas do projeto e de outras pesquisas conduzidas pela Embrapa, sobre a temática.

Para facilitar o uso do GeoWeb SITE Aquicultura por usuários que não possuem familiaridade com Sistemas de Informações Geográficas (SIGs), foi criada uma página de perguntas e respostas para que os usuários tenham acesso a vídeo-tutoriais e textos explicativos. Opcionalmente, os atores da cadeia produtiva do pescado que acessam o sistema são encorajados a preencher um cadastro, e podem solicitar a inclusão de sua localização e propor correções que se façam

necessárias ao aperfeiçoamento das bases de dados (alimentação e validação) (Embrapa, 2023).

No que se refere ao alinhamento com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU), o SITE Aquicultura apresenta aderência, sobretudo, ao ODS 14, “Vida na água”, considerando que as atividades aquícolas se desenvolvem em ambientes aquáticos. O sistema também se articula com o ODS 12, “Consumo e produção responsáveis”, ao disponibilizar informações sobre espécies nativas, híbridas e exóticas autorizadas para cultivo em diferentes localidades. Adicionalmente, relaciona-se ao ODS 8, “Trabalho decente e crescimento econômico”, por meio da oferta de informações georreferenciadas sobre os elos das cadeias produtivas da aquicultura, incluindo, quando autorizado pelos proprietários, estabelecimentos produtivos e comerciais, bem como dados sobre as alíquotas do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) incidentes sobre o setor em cada estado. Esses elementos contribuem para a organização, o fortalecimento e a consolidação do setor aquícola no país.

Nesse contexto, o presente artigo tem como objetivo avaliar os impactos sociais, econômicos e ambientais do SITE Aquicultura, a partir da percepção de diferentes agentes da cadeia produtiva nacional da aquicultura, à luz da metodologia Ambitec-TICs (Pinto et al., 2021).

REFERENCIAL TEÓRICO

Ao longo das últimas décadas, o mercado de trabalho e os sistemas produtivos vêm passando por transformações estruturais impulsionadas pelo avanço tecnológico e pela crescente integração entre conhecimentos científicos, técnicos e organizacionais. Esse processo, ao favorecer novas formas de produção, gestão e circulação da informação, produz efeitos diretos e indiretos sobre a divisão social do trabalho, a agregação de valor e a geração de renda, com repercussões econômicas, sociais e ambientais. No entanto, a capacidade de trabalhadores, produtores e instituições acompanharem tais transformações depende, em grande medida, da existência de arranjos institucionais voltados à qualificação e à requalificação profissional, bem como da difusão socialmente orientada das inovações tecnológicas (Estevão; Sousa, 2015).

Nesse cenário, a automação e a digitalização têm contribuído para a substituição de tarefas manuais por sistemas baseados em máquinas, softwares e plataformas digitais, ampliando a eficiência produtiva, a qualidade dos processos, a segurança operacional e a redução de custos. Embora historicamente mais associadas ao setor industrial, essas transformações vêm se expandindo de forma crescente para a agropecuária, incluindo a pecuária, a agricultura e a aquicultura, configurando novas dinâmicas de produção e gestão no meio rural (Barros et al., 2025).

A abordagem de Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) oferece um referencial analítico particularmente adequado para compreender essas transformações, ao possibilitar a análise integrada dos impactos sociais, econômicos, ambientais, éticos e políticos associados às inovações tecnológicas. Diferentemente de perspectivas que tratam ciência e tecnologia de forma dissociada de seus contextos sociais, o enfoque CTS enfatiza seu caráter socialmente situado,

destacando a necessidade de articular saberes interdisciplinares para avaliar criticamente os efeitos das tecnologias sobre a sociedade e, simultaneamente, as influências sociais que moldam sua concepção, adoção e uso (Andrade; Spinelli, 2024).

Sob essa perspectiva, a abordagem de CTS constitui um sistema dinâmico e interdependente, no qual os contextos sociais influenciam os rumos da produção científica e tecnológica, ao passo que estas reconfiguram práticas produtivas, relações sociais e trajetórias de desenvolvimento. Trata-se de um movimento de natureza espiral, marcado por disputas, tensões e negociações entre diferentes atores sociais, cujos interesses e assimetrias de poder condicionam os processos de inovação e a apropriação social do conhecimento (Formenton et al., 2021). Nesse sentido, a incorporação de princípios de responsabilidade social e ambiental torna-se central, especialmente em um contexto de crescente centralidade das TICs.

No contexto da aquicultura brasileira, evidências empíricas recentes indicam a crescente incorporação de sistemas informatizados ao longo de toda a cadeia produtiva, abrangendo softwares de gestão, aplicativos móveis, ferramentas de monitoramento produtivo e ambiental, bem como soluções voltadas à rastreabilidade e ao controle da produção. Esse movimento reflete tanto a necessidade de aumento da eficiência produtiva quanto às exigências de mercados cada vez mais regulados e orientados por padrões de qualidade, sustentabilidade e transparência. Entretanto, conforme apontam Marmentini et al. (2022) e Lima et al. (2024), apesar da disponibilidade de um conjunto significativo de ferramentas digitais, persistem limitações estruturais relacionadas à acessibilidade, à capacitação dos usuários e à adequação dessas tecnologias às distintas realidades produtivas, especialmente no âmbito da aquicultura familiar. Nesse sentido, tais sistemas não substituem o trabalho técnico especializado, mas se configuram como instrumentos complementares de apoio à tomada de decisão, com potencial para elevar a competitividade, reduzir riscos produtivos e aprimorar a gestão dos empreendimentos aquícolas.

A difusão de novas ferramentas digitais e dos meios proporcionados pela internet tem imposto desafios e, simultaneamente, ampliado oportunidades no que se refere à comunicação científica e à interação com públicos cada vez mais diversos e geograficamente dispersos. Essa transformação exige o desenvolvimento de estratégias capazes de potencializar o alcance da informação técnica e científica, bem como de fortalecer o diálogo com atores diretamente envolvidos nos processos de pesquisa, desenvolvimento e inovação, como agentes de assistência técnica e extensão rural. Ademais, os setores vinculados à agropecuária, em consonância com outras áreas da economia brasileira, passaram a incorporar de forma sistemática os meios digitais como fontes estratégicas de informação técnica, científica e gerencial. Sob essa perspectiva, a informação assume papel central no aprimoramento dos processos produtivos, na qualificação das decisões e no aumento da competitividade, intensificando o uso de novas técnicas e instrumentos que facilitem a circulação do conhecimento, a troca de informações e a interação entre os diferentes elos das cadeias produtivas (Estevão; Sousa, 2015).

À luz dessas transformações, torna-se cada vez mais relevante aprofundar a análise sobre a integração entre Tecnologias da Informação, ferramentas de *Business Intelligence* e sistemas inteligentes de produção, particularmente diante

do crescimento da demanda por alimentos provenientes da cadeia aquícola e da maior complexidade dos processos decisórios associados a esse setor (Gonçalves et al., 2025). É nesse marco analítico que se insere o presente estudo, ao propor a avaliação dos impactos sociais, econômicos e ambientais do Sistema de Inteligência Territorial Estratégica – SITE Aquicultura, concebido como uma inovação tecnológica voltada à organização, análise e uso estratégico de informações territoriais aplicadas à aquicultura.

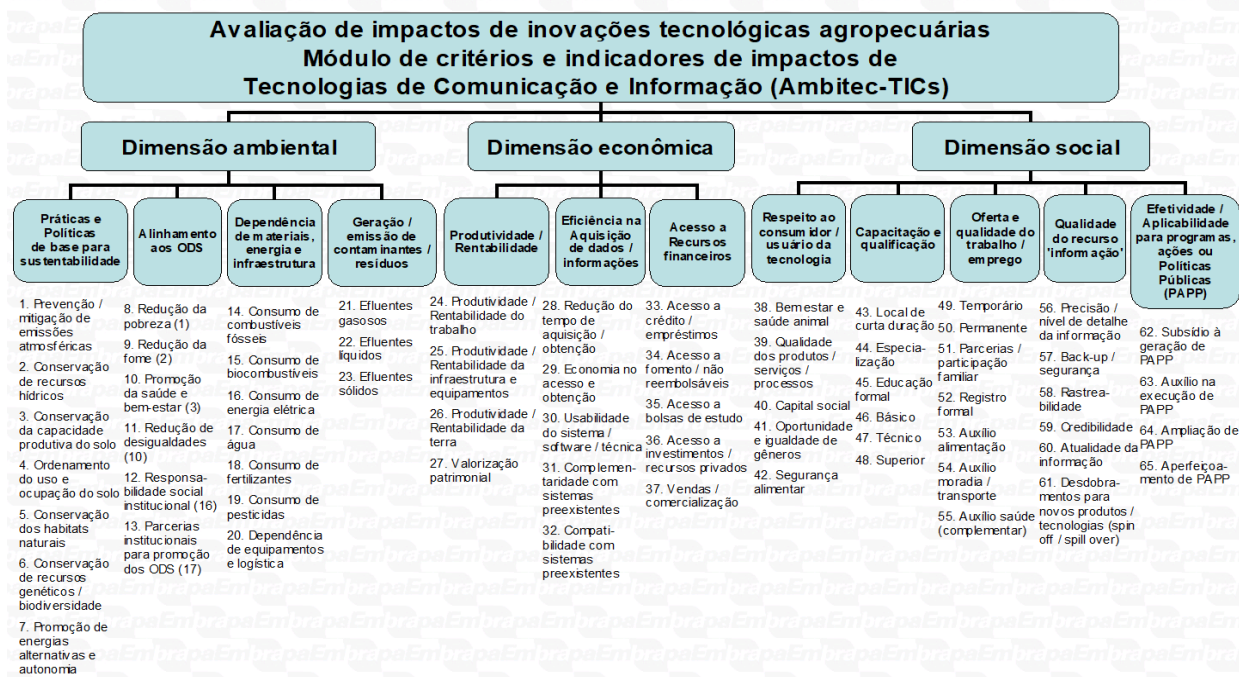
METODOLOGIA

A Ambitec-Agro consiste em uma metodologia preconizada pela Embrapa para a avaliação dos impactos decorrentes da adoção de suas tecnologias, de natureza qualitativa e caráter multidimensional (Rodrigues, 2015).

Entretanto, a inexistência, até então, de um instrumento metodológico específico para mensurar os impactos das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) aplicadas à agricultura e à pecuária dificultava a estimativa adequada dos efeitos dessas inovações no setor produtivo, no poder público e na sociedade em geral. Diante dessa lacuna, foi desenvolvida a metodologia Sistema de Avaliação de Impactos Ambientais de Inovações Tecnológicas Agropecuárias voltada às TICs (Ambitec-TICs), a partir da formulação de critérios e indicadores específicos, sendo esta a abordagem empregada no presente estudo.

A adoção da Ambitec-TICs possibilita a identificação mais precisa dos impactos associados às inovações tecnológicas relacionadas à produção e ao uso de dados e informações no contexto agropecuário. Trata-se de uma ferramenta que subsidia a atuação de extensionistas, pesquisadores, produtores e gestores públicos e privados nos processos produtivos e nas atividades de pesquisa, desenvolvimento e inovação, ao oferecer uma estrutura sistematizada para a avaliação da efetividade e dos benefícios das TICs no meio rural. A metodologia contempla múltiplas dimensões analíticas, incluindo sustentabilidade ambiental, eficiência econômica e benefícios sociais, proporcionando uma visão integrada e abrangente dos impactos dessas tecnologias (Pinto et al., 2021). Trata-se de um método de avaliação de impacto de pesquisa e tecnologias de informação e comunicação. A Figura 2 apresenta o Fluxograma com os indicadores analisados.

Figura 2. Fluxograma com os indicadores analisados no Ambitec-TICS.



Fonte: Rodrigues (2015).

O processo de avaliação do Ambitec-TICS consiste em verificar em campo, junto aos usuários, as mudanças resultantes da adoção tecnológica. Esses efeitos são expressos como ‘coeficientes de alteração’, para cada um dos indicadores, em razão específica da aplicação da tecnologia à atividade e nas condições de manejo particulares à situação estudada. Os coeficientes de alteração estão descritos conforme a Tabela 1.

Tabela 1. Impacto da tecnologia e coeficiente de alteração do indicador.

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

Fonte: Rodrigues (2015).

O método conforme apreendido por Pinto et al. (2021) inclui fatores de ponderação que se referem à importância dos indicadores para a conformação dos critérios. Os valores dos fatores de importância variam conforme o número de indicadores, podendo ser alterados pelos usuários do sistema para melhor refletir

situações específicas de avaliação, a fim de se enfatizar (ou desconsiderar) alguns dos indicadores, desde que o total seja igual a +1, indicando a direção do impacto como favorável, ou -1, indicando o efeito inverso.

Além dos coeficientes de alteração, a escala de ocorrência é outro fator proposto no Ambitec-TICs e resulta no espaço no qual se observam os impactos da tecnologia, conforme a situação específica de adoção, podendo ser:

1. Pontual: quando o impacto se restringe ao trabalho individual ou da equipe imediata do interlocutor ou usuário da tecnologia;
2. Local: quando o impacto se estende para além do pontual, porém confinado aos limites do departamento ou instituição do interlocutor ou usuário;
3. Entorno: quando o impacto extrapola os limites da instituição do interlocutor ou usuário, para alcançar parceiros institucionais ou usuários externos ou beneficiários.

Os fatores para ponderação da escala de ocorrência expressam um valor proporcionalmente maior, à medida que os efeitos da tecnologia afetam um espaço ou um ambiente que extrapola os limites do usuário. A Tabela 2 apresenta os fatores de ponderação utilizados conforme a escala de ocorrência do impacto.

Tabela 2. Escala de ocorrência e fator de ponderação dos impactos avaliados.

Escala de ocorrência	Fator de Ponderação
Pontual	1
Local	2
Entorno	5

Fonte: Rodrigues (2015).

Caso haja necessidade, duas alterações devem ser incluídas nas matrizes de ponderação: 1) Com o objetivo de diferenciar indicadores inalterados, com coeficiente de alteração igual a zero, daqueles que eventualmente não se apliquem ao caso em estudo; as matrizes de ponderação incluem uma linha para exclusão do indicador (não se aplica). Nesses casos, o usuário deverá zerar o fator de ponderação de importância do indicador excluído, e redistribuir o valor para os outros indicadores, mantendo assim a escala final de expressão de resultados (+/- 1, a depender a direção do impacto); 2) Como em algumas matrizes de ponderação a influência do indicador se restringe somente ao âmbito pontual, não faz sentido considerar outras escalas. A fim de manter a consistência da escala de expressão de resultados, o fator de ponderação será sempre igual ao máximo (5).

O procedimento de avaliação do Ambitec-TICS consiste em verificar os coeficientes de alteração, se aumenta, diminui ou permanece inalterado e, a escala de ocorrência, pontual, local ou entorno dos indicadores atribuídos a cada critério. Os resultados variam entre +15 e -15, normalizada para todos os critérios individualmente e para o Índice de Impacto da Tecnologia.

Na coleta de dados, foram entrevistados dez usuários do SITE Aquicultura, oriundos de 7 instituições públicas e 1 empresa privada, distribuídas em 3 regiões brasileiras distintas: Sul, Norte e Centro-Oeste, que aceitaram o convite para

participar da pesquisa de avaliação de impacto, durante o período de setembro a novembro de 2023, conforme descrito na Tabela 3.

Tabela 3. Informações dos entrevistados (interlocutores/usuários da solução tecnológica).

Instituição	Estado	Município	Total
Superintendência de Pesca e Aquicultura	RS	Porto Alegre	1
Secretaria Estadual de Pesca e Aquicultura	TO	Palmas	1
Secretaria de Desenvolvimento Rural	RS	Porto Alegre	1
Universidade de Brasília (UNB)	DF	Brasília	1
Embrapa Pesca e Aquicultura	TO	Palmas	1
Instituto de Desenvolvimento Rural do Estado do Tocantins (Ruraltins)	TO	Palmas	1
Empresa do setor aquícola	SC	Florianópolis	1
Ministério da Pesca e Aquicultura	DF	Brasília	1
Instituto de Desenvolvimento Rural do Estado do Tocantins (Ruraltins)	TO	Gurupi	1
Instituto de Desenvolvimento Rural do Estado do Tocantins (Ruraltins)	TO	Araguaína	1
Total			10

Fonte: Dados da pesquisa.

As dez entrevistas aos usuários foram feitas por dois ou três membros da equipe de avaliação de impacto. Em cada entrevista, antes de iniciar o preenchimento do formulário do Ambitec-TICS, em alguns slides, primeiro foi apresentado o objetivo da avaliação de impacto e informado o sigilo das informações pessoais dos entrevistados. Em seguida, foram apresentadas as principais ferramentas do SITE Aquicultura; e, por fim, a metodologia da avaliação (Ambitec-TICS), como a escala de ocorrência e a amplitude do impacto. Após essa etapa introdutória, cada usuário foi identificado, sendo coletadas informações sobre a aplicação da tecnologia, bem como os principais problemas enfrentados e sugestões de melhoria. Por fim, foram preenchidas as tabelas da planilha, fazendo as perguntas e dando exemplos dos possíveis impactos para cada um dos 65 indicadores no âmbito das dimensões: ambiental, econômica e social.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Ao disponibilizar planos de informação especializados, o SITE Aquicultura subsidia decisões técnicas, comerciais e de políticas públicas, contribuindo para maior eficiência produtiva, melhor alocação de recursos e antecipação de riscos associados a mudanças de mercado e de marcos regulatórios (Embrapa, 2023). Além de subsídio às políticas públicas, o sistema configura-se como uma tecnologia de base informacional que integra dados territoriais, produtivos, legais, ambientais e socioeconômicos, permitindo aos usuários identificar oportunidades de negócios, investimentos e estratégias de ordenamento da atividade aquícola.

Sob a ótica de CTS proposto por Andrade e Spinelli (2024), a análise do SITE Aquicultura ultrapassa sua dimensão técnica, permitindo observar como essa inovação tecnológica influencia práticas produtivas, relações entre atores da cadeia aquícola, processos decisórios e padrões de desenvolvimento territorial. A

incorporação de tecnologias digitais na aquicultura, conforme destaca Aschidamini (2024), tem potencial para reduzir a dependência de mão de obra intensiva, estimular a adoção de sistemas de baixa e média tecnologia e promover maior racionalidade no uso dos recursos naturais. No entanto, Estevão e Sousa (2021) e Oliveira et al. (2024) explicam que para esses benefícios se concretizem de forma socialmente inclusiva e ambientalmente sustentável, é fundamental investir na capacitação dos produtores, na padronização dos processos produtivos e no suporte contínuo à implementação das ferramentas digitais.

Assim, ao articular o referencial de CTS com a avaliação dos impactos do SITE Aquicultura, este estudo busca compreender não apenas os ganhos de eficiência e produtividade associados à tecnologia, mas também seus efeitos sobre a organização social da produção, a inclusão produtiva, a sustentabilidade ambiental e a governança da aquicultura. Em uma sociedade marcada pela centralidade da informação e do conhecimento como insumos estratégicos do desenvolvimento, as TICs assumem papel decisivo na mediação entre ciência, tecnologia e sociedade, reforçando a necessidade de análises críticas e integradas sobre seus impactos e implicações de longo prazo (Estevão; Sousa, 2020).

Os valores dos índices derivados das planilhas do Ambitec-TICs, resultado das entrevistas dos usuários do SITE Aquicultura, foram separados em dois grupos (Tabela 4): Tipo 1) três extensionistas e dois pesquisadores; e Tipo 2) um representante de empresa ligada à cadeia produtiva da aquicultura, dois funcionários do governo federal e dois funcionários de governos estaduais.

Tabela 4. Impactos – Dimensão ambiental

Critérios	Se aplica (S/N)	Média Tipo 1 (*)	Média Tipo 2 (**)	Média geral
1. Contribuições para a sustentabilidade ambiental	sim	3,53	3,85	3,69
2. Contribuições aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável	sim	3,41	5,83	4,62
3. Dependência de materiais, energia e infraestrutura	sim	-0,11	1,05	0,47
4. Geração/emissão de contaminantes/resíduos	sim	0,50	1,72	1,11

*Tipo 1, extensionistas e pesquisadores. **Tipo 2, representantes de empresas do setor privado e funcionários públicos do governo federal e estaduais.

Fonte: Dados da pesquisa.

Ao considerar os dois tipos de usuários do SITE Aquicultura, observou-se que a tecnologia apresenta grande potencial para contribuir com a sustentabilidade ambiental, tanto de forma direta quanto de forma indireta. A tecnologia avaliada apresentou impacto positivo na dimensão ambiental, apontada pelos extensionistas e pesquisadores (entrevistados Tipo 1) e representantes de empresas do setor aquícola e funcionários do governo federal e estadual (entrevistados Tipo 2), conforme delimitado na Tabela 2. Esses resultados indicam uma convergência de percepções entre diferentes atores da cadeia produtiva, reforçando a relevância da ferramenta para a qualificação das práticas aquícolas. Ademais, tais evidências estão alinhadas às principais tendências da aquicultura identificadas por Ummus et al. (2025), que apontam para a crescente adoção de

práticas mais sustentáveis ao longo de todas as etapas da cadeia produtiva do pescado, desde a produção até a comercialização.

Nessa dimensão, o critério com maior coeficiente de impacto foi “Contribuições aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)”, com média de 4,62, demonstrando a importante contribuição do SITE Aquicultura para o atingimento das metas da Agenda 2030 assim como notado no estudo de Sousa (2022) sobre as contribuições da Embrapa no atingimento dos ODS na cadeia do pescado. Como visão geral, ocorreu um entendimento que de alguma forma, direta ou indireta, o SITE Aquicultura apresentou contribuições socioambientais, em escala do entorno e com moderado impacto, especialmente nos indicadores de redução da pobreza, combate à fome, promoção da saúde e bem-estar e responsabilidade social-institucional.

O segundo maior coeficiente de impacto observado nessa dimensão foi registrado no critério “contribuições para a sustentabilidade ambiental”, alcançando o valor de 3,69. De modo geral, os entrevistados percebem que o SITE Aquicultura promove contribuições socioambientais no entorno das atividades aquícolas, com impacto moderado sobre indicadores como a conservação dos recursos hídricos, a manutenção da capacidade produtiva do solo e a preservação dos recursos genéticos e da biodiversidade. Essa percepção dialoga com debates recentes sobre a aquicultura na Amazônia, a qual apresenta potencial para atender à crescente demanda por alimentos e gerar oportunidades econômicas em uma região marcada por desmatamento e perda de biodiversidade, ao mesmo tempo em que impõe desafios ambientais e sociais complexos quando de sua expansão em territórios altamente biodiversos (Pacheco et al., 2025).

Por outro lado, no grupo de extensionistas e pesquisadores, o coeficiente negativo de $-0,11$ obtido no critério “dependência de materiais, energia e infraestrutura” indica que a aplicação da tecnologia esteve associada a um aumento no uso de energia e de infraestrutura, sobretudo computacional, ainda que restrito a escalas pontuais e locais. Esse resultado sugere a necessidade de considerar os custos ambientais indiretos associados ao uso intensivo de tecnologias digitais, sem, contudo, descaracterizar os benefícios socioambientais mais amplos identificados.

Para os entrevistados Tipo II ocorreu uma redução na “dependência de materiais, energia e infraestrutura”, conforme a média do coeficiente de impacto de 1,05. Nesse critério, a média do coeficiente de impacto foi de 0,47. Por sua vez, mesmo que com um coeficiente de impacto de 1,11, percebe-se que o SITE Aquicultura traz contribuições positivas para o critério “geração/emissão de contaminantes/resíduos”, o que indica redução na geração e emissão especialmente dos indicadores: emissão de efluentes líquidos, gasosos e sólidos. Esses achados adquirem maior relevância quando considerados à luz do contexto da emergência climática, que tem imposto crescentes pressões sobre os sistemas antrópicos. Nesse sentido, a incorporação de ferramentas que apoiem a gestão ambiental e a tomada de decisão, como o SITE Aquicultura, torna-se estratégica para que a aquicultura se desenvolva de forma sustentável e resiliente, mantendo sua viabilidade ao longo das gerações e estando preparada para os cenários futuros associados às mudanças climáticas (Ummus et al., 2025). Apesar dos baixos valores apurados, esses dois últimos critérios também colaboraram para a manutenção do impacto positivo na dimensão ambiental, visto que os dois tipos

de entrevistados afirmaram ainda não ser possível perceber grandes influências diretas e indiretas do SITE Aquicultura na dimensão ambiental.

Por meio da análise das entrevistas, destaca-se, ainda, que os principais impactos sobre a dimensão ambiental são derivados das normas/leis que regulam as atividades aquícolas, nas diferentes cadeias produtivas em que se inserem. Entretanto, algumas observações podem ser destacadas, como: 1) ao se considerar as práticas e políticas de base para sustentabilidade foram observados impactos positivos (alteração moderada ou grande) nas três escalas (pontual, local e entorno) em quase todos os critérios, exceto na biodiversidade, pois são obtidas mais informações e dados da produção de espécies exóticas do que de espécies nativas; 2) alguns impactos da tecnologia foram percebidos de forma positiva e direta em relação ao cumprimento dos ODS, como redução da pobreza e da fome, promoção da saúde e do bem-estar e responsabilidade social-institucional, em virtude da ampliação do desenvolvimento de projetos de produção de peixe. Porém, percebe-se impacto próximo do inalterado em relação à redução de desigualdades, no sentido de que há incentivo à concentração de renda nas grandes pisciculturas, em detrimento dos pequenos piscicultores.

Os maiores coeficientes de impacto na dimensão econômica foram apontados para dois critérios fortemente relacionados, “eficiência na aquisição de dados/informação” com coeficiente de impacto de 5,72, e “produtividade/rentabilidade”, com 4,59 (Tabela 5).

Tabela 5. Impactos – Dimensão econômica

Critérios	Se aplica (S/N)	Média Tipo 1 (*)	Média Tipo 2 (**)	Média geral
5. Produtividade / Rentabilidade	sim	5,03	4,15	4,59
6. Eficiência na aquisição de dados / informação	sim	6,48	4,96	5,72
7. Acesso a recursos financeiros	sim	2,12	2,48	2,30

*Tipo 1, extensionistas e pesquisador. **Tipo 2, representantes de empresas do setor e funcionários do governo federal.

Fonte: Dados da pesquisa.

De maneira geral, para os dois grupos entrevistados (Tipo 1 e 2), ocorreu um impacto positivo de moderado a alto nas diferentes escalas de ocorrência, e o uso do SITE Aquicultura em suas atividades contribuiu para a produtividade do trabalho, devido à rapidez na obtenção de dados estruturados, o que garantiu maior otimização do tempo dos usuários. Consequentemente, aconteceu uma percepção positiva em relação à eficiência na aquisição de dados e informações, destacando-se os indicadores redução do tempo de aquisição e compatibilidade do SITE Aquicultura com sistemas preexistentes, apoiando a elaboração de mapas estilizados para o planejamento de projetos de aquicultura e, ainda, a comercialização de produtos e insumos.

Embora inferior aos coeficientes observados nos dois critérios anteriormente destacados, o critério “acesso aos recursos financeiros” apresentou um coeficiente de impacto de 2,30. Este resultado indica que as informações disponibilizadas pela plataforma contribuem para a melhoria da qualidade dos projetos elaborados, refletindo-se em maior facilidade de acesso ao crédito. O acesso a recursos

financeiros constitui um fator determinante para a inclusão produtiva dos produtores nos mercados, conforme destacado por Sousa e Chama (2025), reforçando a relevância do SITE Aquicultura como instrumento de apoio à consolidação econômica da atividade aquícola.

Quanto aos impactos percebidos na dimensão social, destaca-se o critério “qualidade do recurso ‘informação’”, com índice de impacto de 6,35, o mais alto de todos os critérios avaliados nas três dimensões (Tabela 6).

Tabela 6. Impactos – Dimensão social

Critérios	Se aplica (S/N)	Média Tipo 1 (*)	Média Tipo 2 (**)	Média geral
8. Respeito ao consumidor / usuário da tecnologia	sim	2,64	2,36	2,50
9. Capacitação e qualificação	sim	1,02	0,35	0,69
10. Oferta e qualidade do trabalho / emprego	sim	1,62	1,40	1,51
11. Qualidade do recurso “informação”	sim	6,48	6,22	6,35
12. Efetividade/aplicabilidade para programas, ações ou políticas públicas (PAPP)	sim	2,40	4,90	3,65

*Tipo 1, extensionistas e pesquisador. **Tipo 2, representante de empresa do setor e funcionário do governo federal.

Fonte: Dados da pesquisa.

Os entrevistados ressaltaram que algumas funcionalidades do GeoWeb, como a geração de mapas com dados georreferenciados, é fundamental para diversas atividades do setor, como a implementação de projetos de aquicultura e comercialização de produtos e insumos.

Os entrevistados apontaram que, apesar de muitas vezes não constarem atualizações no GeoWeb, as fontes oficiais dos dados garantem a qualidade da informação. Cabe ainda destacar que, embora haja essa percepção dos usuários quanto à atualização dos dados, estes dependem da renovação das fontes oficiais, a exemplo do IBGE, que atualiza os dados da Pesquisa Pecuária Municipal anualmente.

Outro aspecto de destaque refere-se ao indicador “efetividade/aplicabilidade para programas, ações ou políticas públicas (PAPP)”, que apresentou coeficiente de impacto de 3,65, sendo classificado como um impacto relevante. Este resultado evidencia que o SITE Aquicultura disponibiliza dados e informações estratégicas que subsidiam a formulação, o aprimoramento e a implementação de políticas públicas, tanto em âmbito estadual quanto federal. No contexto da expansão e consolidação da cadeia produtiva aquícola, torna-se fundamental a construção de políticas públicas específicas, articuladas ao apoio de instituições de Ciência & Tecnologia.

Tais estratégias são particularmente relevantes para qualificar a tomada de decisão no âmbito das políticas públicas voltadas à aquicultura, com ênfase na inclusão produtiva e no desenvolvimento socioeconômico. Conforme apontam Sousa e Chama (2025), essas perspectivas envolvem desde o fortalecimento da organização social e a ampliação do acesso às políticas públicas até o estímulo à profissionalização da gestão e à superação de entraves associados à informalidade,

à infraestrutura e ao acesso ao crédito, elementos centrais para a promoção de uma inclusão produtiva sustentável no setor aquícola.

Os demais critérios também apresentaram impacto positivo de pequeno a moderado, com coeficiente de impacto de 2,50 para o critério “respeito ao consumidor/usuário da tecnologia” e de 1,51 para o critério “oferta e qualidade do trabalho/emprego”, demonstrando o potencial da tecnologia em gerar benefícios à sociedade. Um critério de destaque, o qual apresentou coeficiente de impacto de 0,69, perto do inalterado (0), é “capacitação e qualificação”. Isso indica que o SITE Aquicultura não tem provocado significativas contribuições socioambientais nesse critério, que pode ser melhor explorado por meio de ações de transferência de tecnologias e de conhecimentos para os beneficiários da tecnologia, como treinamentos para capacitação e qualificação dos usuários.

Por outro lado, os vídeos do SITE Aquicultura obtiveram relevante popularidade nas divulgações feitas pela Embrapa. Em 2023, as métricas de visualização ds vídeo tutoriais disponibilizados no Perguntas e Respostas do SITE Aquicultura (<https://www.embrapa.br//site-aquicultura/perguntas-e-respostas>) e no Canal da Embrapa no Youtube obtiveram um total de 1.015 acessos; os vídeos de lançamento do GeoWeb (<https://www.youtube.com/watch?v=brnRteJI4pA> e <https://www.youtube.com/watch?v=DAr6TszAkfQ&t=73s>) obtiveram 1.761 visualizações no Youtube e; dois vídeos de divulgação das funcionalidades do SITE Aquicultura para fomentar políticas públicas e investimentos em regiões estratégicas para aquíicultura no país (https://www.youtube.com/watch?v=a4G_H6202Xk&t=17s e <https://www.youtube.com/watch?v=Z17nnd3aDIU&t=969s>) que juntos obtiveram 1.542 visualizações em canais de comunicação importantes para a agricultura nacional. O total de 4.318 visualizações dos vídeos demonstra que o público-alvo do SITE Aquicultura tem uma inclinação forte para a modalidade on-line quando o assunto é capacitação.

De maneira geral e considerando-se a escala de impacto de 15 a -15, as contribuições socioambientais alcançadas pelos usuários apresentaram moderado impacto, seja em escala pontual, local e do entorno, chegando a uma média geral de 3,12. O índice de contribuição na dimensão ambiental chegou a 2,48, o índice de contribuição na dimensão social atingiu 2,95 e, por fim, a avaliação de impacto apresentou o maior índice de contribuição na dimensão econômica, com 4,22. Isso porque, a maioria dos entrevistados revelaram contribuições diretas e indiretas nessa dimensão, com destaque para o aumento na produtividade, rentabilidade, e eficiência na aquisição de dados e informações. Somado à expressiva contribuição nesses critérios da dimensão econômica, há o alto coeficiente de impacto na “qualidade do recurso ‘informação’”, os quais reforçam a importância dos Sistemas de Inteligência Territorial Estratégica (SITEs) na estruturação de dados e informações a serem disponibilizadas aos atores envolvidos nos diferentes setores produtivos da agropecuária nacional.

Em comparação com a avaliação do SITE Aquicultura do ano anterior, ressalta-se que houve melhoria da avaliação, pois em 2022 foi obtido índice geral de 1,78 e, em 2023, de 3,12 (Embrapa, 2023). Observa-se, ainda, que com o uso e disseminação da tecnologia, os indicadores subiram, trazendo maior agilidade no uso de informações organizadas e confiabilidade ao usuário. Durante as entrevistas, os atores entrevistados apontaram melhorias para que o SITE Aquicultura possa ser mais efetivo. As principais melhorias apontadas foram

quanto à atualização de informações, especialmente para a produção e comercialização dos produtos e insumos derivados das cadeias produtivas.

Apesar do aumento no índice de impacto de 2022 para 2023, constatou-se que as ações de transferência de tecnologia (treinamentos, tutoriais, vídeos, cursos) com foco no SITE Aquicultura podem ser ampliadas, para aumentar o número de usuários, melhorar a aplicação do GeoWeb e, conseqüentemente, aperfeiçoar e aumentar as diversas iniciativas do setor aquícola no Brasil. Além disso, é importante ampliar a divulgação nas feiras e eventos da área aquícola.

Como perspectiva de uma maior adoção do SITE Aquicultura têm-se o aprimoramento e a atualização de informações e dados disponibilizados, que precisam avançar para o apoio a maior produção e comercialização de produtos, tecnologias e serviços aquícolas.

Os resultados obtidos a partir da aplicação do Ambitec-TICs dialogam diretamente com as evidências apresentadas por Ummus et al. (2025), ao convergirem para a compreensão da aquíicultura como uma atividade em transição para modelos produtivos mais alinhados aos três pilares da sustentabilidade.

No âmbito ambiental, o impacto positivo identificado no presente estudo, associado à disponibilização de informações sobre regulamentos e legislações aquícolas, contribui para a conformidade ambiental e para o planejamento de projetos e pesquisas mais responsáveis, aspecto que se articula às tendências apontadas por Ummus et al. (2025) relacionadas à conservação dos recursos naturais e à mitigação dos impactos decorrentes da intensificação dos cultivos.

Na dimensão econômica, os resultados indicam melhorias em produtividade, rentabilidade e eficiência no acesso e na adoção de dados e informações para o cultivo, reforçando o papel da informação qualificada como insumo estratégico para a tomada de decisão. Essa evidência converge com o pilar econômico destacado por Ummus et al. (2025), no qual a inovação tecnológica, a redução de custos de produção e a ampliação de mercados são elementos centrais para o fortalecimento da aquíicultura como setor estratégico para o desenvolvimento sustentável no Brasil.

Por sua vez, na dimensão social, o bom índice de impacto relacionado à qualidade das informações disponibilizadas pela plataforma sugere potencial para qualificar processos decisórios, ampliar o acesso ao conhecimento técnico e fortalecer capacidades institucionais e produtivas. Tal resultado se alinha às tendências sociais identificadas por Ummus et al. (2025), que enfatizam a segurança alimentar, a geração de empregos e o maior acesso à proteína animal de qualidade, sobretudo em mercados locais e regionais. Dessa forma, os achados do presente estudo corroboram e complementam as conclusões de Ummus et al. (2025), ao evidenciar que ferramentas digitais de apoio à gestão e à informação podem atuar como catalisadoras da sustentabilidade ambiental, econômica e social na aquíicultura brasileira.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao ser considerado o conjunto das contribuições socioambientais e econômicas mensuradas a partir dos 65 indicadores avaliados, os resultados indicam que o SITE Aquicultura tem gerado repercussões positivas no

desenvolvimento de distintos segmentos e atividades da aquicultura. A aplicação da metodologia Ambitec-TICs junto aos usuários da tecnologia evidenciou impactos favoráveis com maior intensidade relativa nas dimensões econômica e social, quando comparadas à ambiental.

No que se refere à dimensão ambiental, os impactos observados caracterizam-se predominantemente como indiretos. Tal resultado decorre do fato de que o SITE Aquicultura não atua diretamente sobre os sistemas produtivos, mas oferece um conjunto estruturado de informações relativas à normativos, regulamentos, legislações ambientais e condicionantes territoriais associados às diferentes atividades aquícolas. Essas informações subsidiam a elaboração de projetos, estudos e pesquisas, contribuindo para decisões mais qualificadas por parte de agentes públicos e privados e, conseqüentemente, para o fortalecimento de práticas produtivas mais alinhadas aos princípios da sustentabilidade ambiental e do ordenamento territorial da atividade.

Na dimensão econômica, os impactos positivos variaram de moderados a elevados, sobretudo nos indicadores relacionados à eficiência na aquisição, organização e análise de dados e informações, bem como na melhoria da produtividade e da rentabilidade potencial dos empreendimentos aquícolas. A plataforma contribui para reduzir assimetrias de informação, otimizar o planejamento produtivo e apoiar decisões estratégicas de investimento. Contudo, os usuários indicaram que, até o momento, ainda não é possível estabelecer uma relação direta e mensurável entre o uso do SITE Aquicultura e ganhos econômicos imediatos, o que sugere que seus efeitos econômicos tendem a se manifestar de forma gradual e cumulativa, no médio e longo prazos.

No âmbito da dimensão social, os resultados apontam um desempenho positivo, especialmente no indicador relacionado à qualidade do recurso “informação”, evidenciando o papel do SITE Aquicultura como instrumento de democratização do acesso a dados técnicos e territoriais relevantes para a cadeia aquícola. Ainda assim, os usuários ressaltam a necessidade de aprimoramentos, em particular no que diz respeito à atualização periódica de informações sobre produção, comercialização e dinâmica de mercado, aspectos essenciais para ampliar a utilidade social da plataforma e fortalecer sua apropriação pelos diferentes atores da cadeia produtiva.

Adicionalmente, os resultados sugerem que o impacto do SITE Aquicultura pode ser ampliado por meio do fortalecimento de ações de capacitação e difusão tecnológica. A oferta de treinamentos sistemáticos para os usuários, aliada à disponibilização de materiais didáticos, como vídeos tutoriais, e ao uso de estratégias de educação a distância (EaD), apresenta-se como fundamental para ampliar o uso efetivo da plataforma. Da mesma forma, a participação de equipes de diferentes Unidades da Embrapa em eventos do setor aquícola, bem como a intensificação de ações de comunicação, campanhas institucionais e divulgação de notícias sobre o SITE Aquicultura, podem contribuir para ampliar sua visibilidade e adoção entre agentes dos diversos elos das cadeias de valor da aquicultura.

Por fim, destaca-se que o engajamento contínuo dos usuários incluindo produtores, técnicos, gestores públicos e demais atores do setor é estratégico para o aperfeiçoamento e a expansão da plataforma, seja por meio da identificação de inconsistências nos dados, seja pela inclusão de novos estabelecimentos e informações na base de dados. De forma geral, a análise integrada dos 65

indicadores reforça que o SITE Aquicultura se consolida como uma ferramenta relevante de apoio à tomada de decisão, com impactos positivos no desenvolvimento socioeconômico e ambiental da aquicultura, ainda que com potencial de aprimoramento e aprofundamento de seus efeitos ao longo do tempo.

Assessment of the social, economic, and environmental impacts of the SITE Aquaculture

ABSTRACT

This article aims to assess the social, economic, and environmental impacts of the Strategic Territorial Intelligence System for Aquaculture (SITE Aquicultura) using the Ambitec-TICs methodology. By analyzing socio-environmental and economic contributions across 65 indicators, the study concludes that SITE Aquicultura has had a positive impact on the development of various segments and aquaculture-related activities. In the environmental dimension, the platform provides information on regulations and legislation that support the development of aquaculture projects and research, contributing to improved decision-making processes in both the public and private sectors. In the economic dimension, there is potential for enhanced productivity, profitability, and efficiency in accessing and adopting data and information relevant to aquaculture production. In the social dimension, the results indicate a favorable impact associated with the quality of the information made available by the platform, reinforcing its role in supporting knowledge dissemination and informed decision-making.

KEYWORDS: Public policies. Aquaculture chain. Information and Communication Technologies. Technology transfer. GeoWeb.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, A. M.; SPINELLI, Y. C. B. de. Movimento ciência, tecnologia e sociedade e sua interface com a educação científica em agroecologia. In. MOREIRA, M. B., PACHECO, C. S. G. R. **Bases epistêmicas da agroecologia e do desenvolvimento territorial: concepções, fundamentos, diálogos e práticas na pós-graduação.** Guarujá-SP: Científica Digital, 2024.

ASCHIDAMINI, P. H. B. **A transformação digital na aquicultura: um framework para a digitalização da piscicultura.** 2024. 126 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas) — Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Pato Branco, 2024.

BARROS, L. O.; ALFAIA, K. F.; AGUIAR, G. M.; CUNHA, D. A. de; SANTOS, E. M. da S. A precisão da contagem de alevino: contador de peixes na piscicultura com uso de tecnologia. **Brazilian Journal of Development**, v.11, n.4, p.01-13, 2025

BRASIL. **Portaria Normativa Ibama nº 145-N, de 29 de outubro de 1998.** Estabelece normas para a introdução, reintrodução e transferência de peixes, crustáceos, moluscos, e macrófitas aquáticas para fins de aquicultura, excluindo-se as espécies animais ornamentais. Brasília. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Portaria/1998/p_ibama_145_n_1998_introducaoespeciesnaaquicultura_revoga_p_ibama_119_1997_alterada_p_ibama_105_n_1999_27_2003_04_2005.pdf>. Acessado em 22/06/2021.

_____. **Portaria Normativa Ibama nº 27/03-N, de 22 de maio de 2003.** Altera a Portaria Normativa Ibama nº 145/98N. Brasília. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Portaria/2003/p_ibama_27_2003_altera_p_ibama_145_1998_especiesexoticas.pdf>. Acessado em 22/06/2021.

EMBRAPA. **SITE Aquicultura – Sistema de Inteligência Territorial Estratégica da Aquicultura Brasileira.** 2023. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/8729/site-aquicultura---sistema-de-inteligencia-territorial-estrategica-da-aquicultura-brasileira>. Acesso em: 18/11/2023.

EMBRAPA. **Balanco Social 2023.** Disponível em: <https://www.embrapa.br/balanco-social-2023>. Acesso em: 2/07/2024.

ESTEVÃO, P; SOUSA, D. N. Internet e transferência de tecnologia: a Embrapa na opinião dos extensionistas rurais. **Revista Tecnologia e Sociedade (Online)**, v. 16, p. 56-75, 2020.

ESTEVIÃO, P.; SOUSA, D. N. A Web como ferramenta de capacitação para a extensão rural. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 38, p. 1-13, 2021.

FAO. **The State of World Fisheries and Aquaculture 2022**. Towards Blue Transformation. Rome: FAO, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.4060/cc0461en>. Acesso em: 1/12/2024.

FORMENTON, D.; MUINGE, F. A.; SAVENHAGO, I. J. S.; RETAMIRO, W. Participação social em ciência e tecnologia: uma breve reflexão sob a perspectiva CTS. **Revista Tecnologia e Sociedade**, v.17, n.47, p. 234-349, 2021.

GONÇALVES, T. F.; OBANDO, J. M. C.; CHIAVANI JÚNIOR, L. C.; SANTOS, A. P. A.; SILVA, E. C. de F.; SANTOS, T. C. dos; NAOE, R. K.; TERAMOTO, É. T.; BUENO, G. W. Piscicultura inteligente: a integração das Tecnologia 4.0 e “Business Intelligence” para gestão ágil na aquicultura. **Revista de Gestão e Secretariado – GeSec**, v. 16, n. 1, p. 01-26, 2025.

IBGE. **Pesquisa da Pecuária Municipal – PPM 2021**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9107-producao-da-pecuaria-municipal.html?=&t=resultados>. Acesso em: 26/11/2024.

LIMA, A; PRYSTHON, A; OEDA, A. P; SOUSA, D. N; BERGAMIN, G. T; LIMA, L. K. F; TORAT, L. S; PEDROZA FILHO, M. X; MACIEL, P. O; FLORES, R. M. V. **Manual de piscicultura familiar em viveiros escavados**. 2. ed. Brasília: Embrapa, 2024.

MARMENTINI, R. P.; SILVA, L. F. da; DANTAS FILHO, J. V.; PORTO, M. O.; CAVALI, J. Informatização na cadeia produtiva da piscicultura brasileira: inovações tecnológicas em softwares, aplicativos, programas de monitoramento e rastreabilidade. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 2, e28911225543, 2022.

MUÑOZ, A. E. P.; REZENDE, F. P.; MATAVELI, M.; BARROSO, R. M. Comparative economic performance of aquaculture farms in Brazil. **World Aquaculture**, v. 48, n. 4, p. 44-47, 2017.

OLIVEIRA, I. C; SOUSA, D. N; FERREIRA, P. R. As inovações na agricultura familiar e sua relação com a inclusão dos agricultores familiares em mercados digitais: uma revisão bibliométrica. **Contribuciones a las Ciencias Sociales**, v. 17, p. e7989, 2024.

OLIVEIRA, T. J. A ; UMMUS, M. E.; ALVES, R. A; VASCO, K. D.L; LUZ, R. A. Fish farming poles and sustainable economic development in the brazilian amazony. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, v. 21, p. 686-704, 2025.

PACHECO, F. S. et.al . Towards sustainable aquaculture in the Amazon. **Nature Sustainability**, v. 8, n. 3, p. 234-244, 2025.

PEIXE BR. **Anuário PEIXE BR da Piscicultura 2026. 2026**. Disponível em: <https://www.peixebr.com.br/anuario-2026/>. Acesso em: 27/03/2026.

PINTO et al. **Ambitec-TICs: avaliação de impactos de tecnologias de informação e comunicação aplicadas à agropecuária**. Campinas: Embrapa Territorial, 2020. (Documentos, 31).

RODRIGUES, G. S. **Avaliação de impactos socioambientais de tecnologias na Embrapa**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2015. 41 p. (Documentos, 99).

SOUSA, D. N.; COSTA, A. C. Productive inclusion in the perspectives of the members of the Fishery Sector Chamber of Tocantins. **Interações**, v. 26, p. e26034356, 2025.

SOUSA, D. N. Ações de transferência de tecnologia para a promoção dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) na cadeia do pescado. In: SOUZA, A. L. M. de; LIMA, N. R. de S.; SALLES, L. N.. (Org.). **Qualidade e segurança do pescado: coletânea de artigos técnicos da série Dia do Pescado**. Jardim do Seridó: Agron Food Academy, 2022, v. 1, p. 170-173.

UMMUS, M. E.; ROUTLEDGE, E. A. B.; MUNOZ, A. E. P.; EVANGELISTA, B. A. **Sistema de inteligência territorial estratégica para aquicultura**. Palmas: Embrapa Pesca e Aquicultura, 2020. 3 p. (SITE Aquicultura Informativo, 01).

UMMUS, M. E.; PEDROZA FILHO, Manoel Xavier; KIMPARA, J. M.; KATO, H. C. A. **Tendências da Aquicultura no Brasil - um levantamento participativo**. Palmas: Embrapa Pesca e Aquicultura, 2025. (Série Documentos, 58).

VALENTI, W. C.; BARROS, H. P.; MORAES-VALENTI, P.; BUENO, G. W.; CAVALLI, R. O. Aquaculture in Brazil: past, present and future. **Aquaculture Reports**, v.19, p.100611.

WEBBER, D.C. **Espécies de Pescado Liberadas para Cultivo por Unidade Geográfica Referencial - UGR**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2022. (Nota técnica). Disponível em: <https://geoinfo.dados.embrapa.br/catalogue/#/document/371>. Acesso em 27/03/2026.

Recebido: 12/08/2024
Aprovado: 09/22/2026
DOI: 10.3895/rts.v22n68.18978

Como citar:

SOUSA, Diego Neves de; NOGUEIRA JUNIOR, Lauro Rodrigues; WEBBER, Daniel Chaves; MUÑOZ, Andrea Elena Pizarro; LEIVAS, Janice Freitas; SOUZA, Daniela Tatiane de; FLORES, Roberto Manolio Valladao; UMMUS, Marta Eichemberger; AYROZA, Igor Feitosa Lacorte. Avaliação dos impactos sociais, econômicos e ambientais do SITE Aquicultura. **Rev. Technol. Soc.**, Curitiba, v. 22, n. 68, p.345-366, jan./mar, 2026. Disponível em:

<https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/view/18978>

Acesso em: XXX.

Correspondência:

Direito autoral: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

