

Relato de experiência

Avaliação de impactos de Tecnologias de Informação e Comunicação na Embrapa¹

Impact evaluation of Information and Communication Technologies at Embrapa

Edsel Rodrigues Teles^{1*} ¹Embrapa Agricultura Digital, Campinas, SP, Brasil

Edsel Rodrigues Teles, branco, analista da Embrapa Agricultura Digital.

COMO CITAR: Teles, E. R. (2024). Avaliação de impactos de Tecnologias de Informação e Comunicação na Embrapa. *Revista Brasileira de Avaliação*, 13(2 spe), e132324. <https://doi.org/10.4322/rbaval202412023>

Resumo

Este trabalho analisa a aplicação da metodologia de Avaliação de Impactos de Tecnologias de Informação e Comunicação Aplicadas à Agropecuária (Ambitec-TICs) ao Sistema de Monitoramento Agrometeorológico (Agritempo) na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). São descritas a avaliação de impactos de tecnologias da Embrapa, contextualizando o uso do Ambitec-TICs, e a aplicação da metodologia ao Agritempo no ano-base 2022. Em seguida, indicam-se alguns elementos teóricos relacionados à aplicação da metodologia à TIC, que subsidiam reflexões sobre a classificação do Ambitec-TICs como um método misto de avaliação de impactos, ponderações quanto às validades interna e externa da metodologia, possibilidades de estabelecimento de uma Teoria de Mudança (TdM) para o Agritempo e elementos de institucionalidade do processo de avaliação de impactos na Embrapa. Também são propostos aprimoramentos pontuais no processo de avaliação de impactos de tecnologias da Embrapa.

Palavras-chave: Avaliação de impactos. Tecnologias de Informação e Comunicação. Agricultura. Agritempo. Ambitec-TICs.

Abstract

This work analyzes the application of the methodology of Impact Evaluation of Information and Communication Technologies Applied to Agriculture (Ambitec-TICs) to the Agrometeorological Monitoring System (Agritempo) at the Brazilian Agricultural Research Corporation (Embrapa). It describes the impact evaluation of Embrapa technologies, contextualizing the use of Ambitec-TICs, and the application of the methodology to Agritempo in 2022. Next, some theoretical elements related to the application of the methodology to the ICT are indicated, supporting reflections on the classification of Ambitec-TICs as a mixed method of impact evaluation, considerations regarding internal and external validity of the methodology, possibilities for establishing a Theory of Change (ToC) for Agritempo and institutional elements of the impact evaluation process at Embrapa. It also proposes some improvements in the process of evaluating the impacts of Embrapa technologies.

Keywords: Impact evaluation. Information and Communication Technologies. Agriculture. Agritempo. Ambitec-TICs.

A RBAVAL apoia os esforços relativos à visibilidade dos autores negros na produção científica. Assim, nossas publicações solicitam a autodeclaração de cor/etnia dos autores dos textos para tornar visível tal informação nos artigos.

Recebido: Março 02, 2024
Aceito: Agosto 30, 2024

***Autor correspondente:**

Edsel Rodrigues Teles
E-mail: edsel.teles@embrapa.br

Instituição Parceira: Instituto Clima e Sociedade



Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

¹ Baseado no trabalho final da disciplina "CT263 - Instrumentos de Política e Gestão: Avaliação de Resultados e Impactos", ministrada pelos professores Adriana Bin, Ana Maria Carneiro e Sergio Salles-Filho no primeiro semestre de 2023 como parte do Programa de Pós-Graduação em Política Científica e Tecnológica, do Instituto de Geociências da Universidade Estadual de Campinas.



Introdução

Este trabalho tem o objetivo de analisar a aplicação da metodologia de Avaliação de Impactos de Tecnologias de Informação e Comunicação Aplicadas à Agropecuária (Ambitec-TICs) da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) a uma tecnologia da empresa no ano-base 2022. Para tanto, escolheu-se uma tecnologia da Embrapa Agricultura Digital, localizada em Campinas/SP, com atuação focada no desenvolvimento de Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) para contribuir com o ecossistema de inovação aberta em agricultura digital².

A tecnologia escolhida é o Sistema de Monitoramento Agrometeorológico (Agritempo). O Agritempo é um sistema que produz dados e informações diários para todos os municípios brasileiros, disponibilizando gratuitamente informações de elevado interesse para a agricultura. O Agritempo completou 20 anos em 2022 e seu impacto foi avaliado usando o Ambitec-TICs pela primeira vez nesse ano-base (Fasiaben & Mendes, 2023).

Para realizar a análise, foram considerados elementos teóricos do campo da avaliação de impactos, a saber: abordagens de avaliação de impactos, o efeito causal da intervenção e a institucionalização do processo de avaliação de impactos. Apresenta-se em que medida a aplicação do Ambitec-TICs ao Agritempo se aproxima ou se afasta desses elementos teóricos e, eventualmente, recomendam-se aprimoramentos pontuais no processo de avaliação de impactos da organização, de modo a torná-la mais aderente às práticas recomendadas pela literatura.

A seção 2 a seguir descreve brevemente a Embrapa, a Embrapa Agricultura Digital e seu processo de avaliação de impactos de tecnologias, contextualizando o uso do Ambitec-TICs; a seção 3 descreve a aplicação do Ambitec-TICs ao Agritempo no ano-base 2022; por fim, a seção 4 apresenta a análise, considerando os elementos teóricos do campo da avaliação de impactos relacionados à aplicação do Ambitec-TICs ao Agritempo.

Espera-se que este trabalho represente reflexão adequada sobre experiência real de avaliação de impactos no contexto de uma organização da administração pública.

A Embrapa, a Embrapa Agricultura Digital e a avaliação de impactos de tecnologias da organização

A Embrapa é uma empresa pública, vinculada ao Ministério da Agricultura e Pecuária (Mapa), com a missão de “Viabilizar soluções de pesquisa, desenvolvimento e inovação para a sustentabilidade da agricultura, em benefício da sociedade brasileira” (Embrapa, 2020). A empresa conta com 43 unidades organizacionais no território brasileiro, com atuações relacionadas a produtos, temas ou ecorregiões³. Dentre essas unidades, há a Embrapa Agricultura Digital, em Campinas/SP, com atuação focada no desenvolvimento de TICs para contribuir com o ecossistema de inovação aberta em agricultura digital⁴.

A Embrapa executa seu macroprocesso de inovação, encadeando processos de inteligência, planejamento, pesquisa, desenvolvimento, inovação e negócios para promover a adoção de tecnologias voltadas para os mais variados beneficiários da agricultura brasileira⁵.

Sendo uma empresa pública, a Embrapa precisa demonstrar à sociedade brasileira se seus esforços e resultados estão trazendo impactos para seus beneficiários. Os impactos das tecnologias da Embrapa podem ser entendidos como os efeitos sociais, econômicos, ambientais e institucionais que causam no âmbito da propriedade dos beneficiários e/ou da atividade-alvo da tecnologia realizada por esses beneficiários (Ávila et al., 2008).

A avaliação de impactos de tecnologias é realizada na Embrapa desde os anos 1980⁶. O processo vem sendo aprimorado ao longo do tempo, especialmente com a incorporação,

² Embrapa Agricultura Digital (2023).

³ Embrapa (2024a).

⁴ Embrapa Agricultura Digital (2023).

⁵ Embrapa (2024b).

⁶ Usando abordagens quantitativas, como o método do excedente econômico (Ávila et al., 2008).



nos anos 2000, de metodologia própria, o Sistema de Avaliação de Impactos de Inovações Tecnológicas Agropecuárias (Ambitec-Agro). O Ambitec-Agro avalia o impacto de uma tecnologia agropecuária considerando dimensões econômica, ambiental e social. O impacto institucional da tecnologia também pode ser avaliado com o Ambitec-Agro – Dimensão Desenvolvimento Institucional (Pinto et al., 2020).

As metodologias Ambitec são abordagens predominantemente qualitativas que avaliam impactos nas dimensões econômica, ambiental, social e institucional, por meio de entrevistas em profundidade com usuários para coletar percepções e evidências (Pinto et al., 2020).

Nas metodologias Ambitec, para cada dimensão de impacto, há um conjunto de critérios desdobrados em indicadores, submetidos ao crivo de usuários para que estes informem o efeito do uso de uma tecnologia naquele indicador. Esse efeito é traduzido em coeficientes de alteração, que variam entre -3, -1, 0, +1 e +3. Os coeficientes são ponderados considerando a escala da alteração e sua importância. O somatório dos coeficientes ponderados dos indicadores que compõem um critério gera seu índice de impacto, que pode variar entre -15 e +15. Por sua vez, o somatório dos índices de impacto dos critérios, novamente ponderados por sua importância, gera o índice de impacto da tecnologia, também variando entre -15 e +15 (Pinto et al., 2020).

Os critérios e indicadores tradicionalmente utilizados no Ambitec-Agro atendem adequadamente as tecnologias mais convencionais da Embrapa (ex. cultivares, sistemas de produção). Contudo, são insuficientes quando se focam soluções não diretamente aplicadas às práticas produtivas, como as TICs (ex. *softwares*). Nesse sentido, a empresa desenvolveu um módulo específico denominado Ambitec-TICs, contemplando critérios e indicadores mais aderentes a esse tipo de entrega (Pinto et al., 2020).

O Ambitec-TICs apresenta as mesmas dimensões do Ambitec-Agro, com um conjunto de 12 critérios e 65 indicadores. A Figura 1 apresenta as dimensões, critérios e indicadores do Ambitec-TICs.

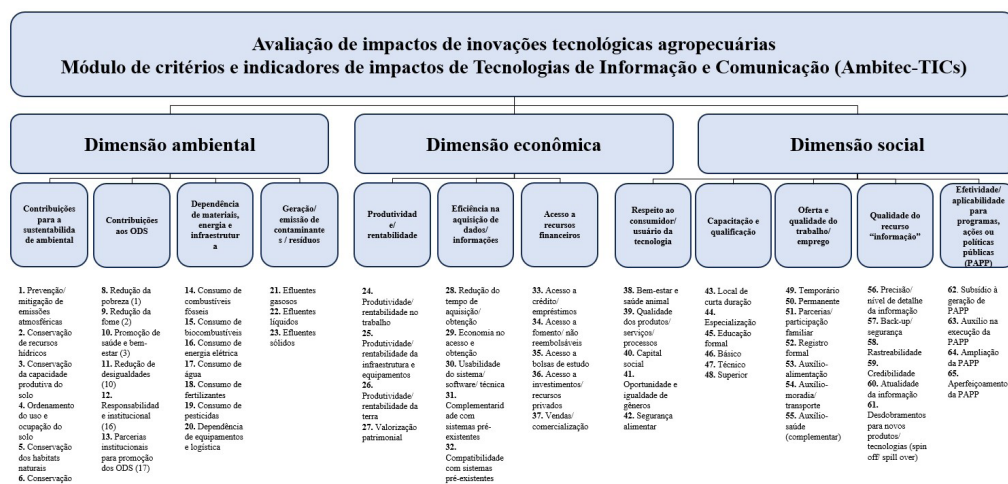


Figura 1. Dimensões, critérios e indicadores do Ambitec-TICs.

Fonte: baseado em Pinto et al. (2020, p. 14).

O Ambitec-TICs considera três etapas de aplicação: na primeira, é feita a contextualização da TIC, realizada pela equipe responsável pelo desenvolvimento da tecnologia e pelos agentes de inovação da Embrapa. Na segunda, são realizadas entrevistas com usuários da TIC e visitas técnicas aos locais onde a tecnologia é adotada. Essa etapa é executada pelos usuários e pelos agentes de inovação da Embrapa. Na terceira, são analisadas as entrevistas, com interpretação dos resultados e dos índices de impacto alcançados pela tecnologia. Essa etapa é realizada pelos agentes de inovação da Embrapa (Pinto et al., 2020).



É importante mencionar que a avaliação do impacto de tecnologias da Embrapa está inserida em seu processo de gestão de desempenho institucional. Anualmente, as unidades da empresa avaliam um conjunto de tecnologias de seu portfólio. Os resultados são usados para compor seu Balanço Social, instrumento de comunicação e prestação de contas aos *stakeholders* sobre os efeitos que os esforços e as entregas da organização causam em seus públicos-alvo. Em 2022, o Balanço Social indica que, para cada R\$ 1,00 aplicado na Embrapa, houve retorno de R\$ 34,70 para a sociedade⁷.

Aplicação do Ambitec-TICs ao Agritempo no ano-base 2022

No contexto do processo de gestão de desempenho institucional, a Embrapa Agricultura Digital realizou a avaliação de impactos do Agritempo relativa ao ano-base 2022.

Agritempo

O Agritempo é um sistema pioneiro, gratuito e *on-line* de informações climáticas e agrometeorológicas para todo o território nacional. Não há no Brasil tecnologia comparável do ponto de vista de abrangência e qualidade dos dados. O sistema agrega dados das principais variáveis meteorológicas que influenciam crescimento, desenvolvimento e produtividade de uma cultura, produzindo informações relacionadas à estiagem agrícola, precipitação acumulada, épocas para tratamentos fitossanitários, irrigação, condições de manejo do solo e aplicação de defensivos agrícolas (Fasiaben & Mendes, 2023).

Antes do Agritempo, sistemas e bases de dados sobre o tema no país eram dispersos, com dados fragmentados e em diferentes formatos. O sistema permitiu que grande conjunto de dados fosse integrado, automatizando tarefas e gerando instrumentos de visualização de informação e de previsão de eventos com antecedência suficiente para contribuir com a gestão das atividades agrícolas (Fasiaben & Mendes, 2023).

O Agritempo captura dados de mais de 1.600 estações meteorológicas, executa rotinas de tratamento e padronização desses dados, incorpora-os aos seus bancos e constrói boletins, gráficos e mapas automaticamente, independentemente da ação humana, tornando esse processo célere e preciso (Fasiaben & Mendes, 2023).

Os beneficiários do Agritempo são diversos, abarcando pequenos, médios e grandes produtores rurais, profissionais de assistência técnica e extensão rural, pesquisadores, professores, estudantes, tomadores de decisão públicos e privados, dentre outros (Fasiaben & Mendes, 2023).

Avaliação de impactos do Agritempo com o Ambitec-TICs

Esta subseção apresenta a avaliação de impactos do Agritempo conforme aplicação do Ambitec-TICs.

Buscando representar a diversidade de usuários, foram realizadas entrevistas com 13 deles: quatro internos à Embrapa e nove externos, das cinco regiões do Brasil (Fasiaben & Mendes, 2023).

A Tabela 1 apresenta os índices de impacto para os critérios de avaliação das três dimensões do Ambitec-TICs, assim como os índices de impacto para cada dimensão e para a tecnologia como um todo.

Em linhas gerais, o Agritempo obteve médias positivas em todos os critérios, evidenciando que seus usuários consideram que o sistema causa impacto em todas as dimensões avaliadas.

Os recortes das entrevistas apresentados no relatório indicam de que maneira os usuários entendem os impactos do Agritempo. É possível estabelecer um padrão entre as falas dos entrevistados: o usuário acessou o sistema, tomou conhecimento de informações, tomou decisão em relação a práticas agrícolas baseada nesse conhecimento e a prática adotada causou o efeito relatado na entrevista.

⁷ Embrapa (2023).

**Tabela 1.** Índices de impacto do Agritempo, considerando dimensões e critérios do Ambitec-TICs.

Dimensão ambiental	
Critério	Índice de impacto (média)
1. Práticas e políticas de base para sustentabilidade	8,27
2. Alinhamento aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável	10,42
3. Dependência de materiais, energia e infraestrutura	9,71
4. Geração/ emissão de contaminantes/ resíduos	9,81
Índice de impacto ambiental (média)	8,39
Dimensão econômica	
Critério	Índice de impacto (média)
5. Produtividade/ rentabilidade	11,64
6. Eficiência na aquisição de dados/ informações	9,42
7. Acesso a recursos financeiros	8,30
Índice de impacto econômico (média)	9,79
Dimensão social	
Critério	Índice de impacto (média)
8. Respeito ao consumidor/ usuário da tecnologia	10,13
9. Capacitação e qualificação	10,25
10. Oferta e qualidade do trabalho/ emprego	7,08
11. Qualidade do recurso “informação”	10,01
12. Efetividade/ aplicabilidade para programas, ações ou políticas públicas (PAPP)	12,47
Índice de impacto social (média)	9,11
Índice de impacto da tecnologia (média)	9,50

Fonte: baseado em Fasiaben & Mendes (2023).

Essa lógica permeia praticamente todos os critérios das três dimensões. Por exemplo, isso ocorre no critério (3), quando um entrevistado relata que, na medida em que um produtor tem a informação sobre os momentos corretos de irrigação e de aplicação de fertilizantes e outros insumos, passará a proceder com essas práticas nesses momentos, diminuindo, assim, sua dependência em relação a esses materiais (Fasiaben & Mendes, 2023).

O raciocínio também aparece no critério (5), em que um dos usuários indica que, se o produtor não usa informações sobre geadas de modo adequado, correrá o risco de ter prejuízo total na sua lavoura. No critério (6), há o exemplo de uma pessoa que reduziu em mais de 30% o consumo de água da empresa onde trabalhava ao consultar os dados do Agritempo de ocorrência de chuvas em um determinado dia, para decidir se faria a irrigação de áreas verdes (Fasiaben & Mendes, 2023).

Esse padrão ocorre ainda no critério (10), em que um entrevistado detalha que, quando um produtor acessa as informações do Agritempo e consegue alinhar épocas de plantio e colheita, é capaz de otimizar contratações de mão de obra temporária e permanente (Fasiaben & Mendes, 2023).

Para alguns critérios, os efeitos atribuídos são mais indiretos e abrangentes. É o caso do critério (2), em que o impacto segue a lógica de que os produtores usam o Agritempo para reduzir riscos na lavoura, aumentando produção agrícola e gerando renda. Esses benefícios



mais diretos levam à redução da pobreza e da fome, promovendo saúde, bem-estar e redução de desigualdades (Fasiaben & Mendes, 2023).

Essa característica também pode ser vista no critério (12), que obteve o índice de impacto mais alto dentre os critérios. Em 2014, as equipes do Zoneamento Agrícola de Risco Climático (Zarc), outra TIC desenvolvida pela Embrapa, passaram a utilizar a base de dados do Agritempo nos modelos de zoneamento. O Zarc analisa características de solo, clima e ciclo de culturas para indicar datas com menor risco para plantio por município, subsidiando o Programa de Garantia da Atividade Agropecuária (Proagro) e o Programa de Subvenção ao Prêmio do Seguro Rural (PSR), políticas públicas do Ministério da Agricultura e Pecuária (Mapa), e gerando economias estimadas em cerca de 18 bilhões de reais entre 1994 e 2022⁸ (Fasiaben & Mendes, 2023).

Por fim, embora seja um sistema voltado para o setor agrícola, um dos entrevistados destaca um caso curioso de calibragem de equipamentos de oftalmologia com base nos dados de pressão atmosférica fornecidos pelo Agritempo (Fasiaben & Mendes, 2023).

Elementos teóricos do campo da avaliação de impactos relacionados à aplicação do Ambitec-TICs ao Agritempo

As subseções seguintes discutem a metodologia Ambitec-TICs e sua aplicação ao Agritempo, considerando alguns elementos teóricos do campo da avaliação de impactos: abordagens de avaliação de impactos, o efeito causal da intervenção e a institucionalização do processo de avaliação de impactos.

O Ambitec-TICs e as abordagens de avaliação de impactos

As avaliações de impactos de tecnologias da Embrapa podem ser caracterizadas pelo uso de abordagens quantitativas e qualitativas. No geral, as abordagens quantitativas são predominantes na avaliação dos impactos econômicos via método do excedente econômico, conforme mencionado na seção 2. Já as abordagens qualitativas são predominantes nas avaliações de impactos ambientais, econômicos, sociais e institucionais via metodologias Ambitec.

Contudo, é importante situar as próprias metodologias Ambitec e, no caso deste trabalho, o Ambitec-TICs, como uma metodologia que aproveita elementos quantitativos e qualitativos. Alcántara & Woolcock (2014) consideram que a combinação de elementos quantitativos e qualitativos pode ocorrer de diferentes formas em uma avaliação de impactos: no estabelecimento de questões de pesquisa, na coleta de dados, no desenho da avaliação, na análise e na interpretação dos dados.

O Ambitec-TICs, ao utilizar entrevistas qualitativas com usuários de uma tecnologia e solicitar a indicação de um coeficiente de alteração para indicadores que refletem diferentes critérios e dimensões de impacto, procura transformar a narrativa contada nas entrevistas em grandezas numéricas que representam um índice de impacto variável em uma escala. Essa transformação de um grande conjunto de informações qualitativas em uma grandeza quantitativa representa síntese interessante que facilita a comunicação do impacto para partes interessadas. Os índices fornecem um elemento numérico único e de compreensão imediata, que pode ser complementado com elementos qualitativos mais detalhados.

É interessante como tanto Alcántara & Woolcock (2014) quanto Bamberger (2015) apresentam os métodos mistos como a combinação de elementos quantitativos e qualitativos na qual estes últimos parecem complementar os primeiros, estabelecendo relação de subordinação destes com aqueles. O Ambitec-TICs parece seguir lógica contrária, já que parte de elementos qualitativos (as entrevistas em profundidade) para, posteriormente, transformar percepções e evidências coletadas nessas entrevistas em elementos quantitativos – os coeficientes de alteração dos indicadores.

⁸ A avaliação de impacto econômico do Agritempo estima a contribuição dessa TIC, no contexto do Zarc, em torno de 24 milhões de reais, entre 2013 e 2022.



Bamberger (2015) destaca como métodos mistos podem fortalecer o *design* de avaliações de impacto quantitativas. O autor argumenta como uma abordagem com métodos mistos é capaz de identificar de que modo as intervenções são efetivamente implementadas no nível operacional. Assim, as entrevistas em profundidade conduzidas na avaliação do Agritempo via Ambitec-TICs representam esse aspecto, ao focar como a TIC é usada e de que forma isso se reflete nos comportamentos e na tomada de decisão. Esses elementos não poderiam ser capturados na avaliação se, por exemplo, fosse aplicada uma *survey* para que os usuários simplesmente indicassem os coeficientes de alteração para os indicadores.

Outra vantagem da combinação de métodos quantitativos com métodos qualitativos apresentada pelo autor está relacionada à identificação de resultados não pretendidos. O Ambitec-TICs, por ser uma metodologia geral aplicável a TICs, apresenta um conjunto extenso de indicadores para seus critérios. Mesmo assim, identificou-se um inusitado resultado não pretendido, relacionado ao uso do sistema para calibragem de equipamentos da área médica (oftalmologia).

Bamberger (2015) salienta como os métodos mistos contribuem para a avaliação de impactos de programas complexos. Os programas complexos envolvem processos diferentes, exigindo a combinação de múltiplos *frameworks* analíticos; operam em ambientes complexos, com mudanças em diferentes níveis; desenvolvem-se e mudam em resposta ao contexto em que são operados.

O relatório de impactos do Agritempo evidencia como o sistema pode ser classificado como um programa complexo. Suas relações de causa e efeito são multifatoriais e não lineares (os efeitos são combinados com o uso de outras tecnologias; outras políticas públicas atuam conjuntamente para causar os impactos desejados). Dessa forma, o Ambitec-TICs, sendo uma metodologia quantitativo-qualitativa, é capaz de lidar com a complexidade relacionada à adoção do *software*.

A intervenção funciona?

As avaliações de impacto procuram responder qual é o efeito causal de uma intervenção sobre um resultado de interesse (Gertler et al., 2018). Cabe então perguntar: o Agritempo funciona?

A considerar a aplicação do Ambitec-TICs à tecnologia, a resposta é positiva: o Agritempo apresenta impactos ambientais, econômicos e sociais positivos, traduzidos em índices de impacto relevantes e sustentado por relatos de usuários adotantes do sistema em sua rotina de trabalho.

Contudo, pode-se levantar algumas ponderações a respeito. A primeira é que o Ambitec-TICs, por não ser uma abordagem experimental⁹, não utiliza modelo de avaliação baseado no estabelecimento de grupos de tratamento e grupos de controle (contrafactuais), tampouco seleciona os alvos da avaliação aleatoriamente (Randomized Controlled Trials – RCTs) (Gertler et al., 2018). Decorre disso que a avaliação do impacto de tecnologias como o Agritempo usando o Ambitec-TICs pode apresentar vieses.

É possível identificar viés de seleção na avaliação do Agritempo. Os usuários entrevistados foram selecionados intencionalmente e, assim, podem ter sido escolhidos porque fariam uma boa avaliação, atribuindo ao sistema os impactos positivos desejados. Uma seleção randomizada permitiria, por exemplo, a incorporação potencial de usuários que não atribuíssem efeitos positivos ao uso do Agritempo.

Outro aspecto a ser considerado diz respeito ao tamanho da amostra utilizada. Foram entrevistados 13 usuários do Agritempo, ao passo que, conforme relatório de avaliação de impactos, houve mais de 30 mil usuários do Agritempo em 2022¹⁰. Presume-se que a amostra de 13 usuários, por mais diversa, não consegue representar estatisticamente os usuários do sistema, de sorte que a generalização dos impactos deve ser modalizada¹¹.

⁹ Sem nenhuma conotação de demérito. O Ambitec-TICs não se propõe a ser experimental.

¹⁰ O relatório se refere a esse número ora como usuários, ora como acessos.

¹¹ Ainda que o Ambitec-TICs não se proponha a apresentar generalizações concernentes aos impactos de uma dada tecnologia.



Tais fatores limitam as validades interna e externa da avaliação do impacto do sistema Agritempo com o uso do Ambitec-TICs.

É importante cotejar as limitações apresentadas com as condições de realização da avaliação de impacto. Primeiramente, deve-se considerar as dificuldades relacionadas ao estabelecimento de grupos de tratamento e grupos de controle para a intervenção. O Agritempo é um *software* disponibilizado há 20 anos de modo gratuito na internet. O sistema não apresenta controle de acesso de usuários por *login* e senha, o que dificulta sua identificação. Separar usuários de não usuários pode representar grande custo operacional. Além disso, a avaliação de impactos está inserida no processo de gestão de desempenho, encadeado com outros processos organizacionais. Assim, há fatores que limitam a execução da avaliação, como disponibilidade de pessoas para realizá-la, tempo para entrega de seus resultados e disponibilidade de recursos financeiros, o que pode impedir a seleção de amostras mais representativas.

A pergunta inicial desta subseção pode ser respondida considerando a reflexão final em Salles-Filho et al. (2011). A efetividade do Agritempo, bem como da aplicação do Ambitec-TICs na medição dessa efetividade, pode ser adequadamente verificada com mais pesquisas e com a aplicação de diferentes métodos ao mesmo objeto de avaliação.

O Ambitec-TICs e a institucionalização do processo de avaliação de impactos na organização
A seção 2 informou que a avaliação de impactos de tecnologias na Embrapa está inserida no contexto do processo de gestão de desempenho institucional da organização.

Esse processo prevê que cada unidade organizacional da empresa avalie, anualmente, um conjunto de tecnologias selecionadas, usando as metodologias de excedente econômico e Ambitec. Os resultados alimentam o processo de avaliação dessas unidades e a avaliação da Embrapa como um todo. Além disso, alimentam o Balanço Social.

Meyer et al. (2022) apresentam discussão sobre a institucionalização de avaliações de impacto, ou seja, de que maneira as avaliações de impacto podem ser vistas como um conjunto de regras, normas e regulamentos que ligam o comportamento individual aos objetivos sociais, como uma via de mão dupla. Para tanto, os autores apresentam três subsistemas de institucionalização da avaliação: um subsistema político, no qual se enfocam processos e estruturas institucionais; um subsistema social, que abarca a disseminação e a aceitação da avaliação na sociedade; e um subsistema de profissões, que trata a avaliação como uma disciplina. Pode-se dizer que o Ambitec-TICs e, mais amplamente, a avaliação de impactos da Embrapa apresentam elementos de institucionalidade nos subsistemas político e social.

Como as avaliações de impacto na Embrapa ocorrem no contexto do processo organizacional de gestão de desempenho institucional, pode-se assumir que contemplam os elementos do subsistema político, no sentido de que há regramentos que orientam as avaliações de impacto no contexto da Embrapa e as associam a outras práticas da organização: gestão do desempenho da programação, gestão do desempenho de equipes, gestão do desempenho individual, por exemplo. Esse conjunto de regramentos, por sua vez, conecta-se com leis e políticas nacionais, em especial aquelas relacionadas a processos de prestação de contas da Administração Pública.

Já o fato de os resultados das avaliações servirem de insumo para o Balanço Social da Embrapa guarda relação tanto com o subsistema político, dado que o Balanço Social é um instrumento de prestação de contas da Administração Pública, quanto com o subsistema social, na medida em que ele é usado para disseminar os resultados da organização para a sociedade brasileira, fortalecer o discurso público favorável à Embrapa e indicar que a empresa adota postura de transparência.

Pensando no Balanço Social como instrumento que, ao mesmo tempo, concretiza o processo de institucionalização da avaliação de impactos na organização e fomenta sua evolução, pode-se levantar duas considerações do ponto de vista da metodologia para a elaboração do Balanço Social, a fim de que ele possa fortalecer aspectos de institucionalização da avaliação de impactos nos subsistemas político e social.



A primeira refere-se à seleção das tecnologias que compõem o instrumento. As informações comunicadas no Balanço Social são computadas a partir de tecnologias selecionadas pelas unidades da Embrapa. Isso implica que as unidades escolhem aquelas tecnologias que foram mais bem-sucedidas em determinado ano-base, o que, da mesma forma que no caso de seleção dos entrevistados discutido em 4.2, gera viés de seleção para a definição do impacto. Para evitar questionamentos sobre a credibilidade da metodologia e a possibilidade de superestimar impactos, uma alternativa poderia ser a seleção randomizada de tecnologias. Assim, tecnologias que, eventualmente, não tenham causado o impacto pretendido podem ser avaliadas e levadas em consideração para o cômputo final do Balanço Social.

A outra consideração se refere ao fato de que as avaliações são realizadas exclusivamente por equipes internas da Embrapa. Avaliações conduzidas por equipes externas poderiam complementar as avaliações executadas por equipes internas, fornecendo *insights* que eventualmente possam ter-lhes escapado, ou mesmo utilizando outras abordagens de avaliação. Além de esse aspecto contribuir para a institucionalização do processo, reforça a reflexão apresentada no último parágrafo de 4.2, uma vez que tem o potencial de promover a aplicação de diferentes métodos ao mesmo objeto de avaliação.

Considerações finais

Este trabalho analisou a aplicação da metodologia Ambitec-TICs ao Agritempo. Foram descritas a avaliação de impactos de tecnologias da Embrapa, contextualizando o uso do Ambitec-TICs, e a aplicação do Ambitec-TICs ao Agritempo no ano-base 2022. Em seguida, indicaram-se alguns elementos teóricos do campo da avaliação de impacto relacionados à aplicação da metodologia à TIC.

Os elementos teóricos subsidiaram reflexões relacionadas ao Ambitec-TICs como um interessante método misto de avaliação de impactos, capaz de gerar um índice de impacto quantitativo que traduz um conjunto detalhado de percepções e evidências qualitativas coletadas, além de conseguir fortalecer o desenho da avaliação, identificar resultados não pretendidos e lidar com programas complexos.

O Ambitec-TICs apresenta limitações relacionadas à sua validade interna e externa. Contudo, essas limitações devem ser consideradas à luz das contingências inerentes ao contexto de uma avaliação de impactos de TICs feitas por uma organização pública. Além disso, o Ambitec-TICs não se propõe a ser um método experimental, nem a chegar a generalizações sobre o impacto de tecnologias.

O Ambitec-TICs e, mais amplamente, a avaliação de impactos da Embrapa apresentam elementos de institucionalidade nos subsistemas político e social. Ajustes na metodologia que gera o Balanço Social da Embrapa, referentes à seleção aleatória das tecnologias e a avaliações conduzidas por equipes externas, podem contribuir para o fortalecimento de sua institucionalização.

Fonte de financiamento

Não há.

Conflito de interesse

Não há.

Agradecimentos

Meus agradecimentos à Chefia da Embrapa Agricultura Digital, pela autorização para cursar, no primeiro semestre de 2023, a disciplina CT263 – Instrumentos de Política e Gestão: Avaliação de Resultados e Impactos, parte do Programa de Pós-Graduação em Política Científica e Tecnológica, do Instituto de Geociências da Universidade Estadual de Campinas,



em cujo trabalho final este relato de experiência é baseado, e aos professores Adriana Bin, Ana Maria Carneiro e Sergio Salles-Filho, pelas discussões e trocas ocorridas ao longo da referida disciplina.

Referências

- Alcántara, Alejandra Mendoza, & Woolcock, Michael. (2014). Integrating qualitative methods into investment climate impact evaluations. Washington, DC: The World Bank. <http://doi.org/10.1596/1813-9450-7145>.
- Ávila, Antonio Flávio Dias, Rodrigues, Geraldo Stachetti, & Vedovoto, Graciela Luzia. (2008). Avaliação dos impactos de tecnologias geradas pela Embrapa: metodologia de referência. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica. 189 p.
- Bamberger, Michael. (2015). Innovations in the use of mixed methods in real-world evaluation. *Journal of Development Effectiveness*, 7(3), 317-326. <http://doi.org/10.1080/19439342.2015.1068832>.
- Embrapa Agricultura Digital. (2023). *Apresentação da Unidade*. Recuperado em 18 de junho de 2023, de <https://www.embrapa.br/agricultura-digital/apresentacao>.
- Embrapa. (2020). *VII Plano Diretor da Embrapa*. Recuperado em 18 de junho de 2023, de <https://www.embrapa.br/vii-plano-diretor>.
- Embrapa. (2023). *Balanco Social 2022*. Recuperado em 18 de junho de 2023, de <https://www.embrapa.br/balanco-social-2022>.
- Embrapa. (2024a). *Sobre a EMBRAPA*. Recuperado em 18 de junho de 2023, de <https://www.embrapa.br/en/sobre-a-embrapa>.
- Embrapa. (2024b). *Macroprocesso de inovação*. Recuperado em 18 de junho de 2023, de <https://www.embrapa.br/macroprocesso-de-inovacao>.
- Fasiaben, Maria do Carmo Ramos, Mendes, Cássia Isabel Costa. (2023). Relatório de Avaliação dos Impactos do Sistema de Monitoramento Agrometeorológico – Agritempo. Campinas: Embrapa Agricultura Digital. 49 p.
- Gertler, Paul, Martínez, Sebastián, Premand, Patrick, Rawlings, Laura, Vermeersch, Christel. (2018). Impact evaluation in practice. Washington: The World Bank. Recuperado em 18 de junho de 2023, de <https://publications.iadb.org/publications/portuguese/document/Avalia%C3%A7%C3%A3o-de-impacto-na-pr%C3%A1tica-Segunda-edi%C3%A7%C3%A3o.pdf>.
- Meyer, Wolfgang, Stockmann, Reinhard, & Szentmarjay, Laszlo. (2022). The institutionalisation of evaluation: theoretical background, analytical concept and methods. In: Reinhard Stockmann, Wolfgang Meyer, Laszlo Szentmarjay (Eds.), *The Institutionalisation of Evaluation in the Americas* (pp. 3-37). Cham: Palgrave Macmillan. http://doi.org/10.1007/978-3-030-81139-6_1.
- Pinto, Daniela Maciel, Oliveira, Priscilla, Minitti, André Fachini, Mendes, Angelo Mansur, Vilela, Gisele Freitas, Castro, Gustavo Spadotti Amaral, Rocha, José Dilcio, Bogiani, Júlio César, Júnior, Nogueira, Rodrigues, Lauro, Costa, Cinthia Cabral. Novaes, Renan Milagres Lage, Jesus, Igor Rosa Dias, Fae, Veramildes Aparecida, Camargo, Marisa de Paula Eduardo, Mitsuyuki, Milene Corso, Alencar, Júnia Rodrigues, Cruz, Maria Clara, Garcia, Elaine Priscila de Andrade, Jardine, José Gilberto, Rodrigues, Geraldo Stachetti. (2020). *Ambitec-TICs: avaliação de impactos de tecnologias de informação e comunicação aplicadas à agropecuária*. Campinas: Embrapa Territorial. 31 p. (Embrapa Territorial. Documentos, 131).
- Salles-Filho, Sérgio, Bonaccelli, Maria Beatriz, Carneiro, Ana Maria, Castro, Paula Drummond, Santos, Fernando Oliveira (2011). Evaluation of ST&I programs: a methodological approach to the Brazilian Small Business Program and some comparisons with the SBIR program. *Research Evaluation*, 20(2), 159–171. <http://doi.org/10.3152/095820211X12941371876184>.