

## Ambitec-TICs: Avaliação de impactos de tecnologias de informação e comunicação aplicadas à agropecuária



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Territorial  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

## **DOCUMENTOS 131**

# Ambitec-TICs: Avaliação de impactos de tecnologias de informação e comunicação aplicadas à agropecuária

*Daniela Maciel Pinto  
Priscila de Oliveira  
André Fachini Minitti  
Angelo Mansur Mendes  
Gisele Freitas Vilela  
Gustavo Spadotti Amaral Castro  
José Dilcio Rocha  
Julio Cesar Bogiani  
Lauro Rodrigues Nogueira Júnior  
Cinthia Cabral da Costa  
Renan Milagres Lage Novaes  
Igor Rosa Dias de Jesus  
Veramilles Aparecida Fae  
Marisa de Paula Eduardo Camargo  
Milene Corso Mitsuyuki  
Junia Rodrigues de Alencar  
Maria Clara da Cruz  
Elaine Priscila de Andrade Garcia  
José Gilberto Jardine  
Geraldo Stachetti Rodrigues*

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Territorial**  
Av. Soldado Passarinho, nº 303  
Fazenda Chapadão  
13070-115, Campinas, SP  
Fone: (19) 3211.6200  
www.embrapa.br/territorial  
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações  
da Embrapa Territorial

Presidente  
*Luciôla Alves Magalhães*

Secretário-executivo  
*André Luiz dos Santos Furtado*

Membros  
*Bibiana Teixeira de Almeida, Carlos Alberto de Carvalho, Cristina Aparecida Gonçalves Rodrigues, José Dilcio Rocha, Suzi Carneiro, Vera Viana dos Santos Brandão, Ângelo Mansur Mendes, Carlos Fernando Quartaroli, Marcelo Fernando Fonseca e Paulo Augusto Vianna Barroso*

Supervisão editorial  
*Suzi Carneiro e Bibiana Teixeira de Almeida*

Revisão de texto  
*Bibiana Teixeira de Almeida*

Normalização bibliográfica  
*Vera Viana dos Santos Brandão*

Projeto gráfico da coleção  
*Carlos Eduardo Felice Barbeiro*

Editoração eletrônica e tratamento das ilustrações  
*Suzi Carneiro*

Ilustração da capa  
*Suzi Carneiro, com imagens de FreePick e Adobe*

**1ª edição**  
1ª impressão (2020): versão on-line

**Todos os direitos reservados.**

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
Embrapa Territorial

---

Ambitec-TICs: avaliação de impactos de tecnologias de informação e comunicação aplicadas à agropecuária / Daniela Maciel Pinto... [et al.]. – Campinas: Embrapa Territorial, 2020.  
31 p.: il. ; (Documentos / Embrapa Territorial, ISSN 0103-7811; 131).

1. Adoção de tecnologia. 2. Agricultura 4.0. 3. Balanço social. 4. Inovação. 5. Metodologia. 6. Transferência de tecnologia. I. Pinto, Daniela Maciel. II. Oliveira, Priscila de. III. Minitti, André Fachini. IV. Mendes, Angelo Mansur. V. Vilela, Gisele Freitas. VI. Castro, Gustavo Spadotti Amaral. VII. Rocha, José Dilcio. VIII. Bogiani, Júlio Cesar. IX. Nogueira Junior, Lauro Rodrigues. X. Costa, Cinthia Cabral da. XI. Novaes, Renan Milagres Lage. XII. Jesus, Igor Rosa Dias de. XIII. Fae, Veramilles Aparecida. XIV. Camargo, Marisa de Paula Eduardo. XV. Mitsuyuki, Milene Corso. XVI. Alencar, Junia Rodrigues de. XVII. Cruz, Maria Clara da. XVIII. Garcia, Elaine Priscila de Andrade. XIX. Jardine, José Gilberto. XX. Rodrigues, Geraldo Stachetri. XXX. Título. XL. Série.

---

CDD 630.72

© Embrapa, 2020

## Autores

### **Daniela Maciel Pinto**

Bibliotecária, mestre em Ciência da Informação, analista da Embrapa Territorial, Campinas, SP

### **Priscila de Oliveira**

Engenheira-agrônoma, doutora em Fitotecnia, pesquisadora da Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP

### **André Fachini Minitti**

Engenheiro-agrônomo, especialista em Gestão Empresarial Estratégica, analista da Embrapa Informática Agropecuária, Campinas, SP

### **Angelo Mansur Mendes**

Engenheiro-agrônomo, mestre em Agronomia, pesquisador da Embrapa Territorial, Campinas, SP

### **Gisele Freitas Vilela**

Engenheira-agrônoma, doutora em Agronomia, pesquisadora da Embrapa Territorial, Campinas, SP

### **Gustavo Spadotti Amaral Castro**

Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitotecnia, analista da Embrapa Territorial, Campinas, SP

### **José Dilcio Rocha**

Engenheiro-químico, doutor em Engenharia Mecânica, pesquisador da Embrapa Territorial, Campinas, SP

### **Julio Cesar Bogiani**

Agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Territorial, Campinas, SP

**Lauro Rodrigues Nogueira Júnior**

Agrônomo, doutor em Recursos Florestais, pesquisador da Embrapa Territorial, Campinas, SP

**Cinthia Cabral da Costa**

Agrônoma, doutora em Economia Aplicada, pesquisadora da Embrapa Instrumentação, São Carlos, SP

**Renan Milagres Lage Novaes**

Biólogo, mestre em Genética, analista da Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP

**Igor Rosa Dias de Jesus**

Engenheiro de produção, doutor em Engenharia de Produção, analista da Embrapa Solos, Rio de Janeiro, RJ

**Veramilles Aparecida Fae**

Economista, mestre em Economia e Gestão Empresarial, analista da Embrapa Solos, Rio de Janeiro, RJ

**Marisa de Paula Eduardo Camargo**

Engenheira-agrônoma, mestre em Engenharia Agrícola, analista da Embrapa Instrumentação, São Carlos, SP

**Milene Corso Mitsuyuki**

Estatística, analista da Embrapa Instrumentação, São Carlos, SP

**Junia Rodrigues de Alencar**

Economista, doutora em Economia e Empresa, pesquisadora aposentada da Embrapa Informática Agropecuária, Campinas, SP

**Maria Clara da Cruz**

Geógrafa, doutora em Geografia, analista da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília, DF

**Elaine Priscila de Andrade Garcia**

Bióloga, doutoranda em Desenvolvimento Econômico, Unicamp, Campinas, SP

**José Gilberto Jardine**

Engenheiro de alimentos, doutor em Biotecnologia, pesquisador da Embrapa Territorial, Campinas, SP

**Geraldo Stachetti Rodrigues**

Ecólogo, Ph.D. em Ecologia e Biologia Evolutiva, pesquisador da Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP

## Apresentação

Fruto da constante busca pela aplicação assertiva do conhecimento agropecuário, e tendo as tecnologias da informação e comunicação (TICs) como base para a disseminação e o uso de tecnologias, produtos, processos e serviços (TPPS) gerados pela Embrapa e por seus parceiros, este trabalho propõe um conjunto de critérios e indicadores para a avaliação de impactos das TICs.

Trata-se de uma adaptação do “Sistema de avaliação de impactos ambientais de inovações tecnológicas agropecuárias (Ambitec-Agro)”, desenvolvido e adotado pela Embrapa para avaliar suas tecnologias tradicionais. A adaptação recebeu o nome “Ambitec-TICs”, e foi formulada com foco específico nas inovações de tecnologias da informação e comunicação.

Além de permitir a adoção de critérios consistentes para analisar o impacto das TICs desenvolvidas e em desenvolvimento pela Embrapa, esse conjunto de critérios e indicadores favorece uma melhor avaliação dos impactos de soluções antes não avaliadas ou submetidas a metodologias díspares em relação à sua natureza, criando, assim, condições para que o avanço tecnológico seja um suporte indispensável ao desenvolvimento da agricultura brasileira.

*Evaristo Eduardo de Miranda*

Chefe-Geral da Embrapa Territorial



## Sumário

Apresentação .....	7
Introdução.....	11
Módulo de critérios e indicadores de impactos para tecnologias de informação e comunicação (Ambitec-TICs) .....	12
Detalhamento das dimensões e dos critérios componentes do Ambitec-TICs .....	13
Cálculos utilizados para identificação dos índices de impacto no Ambitec-TICs .....	17
Aplicação experimental da metodologia Ambitec-TICs .....	21
Análise do impacto de seis tecnologias da informação e comunicação (TICs) do portfólio da Embrapa ..	21
Breve apresentação das tecnologias avaliadas experimentalmente usando o Ambitec-TICs .....	22
TIC 1 – RenovaCalc: Ferramenta para cálculo da intensidade de carbono dos biocombustíveis .....	22
TIC 2 – Ainfo: Sistema de Gestão do Acervo Documental e Digital da Embrapa .....	23
TIC 3 – Sistema de Inteligência Territorial Estratégica da Macrologística Agropecuária Brasileira (Site-MLog) .....	23
TIC 4 – GeoInfo: Infraestrutura de Dados Espaciais da Embrapa .....	24
TIC 5 – GeoAtlas: Geotecnologias como apoio à elaboração de material didático para o ensino fundamental: Atlas Escolar da Região Metropolitana de Campinas .....	24
TIC 6 – Agricultura e Preservação Ambiental: uma primeira análise do Cadastro Ambiental Rural (Análise do CAR).....	25
Breve análise crítica dos estudos-piloto usando o Ambitec-TICs .....	25
Considerações finais .....	26
Referências .....	27
ANEXO I – Referências de revisão da literatura para análise crítica e estruturação do sistema .....	29
Ambitec-TICs.....	29



## Introdução

As transformações ocorridas no meio rural brasileiro decorrem, em grande parte, da geração de soluções tecnológicas que, quando adotadas, recebem o status de inovação. A adoção de novas técnicas e sistemas de produção fez com que o País passasse de importador de alimentos para um dos mais importantes *players* do agronegócio, ocupando posições estratégicas no mercado mundial para diferentes produtos agrícolas. Nesse contexto, a ocupação de novas áreas deixou de ser o principal elemento para o crescimento da produção, e a adoção tecnológica passou a ser o principal motor do desenvolvimento agropecuário (Alves et al., 2005; Alves; Silva, 2013; Castro et al., 2017).

Ainda que o acesso a insumos, máquinas, variedades resistentes e raças melhoradas, entre outras tecnologias convencionais, promova o avanço da produtividade no campo, recentemente as novas tecnologias da informação e comunicação (TICs) têm se destacado na pesquisa técnico-científica, ocupando posição estratégica em praticamente todas as cadeias produtivas agropecuárias (Assad; Pancetti, 2009).

Segundo Massruhá et al. (2014), os atuais desafios da agricultura demandam o uso crescente de TICs para assegurar eficiência no uso dos recursos naturais e nos complexos processos de gestão das propriedades rurais e cadeias agroalimentares, constituindo a chamada “agricultura 4.0”. Massruhá e Leite (2017) definem a agricultura 4.0 (que é centrada nas TICs) como a conexão, em tempo real, dos dados coletados por tecnologias digitais, com o objetivo de otimizar a produção em todas as suas etapas. Representa, ainda, a chegada da internet das coisas (IoT) ao campo: os equipamentos utilizados nos processos agropecuários estão conectados e, com apoio de inteligência artificial e aprendizado de máquina, auxiliam na obtenção e análise de dados das cadeias produtivas, possibilitando que decisões sejam tomadas considerando a condição real das propriedades rurais.

As TICs representam o que Alves e Silva (2013) denominam de “conhecimentos não cristalizados<sup>1</sup>”, ou seja, as tecnologias ou os conjuntos de dados e informações que reorganizam a forma de pensar a agricultura e de desenvolvê-la, e que caracterizam uma transformação essencial que vem ocorrendo nos anos mais recentes na agricultura nacional (Massruhá et al., 2014; Massruhá; Leite, 2017).

Essa transformação torna fundamental avaliar os impactos desse tipo de tecnologias, para identificar suas contribuições para o desempenho ambiental, econômico e social no contexto das atividades produtivas rurais. A avaliação de impactos de tecnologias (AIT) torna-se um importante instrumento para o processo de inovação tecnológica (Andrade, 2012), ao apresentar variáveis capazes de estimar o resultado entregue por uma tecnologia, produto, processo ou serviço (TPPS) que seja adotado pelo setor produtivo. A prática dessas avaliações, de maneira constante, minuciosa e focada na geração de valor, é fundamental para orientar as instituições públicas e privadas de pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I) na geração de soluções para o ambiente produtivo e o poder público.

A AIT é empregada na Embrapa desde o fim da década de 1980, para identificar anualmente os impactos das entregas à sociedade e apoiar as decisões de PD&I praticadas na Empresa. Segundo Ávila et al. (2008, 2015), esse processo vem sendo aprimorado e inclui o desenvolvimento de uma abordagem própria denominada “Sistema de Avaliação de Impactos de Inovações Tecnológicas Agropecuárias” (Ambitec-Agro). O Ambitec-Agro passou a ser adotado na Embrapa a partir dos anos

---

<sup>1</sup> Diferentemente de insumos e máquinas, o conhecimento não cristalizado corresponde ao conjunto de dados e informações que apoiam o desenvolvimento agropecuário.

2000, para avaliar os impactos das TPPS geradas pela Empresa, e considera quatro dimensões, a saber: ambiental, econômica, social e institucional. As avaliações de impactos desenvolvidas na Embrapa são feitas por profissionais de diversas áreas e tornaram-se um importante processo de orientação institucional, que serve como fonte primordial para a formulação do Balanço Social<sup>2</sup> da Empresa.

Analisando esse processo de AIT no contexto da Embrapa, Vedovoto et al. (2008) ressaltam que as avaliações de impactos desenvolvidas usando o Ambitec-Agro referem-se a produtos tecnológicos convencionais, mormente representados por insumos, máquinas e equipamentos, cultivares e raças geneticamente melhoradas, vacinas e sistemas de produção. Segundo os autores, a estrutura do Ambitec-Agro não contempla a totalidade das tipologias das soluções tecnológicas geradas no âmbito da Empresa, especialmente aquelas não diretamente aplicadas como práticas produtivas, como as TICs.

Tendo em mente essa limitação, e reconhecendo o crescimento das TICs como instrumentos de apoio à competitividade agropecuária, faz-se necessária uma abordagem dedicada às características das TICs, quais sejam: 1. têm interface indireta com a propriedade rural e as atividades nela praticadas; 2. situam-se “fora da porteira”, ou à parte do ambiente produtivo rural; 3. constituem-se de dados e informações para aquisição e transferência de conhecimentos (intangíveis<sup>3</sup>); 4. trazem dependência de uma infraestrutura de TI para ações de PD&I e TT; 5. enfatizam ambientes de apoio a decisões e simulação de cenários; 6. favorecem a disseminação de dados e informações em mídias diversas e meios informatizados.

Nesse contexto, este trabalho tem o objetivo de apresentar um módulo metodológico derivado do sistema de indicadores Ambitec-Agro<sup>4</sup> (Rodrigues et al., 2003, 2010), voltado à avaliação de impactos de inovações oriundas das TICs e à verificação de sua aplicabilidade a seis diferentes TPPS da Embrapa, em avaliações-piloto com seus desenvolvedores e usuários.

## Módulo de critérios e indicadores de impactos para tecnologias de informação e comunicação (Ambitec-TICs)

Com vistas a estruturar um método focado na avaliação de impactos de tecnologias baseadas em dados e informações adequada ao contexto da produção agropecuária, um grupo de profissionais atuantes na avaliação de impactos de tecnologias e programas de P&D, internos e externos à Embrapa, trabalhou na configuração de um sistema de indicadores, ora denominado de “Módulo de critérios e indicadores de impactos para tecnologias de informação e comunicação (Ambitec-TICs)”. Tais profissionais foram selecionados a partir de uma consulta às Unidades da Embrapa da região Sudeste, as quais geram soluções tecnológicas caracterizadas como TICs. O grupo de profissionais foi formalmente constituído pela organização de uma “ação gerencial local” (AGL<sup>5</sup>) pela chefia da Embrapa Territorial.

Para a construção do Ambitec-TICs, foram promovidas três oficinas, em formato presencial e com transmissão por videoconferência. A primeira oficina contou com a participação de uma especialista em avaliação de impactos na abordagem multicritério de Bana e Costa (1990),

<sup>2</sup> Mais informações em: <<https://www.embrapa.br/balanco-social>>.

<sup>3</sup> Diferentemente de insumos e máquinas, o conhecimento intangível, ou não cristalizado, corresponde ao conjunto de dados e informações que apoiam o desenvolvimento agropecuário.

<sup>4</sup> Para ter acesso ao sistema de indicadores Ambitec-Agro, ver <<http://www.cnpma.embrapa.br/forms/ambitec.html>>.

<sup>5</sup> Estrutura adotada na Embrapa para organizar o planejamento da Empresa junto às Unidades.

externa à Embrapa, que contribuiu para ampliar o entendimento sobre a avaliação de impactos para TICs. Ainda na primeira oficina buscou-se caracterizar as TICs, por meio de apresentações das soluções tecnológicas identificadas pelas Unidades participantes, e estruturou-se um conjunto de palavras-chave capazes de representar tais tecnologias a partir de seu uso. Em seguida, foi elaborada uma revisão bibliográfica sobre o tema<sup>6</sup>, com resumos comentados para cada estudo revisado, a qual foi distribuída aos participantes da AGL para análise crítica e comentários ao longo das próximas oficinas.

Nas oficinas subsequentes foram exploradas experiências de estruturação de sistemas de avaliação de impactos de tecnologias na Embrapa, tais como o Ambitec-Ciclo de Vida (Figueirêdo et al., 2010) e o trabalho de Souza et al. (2017) para estruturação de um conjunto de critérios e indicadores voltados para tecnologias do setor de bioenergia, visando identificar as principais dificuldades relacionadas à avaliação de impactos de TICs, responder os principais questionamentos sobre as tecnologias propostas pelas Unidades, bem como levantar variáveis (base para os critérios e indicadores) para a caracterização de tais inovações.

Com base nas variáveis e informações levantadas e seguindo a estrutura adotada pela Embrapa para a avaliação de impactos implantada no Balanço Social institucional<sup>7</sup>, foram consideradas três dimensões (ambiental, econômica e social) para a organização de critérios e indicadores.

Ao fim de uma série de procedimentos de proposição, análise crítica, seleção e hierarquização, tendo em vista o referencial teórico associado à avaliação de impactos (Anexo I), foi estruturado um conjunto de 12 critérios e 65 indicadores (Figura 1) especialmente aplicados a TPPS agropecuárias relacionadas a dados e informações. Além das três dimensões citadas, o Ambitec-TICs adota integralmente a dimensão “desenvolvimento institucional”, conforme consta do sistema Ambitec-Agro<sup>8</sup>. Assim, neste trabalho são tratadas tão somente as inserções das dimensões para as quais foram produzidos novos critérios e indicadores, quais sejam: ambiental, econômica e social.

Para melhor compreensão da estrutura e das considerações propostas no Ambitec-TICs, são apresentados a seguir os detalhes das dimensões e seus grupos de critérios e indicadores.

## **Detalhamento das dimensões e dos critérios componentes do Ambitec-TICs**

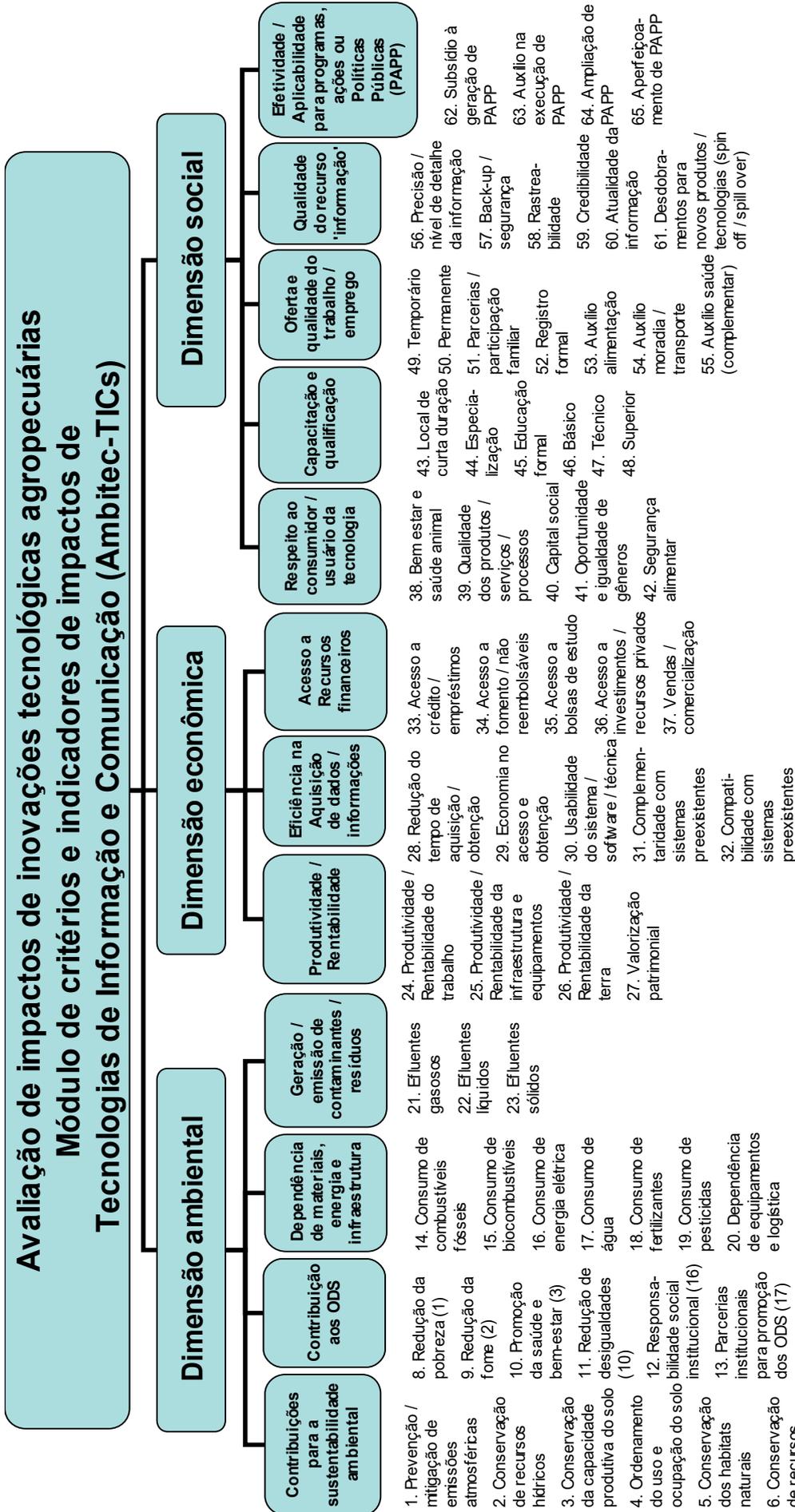
A primeira dimensão, a ambiental, analisa os aspectos de sustentabilidade e conservação ambiental relacionados à aplicação da tecnologia na produção agrícola, reúne um total de 4 critérios e 23 indicadores, e leva em consideração os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) (Santos et al., 2018), que estão distribuídos ao longo da estrutura do sistema Ambitec-TICs e são complementados por um critério específico.

A dimensão econômica avalia questões relativas a captação de recursos e economicidade, em um conjunto de 3 critérios e 14 indicadores, que incluem aspectos relativos a ganhos de produtividade e rentabilidade, eficiência na aquisição de dados e informações e potencial de acesso a crédito e recursos financeiros oriundos da adoção da TIC.

<sup>6</sup> Ver referências no Anexo I. Resumos e comentários (28 páginas, incluindo tabelas e figuras) foram suprimidos.

<sup>7</sup> A estrutura do Balanço Social da Embrapa considera quatro dimensões: ambiental, econômica, social e institucional.

<sup>8</sup> Para acesso à dimensão institucional, utilizada no Ambitec-TICs, ver a planilha “Impactos Desenv. Institucional” do Ambitec-Agro, disponível em: <<http://www.cnpma.embrapa.br/forms/ambitec.html>>.



**Figura 1.** Estrutura de dimensões, critérios e indicadores para avaliação de impactos de Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs), aplicadas a processos agropecuários. Fonte: Elaborado pelos autores.

A dimensão social, por sua vez, analisa os aspectos associados a melhorias alcançadas por meio da adoção da TIC e a transformações de interesse social. Reúne 5 critérios e 28 indicadores, a partir dos quais é possível averiguar a tecnologia e suas relações com os usuários e consumidores, bem como a sua capacitação e qualificação para uso da TIC. Essa dimensão verifica, ainda, os impactos referentes à oferta e qualidade dos dados e informações disponibilizados por meio da tecnologia e caracteriza a TIC na esfera político-social, a partir da avaliação de ações, programas ou políticas públicas diretamente relacionadas à sua adoção.

A organização das dimensões e seus critérios componentes, bem como os impactos esperados a partir do uso da TIC avaliada são detalhados na Tabela 1.

**Tabela 1.** Critérios e indicadores para avaliação de impacto ambiental, econômico e social no módulo Ambitec-TICs.

Dimensão ambiental	
Critério	Detalhamento
Práticas e políticas de base para sustentabilidade	Este critério é composto por sete indicadores e tem como objetivo avaliar a relação da TIC com as questões que promovem ações para sustentabilidade, na prevenção e mitigação de emissões atmosféricas, na conservação de recursos hídricos, dos habitats, dos recursos genéticos e biodiversidade, da capacidade produtiva do solo e seu ordenamento, uso e ocupação. Também busca a promoção de energias alternativas e autonomia.
Alinhamento aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (aqueles não contemplados em outros critérios)	O critério é composto por seis indicadores diretamente associados aos ODS. Avalia-se a TIC e sua relação com os ODS não inseridos no restante da estrutura do Ambitec-TICs, na perspectiva de identificar as contribuições da tecnologia para a formulação ou o cumprimento dos ODS diretamente associados à redução da pobreza, da fome e desigualdade social, à promoção da saúde e bem-estar, à responsabilidade social e à construção de parcerias para efetivação dos ODS.
Dependência de materiais, energia e infraestrutura	O critério reúne um total de sete indicadores que objetivam avaliar os aspectos relacionados à dependência de combustíveis fósseis e biocombustíveis, bem como ao consumo de energia elétrica, água, fertilizantes e pesticidas. Avalia, também, o nível de dependência, a partir da adoção da TIC, do uso de equipamentos diversos e de elementos de logística.
Geração/emissão de contaminantes/resíduos	O critério é composto de três indicadores, cujo objetivo é avaliar o impacto da TIC na geração e emissão de contaminantes e resíduos, considerando seus efluentes gasosos, líquidos e sólidos.
Dimensão econômica	
Critério	Detalhamento
Produtividade/rentabilidade	O critério é composto de quatro indicadores que buscam avaliar a influência da TIC sobre os aspectos de produtividade e rentabilidade do trabalho, da infraestrutura e de equipamentos, da terra e da valorização patrimonial obtida a partir da adoção da TIC.
Eficiência na aquisição de dados/informações	Este critério contém cinco indicadores que se vinculam a dois cenários para avaliação: (1) Economia e praticidade e (2) Interfaces tecnológicas. No primeiro, avaliam-se dois indicadores relacionados à redução do tempo na aquisição dos dados e informações e à economia obtida a partir do acesso aos dados e informações disponíveis na TIC. No segundo, busca-se identificar os impactos associados à experiência do usuário da TIC em relação à usabilidade da TIC, à sua complementaridade e compatibilidade com sistemas preexistentes.
Acesso a recursos financeiros	O critério é composto por cinco indicadores que analisam o comportamento da TIC, sob a ótica de seu adotante, como facilitadora do acesso a recursos financeiros, públicos e privados, reembolsáveis e de subvenção, bem como acesso a bolsas de estudo, e na venda ou comercialização de produtos gerados a partir da adoção da tecnologia.

Continua...

**Tabela 1.** Continuação.

Dimensão social	
Critério	Detalhamento
Respeito ao consumidor/usuário da tecnologia	Este critério é composto por cinco indicadores cuja avaliação busca mensurar o impacto da TIC com base no respeito ao seu usuário e na sua manutenção como cliente adotante, a partir dos aspectos relacionados ao bem-estar e à saúde animal, à qualidade dos produtos, ao capital social, à oportunidade e igualdade de gêneros e à segurança alimentar.
Capacitação e qualificação	O critério contém seis indicadores organizados em dois cenários: (1) variáveis de tipos de capacitação e (2) variáveis de nível de qualificação preferencial. Seu objetivo é identificar aspectos associados à necessidade de capacitação e qualificação do adotante no uso da tecnologia. No primeiro, são avaliadas as modalidades de capacitações, ou seja, quais os tipos de capacitações (local, especialização ou educação formal). No segundo, avalia-se a qualificação em relação à educação formal, para uso da tecnologia, em três níveis: básico, técnico e superior.
Oferta e qualidade do trabalho/emprego	Neste critério, são avaliados sete indicadores, diretamente relacionados à oferta e qualidade de trabalho e emprego. Organiza-se em dois cenários: (1) variáveis de tipos de contratação e (2) variáveis de seguridade e benefícios. No primeiro cenário, analisa-se o impacto da TIC na promoção de trabalho temporário e permanente e na construção de parcerias de participação familiar. No segundo, avaliam-se as questões de seguridade e benefícios associados ao trabalho e emprego, na perspectiva de registro formal, auxílio alimentação, moradia, transporte e saúde.
Qualidade do recurso "informação"	O critério é composto por seis indicadores que buscam avaliar a qualidade dos dados e informações disseminados/transferidos por meio da TIC. Analisam-se a precisão e o nível de detalhamento dos dados e informações disponibilizados, a segurança no acesso, tendo em vista o backup dos dados e informações, a rastreabilidade, credibilidade e atualidade da produção dos dados e informações disponibilizados, bem como as potencialidades da TIC para promover desdobramentos para novos produtos ( <i>spin-off/spill-over</i> ).
Efetividade/aplicabilidade para programas, ações ou políticas públicas (PAPP)	O critério é composto por quatro indicadores que propõem uma avaliação da efetividade da TIC quanto à sua aplicabilidade em programas, ações ou políticas públicas e seus efeitos perante o subsídio à geração, auxílio na execução, ampliação e aperfeiçoamento dos programas, ações ou políticas públicas (PAPP).

Definida a estrutura das dimensões, dos critérios e indicadores utilizados pelo Ambitec-TICs, os impactos são valorados usando coeficientes de alteração, obtidos a partir de consultas feitas aos usuários das soluções tecnológicas e que consideram as escalas de ocorrência no alcance institucional específico de utilização das TICs, segundo evidências relativas ao contexto definido pelo usuário adotante. Os coeficientes de alteração propostos para expressar os efeitos observados em avaliações de impacto usando o sistema Ambitec-TICs, aplicados a cada um dos 65 indicadores, são mostrados na Tabela 2.

**Tabela 2 .** Indicadores de impacto relacionados à influência da TIC, no contexto do adotante e coeficiente de alteração.

Impacto da tecnologia de informação e comunicação, sob as condições específicas de adoção	Coeficiente 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

Os coeficientes de alteração representam a direção e a magnitude dos efeitos da adoção tecnológica na atividade produtiva ou gerencial, comparados à situação hipotética de não adoção da tecnologia ou à situação anterior à adoção da tecnologia. São obtidos em levantamento de dados e verificação de evidências junto ao adotante, quando possível com verificação *in loco*, relativa ao conhecimento do usuário da TIC no contexto específico, bem como na situação institucional particular na qual ocorre a adoção.

Assim como ocorre para os demais módulos do sistema Ambitec-Agro, preconiza-se que os coeficientes de alteração, verificados nos levantamentos de dados relativos a cada critério e seu grupo de indicadores, sejam valorados como “grande alteração” ( $\pm 3$ ) quando forem observados incrementos ou reduções superiores a 25%, conforme o enunciado do indicador, em relação ao contexto anterior à adoção tecnológica. Os indicadores devem ser valorados como “moderadas alterações” ( $\pm 1$ ) quando os efeitos observados forem de magnitude inferior a 25%, ou, ainda, como “inalterados” (0), quando a tecnologia não implica alteração no indicador específico.

A valoração dos coeficientes de alteração dos indicadores sempre considera a “escala de ocorrência” dos impactos, seja ela pontual, local ou no entorno. O fator de ponderação da escala de ocorrência implica a multiplicação dos coeficientes de alteração dos indicadores por valores predeterminados, apresentados na Tabela 3.

**Tabela 3.** Fatores de ponderação relativos à escala da ocorrência dos impactos.

Escala espacial de ocorrência dos impactos sobre os indicadores	Fatores de ponderação
<b>Pontual:</b> quando os impactos alcançam a realização do trabalho individual ou da equipe imediata do agente/gestor	1
<b>Local:</b> quando os impactos alcançam a realização do trabalho no âmbito do departamento/instituição do agente/gestor	2
<b>Entorno:</b> quando os impactos alcançam a realização do trabalho geral, incluindo parceiros institucionais, usuários externos e beneficiários	5

### Cálculos utilizados para identificação dos índices de impacto no Ambitec-TICs

Concluída a coleta de evidências relativas à avaliação dos indicadores e inseridos os respectivos coeficientes de alteração nas matrizes de ponderação correspondentes, para todos os critérios, os resultados dos índices de impacto da inovação tecnológica são automaticamente expressos em gráficos compostos para cada dimensão, junto a uma tabela síntese que apresenta o conjunto dos 12 critérios com seus respectivos fatores de importância e o gráfico com o índice de impacto da inovação tecnológica (Figura 3).

O cálculo do índice de impacto para cada critério é obtido pela expressão:

$$Ii_c = \sum_{i=1}^m A_{ic} * E_{ic} * P_{ic}$$

na qual:

$Ii_c$  = índice de impacto observado para o critério c;

$A_{ic}$  = coeficiente de alteração do indicador i do critério c;

$E_{ic}$  = fator de ponderação para escala de ocorrência espacial do indicador  $i$  do critério  $c$ ;

$P_{ic}$  = fator de ponderação para importância do indicador  $i$  na composição do critério  $c$ ;

$m$  = número de indicadores do critério  $c$ .

O índice de impacto da inovação tecnológica é obtido pela expressão:

$$li_t = \sum_{i=1}^m li_c * P_c$$

na qual:

$li_t$  = índice de impacto da tecnologia  $t$ ;

$li_c$  = índice de impacto observado para o critério  $c$ ;

$P_c$  = fator de ponderação para importância do critério  $c$  para composição do índice de impacto da tecnologia  $t$ ;

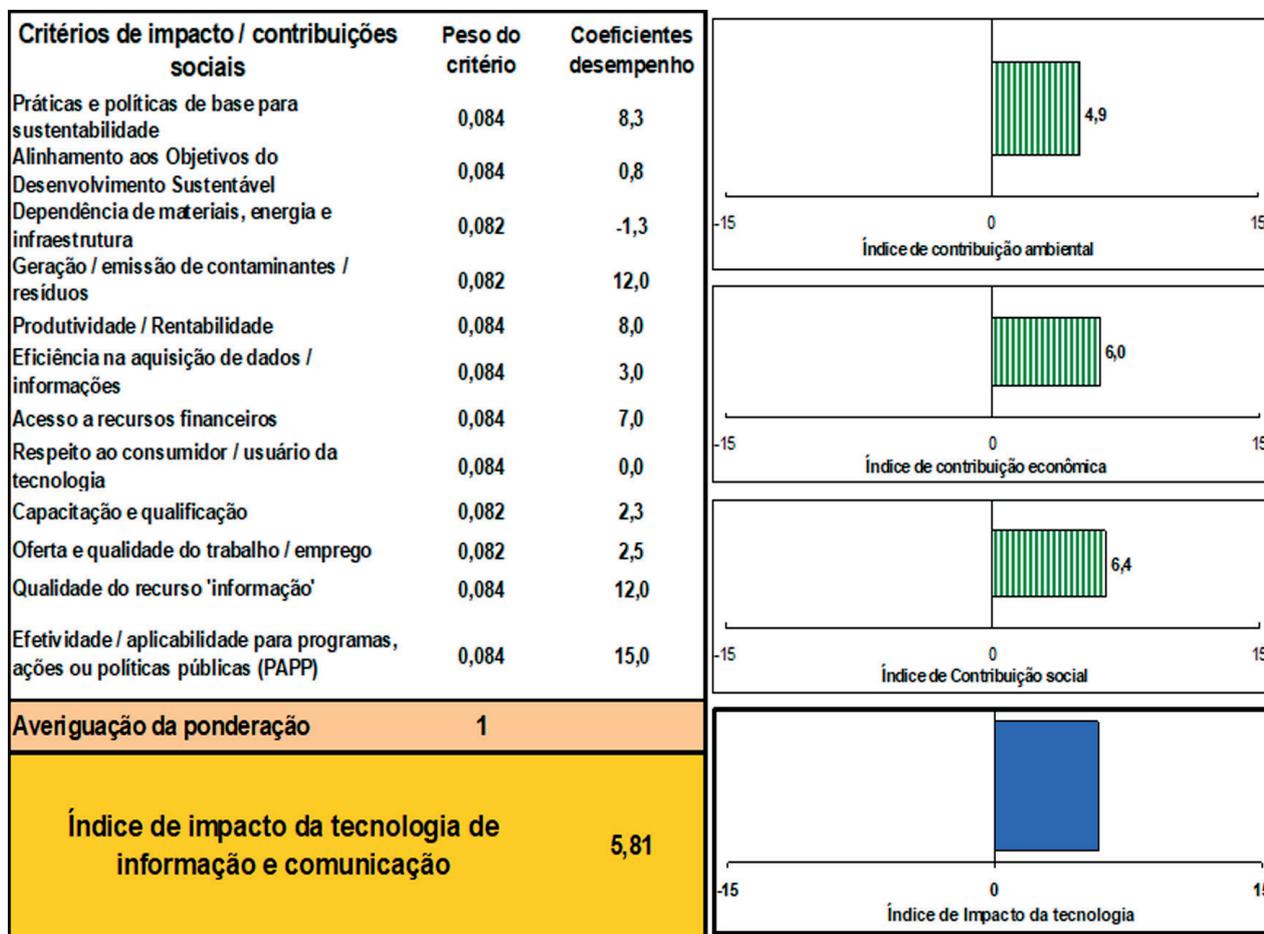
$m$  = número de critérios.

A estrutura das matrizes de ponderação (Figura 2) é guiada por uma questão central (área cinza), respondida em função de evidências objetivas observadas em consequência direta da adoção tecnológica, de forma a situar a tecnologia em termos de sua contribuição para o critério (cor ciano), para expressar coeficientes de alteração, de acordo com a escala de ocorrência máxima, relativa aos indicadores existentes em cada matriz (cor verde claro).

Que contribuições socioambientais são observadas (ou estimadas) pelo usuário da TIC nas variáveis de 'Efetividade para políticas públicas'?							
Efetividade / aplicabilidade para programas, ações ou políticas públicas (PAPP)			Subsídio à geração de PAPP	Auxílio na execução de PAPP	Ampliação de PAPP	Aperfeiçoamento de PAPP	Averiguação fatores de ponderação
Fatores de ponderação $k$			0,25	0,25	0,25	0,25	1
Escala da ocorrência =	Não se aplica	Marcar com X					
	Pontual	1					
	Local	2		1		1	
	Entorno	5	3		1		
Coeficiente de impacto = (coeficientes de alteração * fatores de ponderação)			3,75	0,5	1,25	0,5	6,00

**Figura 2.** Exemplo de Matriz de Ponderação do Sistema Ambitec-TICs, para os Indicadores do Critério de Efetividade / Aplicabilidade para programas, ações ou políticas públicas (PAPP).

Os indicadores presentes nas 12 matrizes são considerados em seu conjunto para a composição do índice de impacto da TIC. A composição desse índice envolve nova ponderação da importância dos critérios, que pode ser alterada pelo usuário do sistema, caso identifique a necessidade de ajustes. Os resultados da avaliação são expressos graficamente na planilha de índices de impacto (Figura 3).



**Figura 3.** Índices agregados para os critérios, índice geral de desempenho da tecnologia e gráfico com os índices agregados nas dimensões de impacto.

A planilha apresenta, individualmente, os critérios avaliados e possibilita uma análise conjunta dos impactos da tecnologia nas três dimensões que compõem o sistema: ambiental, econômica e social. A análise da relação entre o impacto alcançado, considerando os critérios e indicadores, e a avaliação em si, juntamente com os fatores de averiguação da ponderação, permite situar o desempenho da TIC no contexto específico de adoção e auxilia as equipes encarregadas de avaliar os impactos de tecnologias a formularem estratégias para ajustes futuros na tecnologia e para sua transferência, além de analisarem sua relevância institucional e os consequentes mecanismos de comunicação.

Ressalta-se que a aplicação da metodologia Ambitec-TICs foi – e deve ser – organizada em três etapas, conforme Rodrigues (2015): 1. Contextualização do ambiente de adoção da TIC, tendo em vista a situação anterior à adoção, a magnitude de aplicação tecnológica, a delimitação geográfica da adoção e dos usuários; 2. Levantamento de dados junto a interlocutores adotantes da TIC, para análise dos indicadores e preenchimento das matrizes de ponderação; e 3. Avaliação dos índices de desempenho obtidos, interpretação e formulação de relatório com análise crítica e recomendações de adoção tecnológica, visando minimizar impactos negativos e promover impactos positivos (Figura 4).

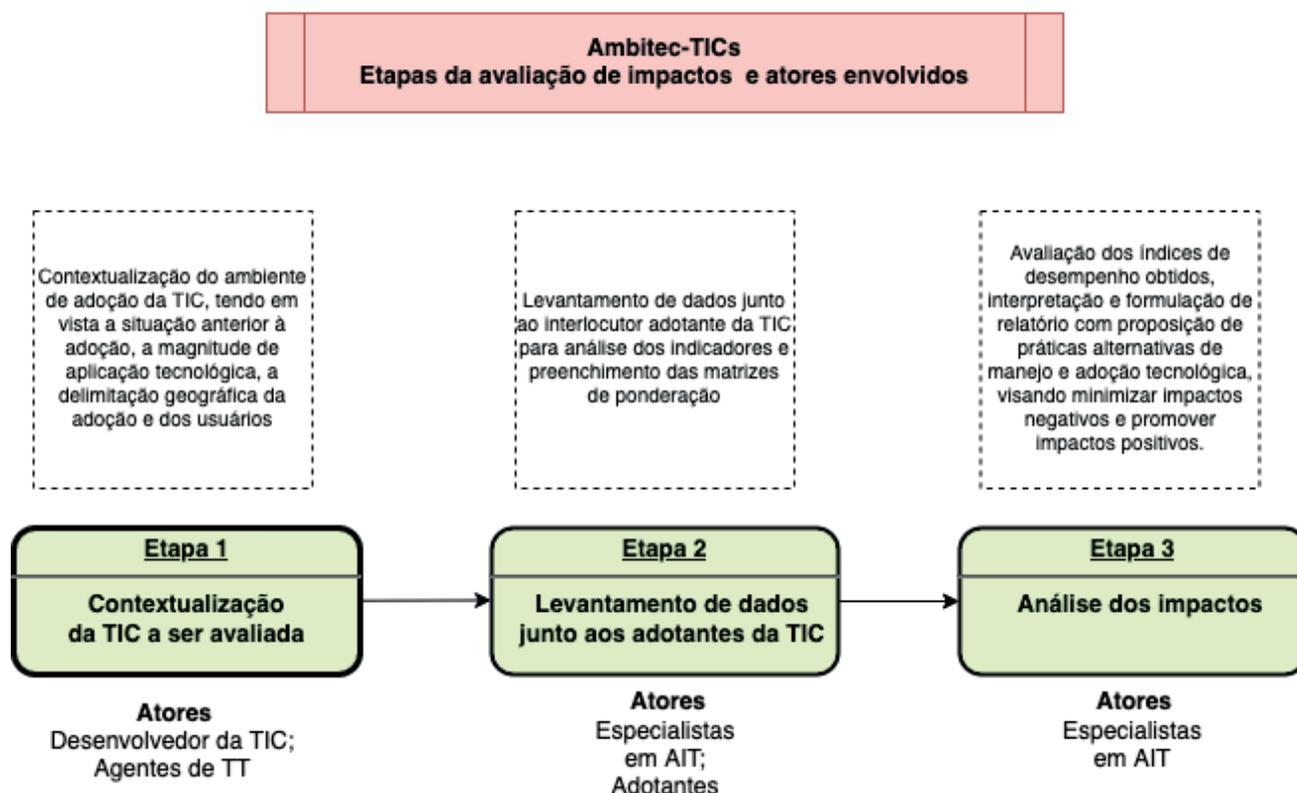


Figura 4. Etapas do processo de avaliação de impactos para aplicação do Ambitec-TICs.

Uma vez concluídas as etapas de avaliação, a partir do Ambitec-TICs, é apresentada uma estrutura com os critérios e indicadores organizados nas matrizes de ponderação, já considerados os seus cálculos, e uma representação gráfica dos índices de impacto.

A escala ( $\pm 15$ ) empregada nos procedimentos de ponderação do sistema Ambitec-TICs segue a proposta de Rodrigues et al. (2018) e caracteriza-se por ser adimensional e tipicamente artificial. Enfatizando o viés relativo das avaliações de impactos propostas pela abordagem metodológica, ela respeita a singularidade do alcance e da identidade de cada tecnologia submetida a situações de adoção e contextos diversos e não passíveis de comparações ordinárias. Essas avaliações têm como objetivo permitir a elaboração, com base nos impactos socioambientais verificados, de recomendações de práticas que favoreçam a adequação da transferência e adoção das tecnologias segundo os contextos específicos de utilização (Rodrigues et al., 2018).

Dadas essas premissas, os estudos de caso desenvolvidos usando o Ambitec-TICs não devem ser passíveis de comparações, pois propõem-se a dispor o índice geral de desempenho obtido, evidenciando-o ao universo de observações feitas anteriormente usando a mesma base metodológica, neste caso, o Ambitec-TICs.

O sistema Ambitec-TICs está disponível no portal da Embrapa Territorial, no endereço eletrônico: <[www.embrapa.br/territorial/ambitec-tics](http://www.embrapa.br/territorial/ambitec-tics)>.

## Aplicação experimental da metodologia Ambitec-TICs

### Análise do impacto de seis tecnologias da informação e comunicação (TICs) do portfólio da Embrapa

Para verificar a aplicabilidade da ferramenta, um conjunto de seis tecnologias que fazem parte do portfólio da Embrapa foi submetido a avaliações-piloto usando o Ambitec-TICs, em uma análise crítica preliminar de impactos ambientais, econômicos e sociais.

As avaliações ocorreram entre maio e julho de 2019, considerando tecnologias de três Unidades da Embrapa<sup>9</sup> e seus diferentes beneficiários, ou interlocutores adotantes, com dois tipos de análise/avaliação: ex ante (tecnologia ainda não inserida no mercado, sem efetiva adoção no presente momento) e ex post (tecnologia já inserida no mercado, com adotantes no setor produtivo e usuários definidos). Para a validação dos resultados obtidos, uma equipe de pesquisadores e analistas diretamente vinculados ao processo de avaliação de impactos da Embrapa analisou conjuntamente os critérios e indicadores e emitiu pareceres para cada uma das seis tecnologias, e constituíram, assim, o grupo de avaliadores.

Esse exercício dirigido foi conduzido pela equipe responsável pela elaboração do Ambitec-TICs e contou com a presença dos desenvolvedores das TPPS e de especialistas na temática abordada em cada tecnologia, considerando os contextos identificados na etapa 1 (Figura 4). A partir do levantamento feito pela equipe envolvida no desenvolvimento do Ambitec-TICs de dados e informações sobre a potencialidade da aplicação da TIC no ambiente de adoção, com apresentação do contexto de adoção e aplicação tecnológica e das características dos usuários, procedeu-se à valoração e ao preenchimento do sistema de indicadores (etapa 2). Finalmente, após debates para análise crítica e ajustes, as equipes dedicadas a cada uma das TICs procederam à formulação dos relatórios de impacto (etapa 3, Figura 4), que foram distribuídos e comentados por todos os participantes dos estudos de caso. Os resultados obtidos para as TICs avaliadas alcançaram os índices de impactos registrados na Tabela 4, conforme as evidências, considerações e descrições brevemente apresentadas a seguir.

**Tabela 4.** Relação das tecnologias avaliadas experimentalmente usando o Ambitec-TICs e seus índices de impacto.

<b>Crítérios</b>	<b>Tecnologias</b>	<b>Ainfo</b>	<b>CAR</b>	<b>GeoAtlas</b>	<b>GeoInfo</b>	<b>Site-MLog</b>	<b>RenovaCalc</b>	<b>Média</b>
<b>Dimensão ambiental</b>		1,50	2,70	0,40	0,50	2,20	4,90	<b>2,03</b>
Práticas e políticas de base para sustentabilidade		0,00	6,75	0,00	0,00	3,50	8,25	<b>3,08</b>
Alinhamento aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável		4,50	4,50	1,50	1,65	0,75	0,75	<b>2,28</b>
Dependência de materiais, energia e infraestrutura		1,50	-0,45	0,00	-0,05	3,00	-1,25	<b>0,46</b>
Geração/emissão de contaminantes/resíduos		0,00	0,00	0,00	0,30	1,50	12,00	<b>2,30</b>
<b>Dimensão econômica</b>		6,30	6,90	1,60	9,40	5,70	6,00	<b>5,98</b>
Produtividade/rentabilidade		8,30	2,40	1,50	6,05	4,55	8,00	<b>5,13</b>
Eficiência na aquisição de dados/informações		9,00	10,40	3,00	15,00	7,00	3,00	<b>7,90</b>
Acesso a recursos financeiros		1,60	8,00	0,20	7,00	5,40	7,00	<b>4,87</b>

Continua...

<sup>9</sup> Embrapa Informática Agropecuária, Embrapa Meio Ambiente e Embrapa Territorial

**Tabela 4.** Continuação.

<b>Dimensão social</b>	3,00	6,00	5,60	6,30	4,00	6,40	<b>5,22</b>
Respeito ao consumidor/usuário da tecnologia	3,00	3,00	0,60	3,00	2,00	0,00	<b>1,93</b>
Capacitação e qualificação	4,00	7,50	8,50	1,70	0,30	2,25	<b>4,04</b>
Oferta e qualidade do trabalho/emprego	-2,00	0,25	2,00	0,00	0,40	2,50	<b>0,53</b>
Qualidade do recurso "informação"	10,20	11,70	7,00	12,00	10,00	12,00	<b>10,48</b>
Efetividade/aplicabilidade para programas, ações ou políticas públicas (PAPP)	0,00	7,50	10,00	15,00	7,50	15,00	<b>9,17</b>
<b>Índice de desempenho ambiental</b>	1,50	2,70	0,40	0,50	2,20	4,90	<b>2,03</b>
<b>Índice de desempenho social</b>	4,65	6,45	3,60	7,85	4,85	6,20	<b>5,60</b>
<b>Índice de integrado</b>	3,36	5,16	2,86	5,17	3,85	5,81	<b>4,37</b>

## Breve apresentação das tecnologias avaliadas experimentalmente usando o Ambitec-TICs

### TIC 1 – RenovaCalc: Ferramenta para cálculo da intensidade de carbono dos biocombustíveis

Ferramenta que funciona como uma calculadora para a comprovação do desempenho ambiental de usinas de biocombustíveis, na qual são detalhados aspectos agrícolas e industriais que resultam na emissão de carbono, relacionando eficiência energética e emissão de gases de efeito estufa, e estabelecendo as diretrizes para sua certificação junto ao programa Renovabio. O público-alvo da tecnologia são empresas de assistência técnica oficiais e privadas, indústrias de oleoquímica e biocombustíveis, órgãos de classe, fundações e representações setoriais, sociais e organizações não governamentais, além de órgãos governamentais. A avaliação feita usando o Ambitec-TICs foi do tipo ex ante, e simulou a adoção da tecnologia por um gestor da política pública federal denominada Renovabio, do Ministério de Minas e Energia.

**Considerações gerais do estudo-piloto:** o índice geral de desempenho da RenovaCalc alcançou valor de 5,81 (Tabela 4), com tendência positiva para todos os critérios analisados, exceto os indicadores relacionados a “dependência de materiais, energia e infraestrutura”. Assim, entre os critérios que compõem a dimensão de impactos ambientais, destacaram-se as características de contribuição para a mitigação da geração de resíduos e efluentes e a promoção de práticas e políticas de base para a sustentabilidade. Mesmo no tocante à dependência de materiais e recursos, verificou-se compensação entre um aumento previsto na aplicação de insumos de controle (de pragas e invasoras) e uma contenção do aumento da aplicação de insumos de fertilidade, relativamente ao volume esperado de produção ampliado. Na dimensão de impactos econômicos, a expressiva contribuição para a “produtividade/rentabilidade”, em especial no “aproveitamento de equipamentos e infraestrutura produtiva”, bem como na “otimização no uso da terra”, favorece o acesso a créditos e recursos de investimentos. Na dimensão de impactos sociais, foram previstas moderadas melhorias na “capacitação” e “oferta e qualidade do emprego” somadas a relevantes contribuições para a “qualidade dos dados e informações” e para sua “aplicação em novos programas, ações e políticas públicas”. Com essas características em relação aos impactos esperados de sua implantação para a execução e gestão da política pública RenovaBio, a RenovaCalc mostra-se, em princípio, uma solução tecnológica relevante para o setor agroenergético, com implicações positivas para a

consecução de compromissos nacionais do acordo internacional sobre o clima e o desenvolvimento sustentável.

### **TIC 2 – Ainfo: Sistema de Gestão do Acervo Documental e Digital da Embrapa**

Sistema informatizado para gestão de acervos impressos e digitais de bibliotecas, que inclui todas as fases do fluxo de tratamento da informação, desde o registro das publicações, movimentações (aquisição, empréstimos, devoluções, reservas, inventário), até sua disponibilização aos usuários por meio de uma avançada interface de buscas. Possibilita acesso às publicações geradas pela Embrapa e ao acervo adquirido pela Empresa, e conta com cerca de um milhão de documentos indexados. O público-alvo da tecnologia são os gestores de acervo bibliográfico (físico e eletrônico). A avaliação feita usando o Ambitec-TICs foi do tipo ex post, considerando a adoção por bibliotecários de instituição de pesquisa agropecuária.

**Considerações gerais do estudo-piloto:** o índice geral de desempenho do Ainfo alcançou o valor de 3,36 (Tabela 4), com tendência positiva para todos os critérios analisados, exceto em relação a “oferta e qualidade do trabalho/emprego”. Na dimensão de impactos ambientais, destacaram-se as características de contribuição aos ODS, principalmente no tocante à “responsabilidade social institucional” e às “parcerias institucionais para promoção dos ODS”. Na dimensão de impactos econômicos, destacaram-se as contribuições para a “produtividade/rentabilidade”, bem como para a “eficiência na aquisição de dados/informações”. Na dimensão de impactos sociais, destacou-se a “qualidade dos dados e informações”, seguida por “respeito ao consumidor/usuário da tecnologia” e “capacitação e qualificação”, superando o único aspecto negativo, “oferta e qualidade do trabalho/emprego”. A adoção do Ainfo pela Embrapa e por parceiros alcançou índices de impactos majoritariamente positivos, o que demonstra a efetividade da tecnologia no contexto da Embrapa e da sociedade.

### **TIC 3 – Sistema de Inteligência Territorial Estratégica da Macrologística Agropecuária Brasileira (Site-MLog)**

O Site-MLog, disponível em < [embrapa.br/macrologistica](http://embrapa.br/macrologistica) >, é uma plataforma de dados numéricos e cartográficos de todo o Brasil a respeito da produção agropecuária e de seu escoamento pelo território, para atender ao mercado interno e à exportação. Mais de 500 mil mapas interativos podem ser gerados por meio da ferramenta, e revelam onde está concentrada a produção, quais são os principais portos utilizados para exportação, os caminhos percorridos para chegar a eles, e a estrutura de armazenagem disponível. O sistema permite produzir estudos diversos sobre a macrologística de dez dos principais produtos agropecuários brasileiros: algodão, aves, bovinos, café, cana-de-açúcar, laranja, madeira para papel e celulose, milho, soja e suínos, e oferece informações que permitem avaliar a situação da infraestrutura dos modais de escoamento, identificar prioridades de investimento atuais e projetar demandas futuras. O público-alvo da tecnologia são gestores públicos e privados, investidores, técnicos de assistência e extensão rural e pesquisadores. O tipo de avaliação feita usando o Ambitec-TICs foi ex post, e simulou a adoção por um representante de instituição para o estabelecimento de um porto para escoamento de grãos (soja e milho) no Brasil.

**Considerações gerais do estudo-piloto:** o índice geral de desempenho do Site-MLog alcançou valor de 3,85 (Tabela 4). Em relação à dimensão ambiental, destacaram-se os critérios “práticas e políticas de base para sustentabilidade”, especificamente o indicador “ordenamento do uso e ocupação do solo”, e “dependência de materiais, energia e infraestrutura”. Na dimensão econômica, obtiveram destaque os critérios “eficiência na aquisição de dados/informações” e “acesso a recursos

financeiros”. Em relação à dimensão social, foram baixos os índices nos critérios “capacitação e qualificação” e “oferta e qualidade do trabalho e emprego”. O critério “qualidade do recurso informação” alcançou índice de maior amplitude, seguido por “efetividade/aplicabilidade para programas, ações ou políticas públicas (PAPP)”. O índice geral de impactos e a análise das dimensões revelaram adequabilidade da TPPS para decisões informadas e seleção de obras prioritárias em políticas públicas.

#### **TIC 4 – GeoInfo: Infraestrutura de Dados Espaciais da Embrapa**

Repositório, disponível no endereço < [embrapa.br/geoinfo](http://embrapa.br/geoinfo) >, que organiza e torna públicos dados espaciais gerados nas pesquisas da Embrapa. São mapas de uso e cobertura das terras e de aptidão agrícola, zoneamentos e diagnósticos ambientais, levantamentos de solo, estimativas de degradação de pastagens, emissão de carbono e produção de água, entre outras informações, disponíveis inclusive em arquivos editáveis (*shapefile*) e abertos (GeoJason, csv, GML) para novos estudos. Por seguir os protocolos nacionais e internacionais para o compartilhamento de dados espaciais, potencializando o reuso e a ampliação da pesquisa por parceiros e pela sociedade em geral, o GeoInfo está associado aos conceitos de e-Science, Ciência Aberta e Acesso Aberto. O público-alvo da tecnologia são pesquisadores de geociências e especialistas em geotecnologias. O tipo de avaliação feita usando o Ambitec-TICs foi ex post, simulando a adoção da tecnologia por um pesquisador de geociências aplicadas à agricultura e pelo desenvolvedor/mantenedor da tecnologia.

**Considerações gerais do estudo-piloto:** o índice geral de desempenho da tecnologia GeoInfo alcançou o valor de 5,17 (Tabela 4), com tendência positiva para todos os critérios analisados, exceto “práticas e políticas de base para sustentabilidade” e “oferta e qualidade do trabalho/emprego”. Na dimensão de impactos ambientais, destacaram-se os critérios “ODS Responsabilidade social institucional” e “consumo de combustíveis fósseis”. Na dimensão de impactos econômicos, destacaram-se “eficiência na aquisição de dados/informações”, especialmente nos indicadores de economia e praticidade. Na dimensão de impactos sociais, foram observadas contribuições para “qualidade dos dados e informações” e “aplicação em novos programas, ações e políticas públicas”. Assim, o GeoInfo mostrou-se uma solução tecnológica relevante para os especialistas, produtores de dados espaciais e usuários em geral, e contribui para o compromisso de disseminar a geoinformação (Decreto nº 6.666/08) e com as premissas do novo paradigma científico, e-Science.

#### **TIC 5 – GeoAtlas: Geotecnologias como apoio à elaboração de material didático para o ensino fundamental: Atlas Escolar da Região Metropolitana de Campinas**

Ferramenta pedagógica que aborda a importância que as atividades agropecuárias desempenham para a sociedade, a sistematização e produção de dados e informações sobre as atividades agropecuárias e suas relações com o meio ambiente, a economia, a sociedade e a produção do espaço da Região Metropolitana de Campinas (RMC). Entre as ações decorrentes da adoção do GeoAtlas, a Prefeitura Municipal de Campinas criou o Programa Pesquisa e Conhecimento na Escola (Pesco), política pública local que visa desenvolver projetos de pesquisa científica nas escolas, com temas relacionados à realidade local e reforçando o sentimento de pertencimento dos alunos em relação ao seu meio. Desde a criação do Pesco, cerca de 200 professores e 5 mil estudantes já passaram pelo programa e praticaram a coleta, seleção, organização, análise e divulgação dos dados produzidos em suas pesquisas. A ferramenta tem como público-alvo professores e estudantes de ensino fundamental e médio. O tipo de avaliação feita usando o Ambitec-TICs foi

ex post, considerando a adoção por um professor de Geografia da rede de ensino municipal de Campinas.

**Considerações gerais do estudo-piloto:** o índice geral de desempenho do GeoAtlas alcançou o valor de 2,86 (Tabela 4), com tendência positiva para todos os critérios analisados, exceto os critérios da dimensão ambiental, na qual inexistiu impacto (inalterado). Na dimensão de impactos econômicos, os impactos para “produtividade/rentabilidade” foram inexpressivos, em especial o aproveitamento de equipamentos e infraestrutura produtiva (escolar), bem como otimização no uso da terra. Na dimensão de impactos sociais, foram alcançados bons índices em “capacitação”, baixos índices em “oferta e qualidade do emprego”, e relevância significativa para a qualidade dos dados e informações e sua aplicação em programas, ações e políticas públicas. Com essas características, o GeoAtlas mostrou-se uma solução relevante para ensino fundamental das escolas municipais de Campinas, com implicações positivas para a consecução de compromissos sociais para a formação dos alunos.

#### **TIC 6 – Agricultura e Preservação Ambiental: uma primeira análise do Cadastro Ambiental Rural (Análise do CAR)**

Trata-se de um software parcialmente disponível na internet, no endereço <<http://www.embrapa.br/car>>, composto de uma camada de visualização e análises com base em Business Intelligence, do tipo “Tableau”. Internamente, na camada de banco de dados tabulares e espaciais, a ferramenta interliga-se ao Sistema de Inteligência Territorial Estratégica (Site) da Embrapa, para tratar de uso e ocupação das terras no Brasil. Seu foco está em analisar a dimensão territorial das áreas destinadas à preservação da vegetação nativa nos imóveis rurais brasileiros em bases homogêneas e unificadas, a partir dos dados cadastrados no Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural (Sicar). O público-alvo da tecnologia são gestores públicos e privados, técnicos da assistência e extensão rural e produtores rurais. O tipo de avaliação feita usando o Ambitec-TICs foi ex post, simulando a adoção por um representante da Associação Goiana de Produtores de Algodão (Agopa).

**Considerações gerais do estudo-piloto:** o índice geral de desempenho da Análise do CAR alcançou o valor de 5,16 (Tabela 4), com tendência positiva para a maioria dos critérios analisados. Na dimensão de impactos ambientais, destacou-se a promoção de práticas e políticas de base para a sustentabilidade. Na dimensão de impactos econômicos, destacaram-se os critérios “eficiência na aquisição de dados e informações” e “acesso a recursos financeiros”. Na dimensão de impactos sociais, significativa melhoria foi observada no critério “qualidade do recurso informação” e moderada melhoria nos critérios “capacitação e qualificação” e “efetividade e aplicabilidade para programas, ações ou políticas públicas (PAPP)”. Com essas características dos impactos verificados, a tecnologia Análise do CAR apresenta-se como uma solução tecnológica relevante para o setor agropecuário, com implicações positivas para o agronegócio brasileiro, para compromissos nacionais e internacionais de conservação da biodiversidade e execução e gestão do Código Florestal.

#### **Breve análise crítica dos estudos-piloto usando o Ambitec-TICs**

É importante destacar que poucos atores foram entrevistados para o levantamento de dados sobre cada tecnologia. Ávila et al. (2008) afirmam que, para a obtenção de resultados mais representativos dos usuários das tecnologias, faz-se necessário entrevistar diferentes atores, de diversos setores. No entanto, no escopo deste trabalho, buscou-se a validação do Ambitec-TICs, tendo em vista o reconhecimento e a possibilidade de sua aplicação às tecnologias apresentadas. Os índices

alcançados, para cada uma das seis tecnologias, portanto, não devem ser compreendidos como absolutos, mas podem ser utilizados como instrumentos para interpretar o potencial da TIC.

Cabe destacar que, no processo de avaliação de impactos das tecnologias da Embrapa, quatro TICs foram submetidas ao Ambitec-TICs, com grupos de adotantes do ambiente de produção, o que constituiu uma exploração do Ambitec-TICs fora do contexto de simulação. Cada TIC, neste contexto, foi submetida à avaliação de pelo menos dez indivíduos que as adotaram em atividades diretamente relacionadas à agricultura e pecuária.

Considerando o exposto acima, foi possível obter resultados preliminares do desempenho ambiental das tecnologias objeto desse estudo. Exemplificando, no caso da avaliação *ex ante*, a tecnologia *RenovaCalc* apresentou potencial mérito para transferência e adoção junto ao setor produtivo, assim como a metodologia Ambitec-TICs demonstrou-se adequada para o tipo de investigação de impacto *ex ante*. As demais tecnologias – sistema *Ainfo*, *Site-MLog*, *GeoInfo*, *GeoAtlas* e *Análise do CAR* – apontaram potenciais impactos expressivos nos critérios “eficiência na aquisição de dados/informações” e “qualidade do recurso ‘informação’”, com variações de pontuação de 7 a 15, em uma escala máxima de 15. Esse resultado evidencia o potencial de tais tecnologias para a geração de produtos derivados de suas bases de dados e informações, como *spin-off* e *spill-over*, a serem perseguidos e ofertados ao mercado. A entrevista de um maior número de adotantes de cada tecnologia em um futuro próximo permitirá confirmar as tendências observadas.

## Considerações finais

Reforça-se que, de modo geral, são poucas ou inexistentes as metodologias com foco na avaliação de impactos de TICs (Medeiros Neto, 2012). Quando a busca se volta para a avaliação de impactos de TICs dedicadas a um determinado setor, como é o caso desta proposta, há grandes oportunidades a serem exploradas, diante da inexistência de referenciais na literatura. Nesse sentido, a ausência de uma metodologia para avaliar os impactos de TICs dedicadas à agricultura e pecuária dificultava, até então, a estimativa adequada dos impactos resultantes da adoção dessas tecnologias junto ao setor produtivo, ao poder público ou à sociedade em geral. Com a formulação de critérios e indicadores específicos, torna-se possível identificar melhor os impactos de inovações tecnológicas associadas à produção de dados e informações, orientadas à agropecuária, que apoiam os usuários (extensionistas, pesquisadores, produtores, gestores públicos e privados, etc.) nas práticas agrícolas e nos processos de pesquisa, desenvolvimento e inovação.

Todas as tecnologias, com exceção do *RenovaCalc*, foram submetidas à metodologia Ambitec-Agro em algum momento. A principal dificuldade encontrada pelos especialistas em AIT que submeteram as TICs ao Ambitec-Agro diz respeito à inadequação dos critérios e indicadores para as características e os aspectos relacionados às TICs, o que pode resultar no alcance de um índice de impacto camuflado, ou seja, que não reflete totalmente o que a tecnologia é em seu ambiente de adoção. Os estudos de caso usando a nova metodologia Ambitec-TICs evidenciaram maior aproveitamento dos critérios e indicadores, e possibilitaram uma avaliação de impactos mais apropriada para as TICs. Uma oportunidade futura, identificada pelos autores deste trabalho, é a comparação entre os índices de impactos alcançados pelas TICs utilizando ambas as metodologias e analisando-os em relação aos grupos de critérios e indicadores do Ambitec-Agro e Ambitec-TICs.

O crescimento da oferta das TICs para a agropecuária demanda a avaliação dos impactos obtidos a partir da adoção dessas tecnologias como forma de estimativa de impactos e levantamento de recursos para atualização, manutenção e aprimoramento dessas tecnologias nos contextos

institucional e mercadológico. Com o desenvolvimento do Ambitec-TICs, passa-se a contar com um instrumento gratuito, de fácil e rápida aplicação e específico para tecnologias da informação e comunicação (TICs) focadas no desenvolvimento do setor agropecuário.

Como expresso por vários autores listados no Anexo I, não existe metodologia ideal para avaliação de impactos. Dessa forma, é oportuno admitir que o sistema Ambitec-TICs requer avaliação contínua quanto à sua estrutura, para sofrer possíveis adaptações, e deve evoluir em ritmo compatível com o aprendizado institucional das equipes envolvidas com o processo de avaliação de impactos.

A aplicação experimental do sistema Ambitec-TICs a diferentes tipologias de tecnologias de informação e comunicação da Embrapa foi satisfatória entre os grupos de avaliadores. Foram tratadas tecnologias diversas, que permitem alterar o conhecimento sobre determinadas práticas agrícolas, bem como influenciar dispositivos legais para estímulo e desenvolvimento da agropecuária nacional.

Por fim, com este trabalho, espera-se contribuir para que as avaliações de impactos de TICs sejam comumente efetuadas, tal como registram Magalhães et al. (2006), e, em especial para a agricultura, que o Ambitec-TICs possa servir de modelo nesse processo. Adicionalmente, almeja-se que a adoção corporativa da metodologia contribua para o aprimoramento das informações levantadas e de sua aplicação no Balanço Social da instituição.

## Referências

- ANDRADE, T. N. de. Avaliação de impactos ambientais: redefinindo a inovação tecnológica. **Política & Sociedade**, v. 11, n. 20, p. 75-98, abr. 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.5007/2175-7984.2012v11n20p75>.
- ALVES, E.; CONTINI, E.; HAINZELIN, E. Transformações da agricultura brasileira e pesquisa agropecuária. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, DF, v. 22, n. 1, p. 37-51, jan./abr. 2005. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/119489/1/v22n1p37.pdf>>. Acesso em: 07 out. 2019.
- ALVES, E. R. de A.; SILVA, R. C. Qual é o problema da transferência de tecnologia do Brasil e da Embrapa? In: ALVES, E. R. de A.; SOUZA, G. da S. e; GOMES, E. G. (Ed.). **Contribuição da Embrapa para o desenvolvimento da agricultura no Brasil**. Brasília, DF: Embrapa, 2013. p. 279-291.
- ASSAD, L.; PANCETTI, A. A silenciosa revolução das TICs na agricultura. **Com Ciência**, n. 110, ago. 2009. Disponível em: <[http://comciencia.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1519-76542009000600005&lng=pt&nrm=is](http://comciencia.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-76542009000600005&lng=pt&nrm=is)>. Acesso em: 03 out. 2019.
- ÁVILA, A. F. D.; RODRIGUES, G. S.; VEDOVOTO, G. L. (Ed.). **Avaliação dos impactos de tecnologias geradas pela Embrapa: metodologia de referência**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. 189 p. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/149960/1/2008OL-01.pdf>>. Acesso em: 30 set. 2019.
- ÁVILA, A. F. D.; RODRIGUES, G. S.; VEDOVOTO, G. L.; PENTEADO FILHO, R. de C.; FONSECA JUNIOR, W. C. Embrapa's experience on the impact assessment of agricultural R&D: 15 years using a multidimensional approach. In: IMPAR CONFERENCE, 2015, Paris. **Impacts of agricultural research: towards an approach of societal values: [proceedings...]**. Paris: INRA, 2015. 25 p. Disponível em: <[www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1036444/1/EmbrapaExperienceontheimpact.pdf](http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1036444/1/EmbrapaExperienceontheimpact.pdf)>. Acesso em: 10 dez. 2019.
- BANA e COSTA, C. A.; VINCKE, P. H. Multiple criteria decision aid: an overview. In: BANA e COSTA, C. A. (Ed.). **Readings in Multiple Criteria Decision Aid**. Berlim: Springer-Verlag, 1990. p. 101-118.
- CASTRO, G. S. A.; de CARVALHO, C. A.; DALTIO, J.; MAGALHÃES, L. A.; MARTINHO, P. R. R.; FONSECA, M. F.; CASSALES, F. L. G.; de MIRANDA, E. E. **Macrologística da agropecuária brasileira: estudo de caso das exportações de soja e milho**. Brasília, DF: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2017. 31 p. (Embrapa Monitoramento por Satélite. Documentos, 118).
- FIGUEIRÊDO, M. C. B. de; RODRIGUES, G. S.; CALDEIRA-PIRES, A.; ROSA, M. de F.; ARAGÃO, F. A. S. de; VIEIRA, V. de P. P. B.; MOTA, F. S. B. Environmental performance evaluation of agro-industrial innovations - part 1: Ambitec-Life Cycle, a methodological approach for considering life cycle thinking. **Journal of Cleaner Production**, v. 18, n. 14, p. 1366-1375, 2010. DOI: 10.1016/j.jclepro.2010.04.012.

MAGALHÃES, M. C.; VEDOVOTO, G. L.; IRIAS, L. J. M.; VIEIRA, R. C. M. T.; AVILA, A. F. D. (Org.). **Avaliação de impactos da Embrapa: uma amostra de 12 tecnologias**. Brasília, DF: Embrapa-SGE, 2006. (Embrapa-SGE, Documentos, 13).

MASSRUHÁ, S. M. F. S.; LEITE, M. A. de A. Agro 4.0 - rumo à agricultura digital. In: MAGNONI JÚNIOR, L.; STEVENS, D.; SILVA, W. T. L. da; VALE, J. M. F. do; PURINI, S. R. de M.; MAGNONI, M. da G. M.; SEBASTIÃO, E.; BRANCO JÚNIOR, G.; ADORNO FILHO, E. F.; FIGUEIREDO, W. dos S.; SEBASTIÃO, I. (Org.). **JC na Escola Ciência, Tecnologia e Sociedade: mobilizar o conhecimento para alimentar o Brasil**. 2. ed. São Paulo: Centro Paula Souza, 2017. p. 28-35.

MASSRUHÁ, S. M. F. S.; LEITE, M. A. de A.; LUCHIARI JUNIOR, A.; ROMANI, L. A. S. (Ed.). **Tecnologias da informação e comunicação e suas relações com a agricultura**. Brasília, DF: Embrapa, 2014. 411 p.

MEDEIROS NETO, B. **Avaliação dos impactos dos processos de inclusão digital e informacional nos usuários de programas e projetos no Brasil**. 2012. 222 f. Tese (Doutorado em Ciência da Informação) - Universidade de Brasília, Faculdade de Ciência da Informação, Brasília - DF. Disponível em: <[http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/11433/1/2012\\_BeneditoMedeirosNeto.pdf](http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/11433/1/2012_BeneditoMedeirosNeto.pdf)>. Acesso em: 22 set. 2019.

RODRIGUES, G. S. **Avaliação de impactos socioambientais de tecnologias na Embrapa**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2015. 41 p. (Embrapa Meio Ambiente. Documentos, 99). Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/127288/1/2015DC01.pdf>>. Acesso em: 23 set. 2019.

RODRIGUES, G. S.; NOVAES, R. M. L.; SENA, A. L. S.; MORAES, A. J. G. de. **Análise de desempenho socioambiental da integração lavoura-pecuária: estudo de caso da Fazenda Elizabeth, Paragominas (PA)**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2018. 36 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 438). Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/183086/1/TC-42-17-DOCUMENTOS-438-aINFO.pdf>>. Acesso em: 13 abr. 2020.

RODRIGUES, G. S.; CAMPANHOLA, C.; KITAMURA, P. C. An environmental impact assessment system for agricultural R&D. **Environmental Impact Assessment Review**, New York, v. 23, n. 2, p. 219-244, 2003.

RODRIGUES, G. S.; BUSCHINELLI, C. C. DE A.; AVILA, A. F. D. An environmental impact assessment system for agricultural research and development II: institutional learning experience at Embrapa. **Journal of Technology Management & Innovation**, v. 5, n. 4, p. 38 - 56, 2010. Disponível em: <[www.jotmi.org/index.php/GT/article/view/art173](http://www.jotmi.org/index.php/GT/article/view/art173)>. Acesso em: 02 dez. 2019.

SANTOS, A. C. C. dos; HAMMES, V. S.; LOPES, D. B.; VILELA FILHO, O.; SAMPAIO, M. J. A. M.; NALERIO, E. S.; DINIZ, F. H.; KIILL, L. H. P.; SILVA, M. S. L. da; GAMBETTA, R.; ARZABE, C.; PIEROZZI JUNIOR, I. Contextualização dos objetivos de desenvolvimento sustentável no Brasil e na Embrapa. In: HAMMES, V. S.; LOPES, D. B.; SANTOS, A. C. C. dos; COSTA, J. R.; OLIVEIRA, Y. M. M. de (Ed.). **Pesquisa e inovação agropecuária na agenda 2030: contribuições da Embrapa e parceiros**. Brasília, DF: Embrapa, 2018. cap. 1, p. 13-24. (Objetivos de desenvolvimento sustentável, 18).

SOUZA, D. T. de; CARDOSO, A. N.; ESQUIAGOLA, M. M. O.; SANTOS, G. S.; BRASIL, B. dos S. A. F.; CAPDEVILLE, G. de. **Avaliação de impacto socioeconômico e ambiental de inovações tecnológicas no contexto de biorrefinarias: o Sistema Ambitec-Bioenergia**. Brasília, DF: Embrapa Agroenergia, 2017. 34 p. (Embrapa Agroenergia. Documentos, 23).

VEDOVOTO, G. L.; AVILA, A. F. D.; MARQUES, D. V. Avaliação de impacto sobre o conhecimento, sobre a capacitação e de impacto político-institucional da pesquisa da Embrapa. In: AVILA, A. F. D.; RODRIGUES, G. S.; VEDOVOTO, G. L. (Ed.). **Avaliação dos impactos de tecnologias geradas pela Embrapa: metodologia de referência**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. p. 103-127.

## ANEXO I – Referências de revisão da literatura para análise crítica e estruturação do sistema

### Ambitec-TICs

O conjunto de resumos que segue representa um exercício de organização de informações para apoiar os estudos de elaboração de um módulo dedicado de critérios e indicadores para avaliação de impactos de “tecnologias de informação e comunicação”, com foco especial no desenvolvimento de atividades agropecuárias (e setores de interesse correlatos).

Premises: (i) focus on ‘outcomes’, more difficult to assess, to define attribution (hence scope and enunciate for adequate criteria and indicators) and role of key-actors; (ii) Importance of engaging key-actors, end-users on relevance, impact and benefits of said outcomes/impacts;

Four main end-users:

- Upstream end-users: institutional customers/users; contractors;
- Collaborators: institutional partners in technical-scientific cooperation;
- Intermediaries: organizations for communication and technology transfer;
- Downstream end-users: organizations and actors who use, operate or receive the results/outcomes, for the betterment of their function and in favor of beneficiaries (those favored by the results, the general public affected by secondary impacts).

Quiédeville, S. Evaluation ex-post des impacts de la recherche sur les innovations pour l’agriculture biologique: enjeux, méthodes, outils et instruments. Economies and finances. Montpellier SupAgro, 303 p. 2017.

Douthwaite, B., Alvarez, S., Thiele, G., Mackay, R., Córdoba, D., and Tehelen, K., 2008. Participatory Impact Pathways Analysis: a practical method for project planning and evaluation. ILAC Brief 17, 4 p.

Barret, D., Blundo-Canto, G., Dabat, M.H., Devaux-Spatarakis, A., Faure, G., Hainzelin, E., Mathé, S., Temple, L., Toillier, A., Triomphe, B., Vall, E. 2018. Impress Methodological Guide, CIRAD, 96 p.

Brown, S., 2010. Likert Scale Examples for Surveys [online]. Available from: <http://www.extension.iastate.edu/Documents/ANR/LikertScaleExamplesforSurveys.pdf>. [Accessed 01 August 2018].

Adriaanse, A. **Environmental policy performance indicators**: a study on the development of indicators for environmental policy in The Netherlands. The Hague: Ministry of Housing, Physical Planning and Environment, 1993. 175 p.

Horton, D., Mackay, R. Using evaluation to enhance institutional learning and change: recent experiences with agricultural research and development. **Agricultural Systems**. v. 78, n. 2, p. 127-142. 2003.

Mackay, R., Horton, D. Expanding the use of impact assessment and evaluation in agricultural research and development. **Agricultural Systems**. v. 78, n. 2, p.143-165. 2003.

EIARD (European Initiative for Agricultural Research for Development, Task Force on Impact Assessment and Evaluation). Impact assessment and evaluation in agricultural research for development. **Agricultural Systems**. v. 78, n. 2, p.329-336. 2003.

Raina, R.S. Disciplines, institutions and organizations: impact assessments in context. **Agricultural Systems**. v. 78, n. 2, p. 185-211. 2003.

Ekboir, J. Why impact analysis should not be used for research evaluation and what the alternatives are. **Agricultural Systems**. v. 78, n. 2, p.166-184. 2003.

- Springer-Heinze, A.; Hartwich, F.; Henderson, J.S.; Horton, D.; Minde, I. Impact pathway analysis: an approach to strengthening the impact orientation of agricultural research. **Agricultural Systems**. v. 78, n. 2, p. 267-285. 2003.
- Johnson, N.L., Lilja, N., Ashby, J.A. Measuring the impact of user participation in agricultural and natural resource management research. **Agricultural Systems**. v. 78, n. 2, p.287-306. 2003.
- Gottret, M.A.V.N., White, D. Assessing the impact of integrated natural resource management: challenges and experiences. **Conservation Ecology**. v. 5, n. 2, 17 p. 2001. [online] URL: <http://www.consecol.org/vol5/iss2/art17/>.
- Bossel, H. Assessing viability and sustainability: a systems-based approach for deriving comprehensive indicator sets. **Conservation Ecology**. v. 5, n. 2. 12 p. 2001.
- Nykvist, B.; Nilsson, M. Are impact assessment procedures actually promoting sustainable development? Institutional perspectives on barriers and opportunities found in the Swedish committee system. **Environmental Impact Assessment Review**. v. 29, n. 1, p. 15-24. 2009.
- Adato, M.; Meinzen-Dick, R. **Assessing the Impact of Agricultural Research on Poverty Using the Sustainable Livelihoods Framework**. Washington, D.C.: International Food Policy Research Institute. FCND Discussion Paper 128; EPTD Discussion Paper 89. 46p. 2002.
- Furtado et al., Aplicação do software M-Macbeth para avaliar o impacto institucional da Delimitação e caracterização territorial do Matopiba. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, Documentos 119. 2017. 24 p.
- European Commission, 2005. **Impact Assessment Guidelines**. SEC 2005/791.ç 116 p.
- Philippi Jr., A.; Malheiros, T.F. (Ed). **Indicadores de sustentabilidade e gestão ambiental**. Editora Manole, Barueri (SP), 743 p. 2012.
- Santos, J.L.S. dos; Canto, V. de B. **Relatório de avaliação dos impactos das tecnologias geradas pela Embrapa: Introdução do gene Booroola em rebanhos ovinos**. Embrapa Pecuária Sul, 2018. Disponível em [http://bs.sede.embrapa.br/2017/relatorios/pecuariasul\\_2017\\_booroola.pdf](http://bs.sede.embrapa.br/2017/relatorios/pecuariasul_2017_booroola.pdf), Acesso 03/2019.
- Andrade, T.N. de. Avaliação de Impactos Ambientais: redefinindo a inovação tecnológica. **Política & Sociedade**. v. 11, n. 20, 2012.
- Fahrenkrog, G; Polt, W.; Rojo, J.; Tübke, A.; Zinöcker, K. (Eds). **RTD Evaluation Toolbox: assessing the socio-economic impact of RTD policies**, IPTS Technical Report Series, EUR 20382. Seville: European Commission, Joint Research Centre, Institute for Prospective Technological Studies. 2002.
- Bell, S.; Shaw, B.; Boaz, A. Real-world approaches to assessing the impact of environmental research on policy. **Research Evaluation**. v. 20, n. 3, p. 227–237. 2011.
- Boaz, A.; Fitzpatrick, S.; Shaw, B. **Assessing the impact of research on policy: A review of the literature for a project on bridging research and policy through outcome evaluation**. Kings College of London and Policy Studies Institute. 28 p, 2008.
- Bornmann, L. Measuring the societal impact of research. **EMBO reports**, v. 13, n. 8, p. 673-676, 2012.
- Gago, D.; Rubalcaba, L. Innovation and ICT in service firms: towards a multidimensional approach for impact assessment. **Journal of Evolutionary Economics**, v. 17, p. 25–44, 2007.
- Donovan, C. The Australian Research Quality Framework: A live experiment in capturing the social, economic, environmental, and cultural returns of publicly funded research. In C.L.S. Coryn & M. Scriven (Eds.), *Reforming the evaluation of research*. **New Directions for Evaluation**, v. 118, p. 47–60. 2008.
- Donovan, C. State of the art in assessing research impact: introduction to a special issue. **Research Evaluation**, v. 20, n. 3, p. 175–179, 2011.
- Jahnke, H.E.; Kirschke, D.; Lagemann, J. Impact Assessment of International Agricultural Research Centres. **Agricultural Administration**, v. 22, p. 175-196, 1986.
- Helming, K.; Diehl, K.; Bach, H.; Dilly, O.; König, B.; Kuhlman, T.; Perez-Soba, M.; Sieber, S.; Tabbush, P.; Tscherning, K.; Wascher, D.; Wiggering, H. Ex ante impact assessment of policies affecting land use, Part A: analytical framework. **Ecology and Society**. v. 16, n. 1, 27, 17 p. 2011. [online] URL: <http://www.ecologyandsociety.org/vol16/iss1/art27/>.
- Meagher, L.R. Impact evaluation of People at the Centre of Communication and Information Technologies (PACCIT) Programme. Technology Development Group, 60 p. 2009. Available at: <https://esrc.ukri.org/files/research/research-and-impact-evaluation/paccit-evaluation-report/>, access 03/2019.

Faure, G.; Barret, D.; Blundo-Canto, G.; Dabat, M.H.; Devaux-Spatarakis, A.; Le Guerroué, J.L.; Marquié, C.; Mathé, S.; Temple, L.; Toillier, A.; Triomphe, B.; Hainzelin, E. How Different Agricultural Research Models Contribute to Impacts: Evidence from 13 Case Studies in Developing Countries. **Agricultural Systems**, v. 165, p. 128–36, 2018.

Joly, P.B.; Gaunand, A.; Colinet, L.; Larédo, P.; Lemarié, S.; Matt, M. ASIRPA: A comprehensive theory-based approach to assessing the societal impacts of a research organization. **Research Evaluation**, v. 24, p. 440-453, 2015.

Joly, P.B.; Colinet, L.; Gaunand, A.; Lemarié, S.; Matt, M. Agricultural research impact assessment: Issues, methods and challenges. **OECD Food, Agriculture and Fisheries Papers**, n. 98, OECD Publishing, Paris.

Payraudeau, S.; Hayo, M.G.; Van der Werf, H. Environmental impact assessment for a farming region: a review of methods. **Agriculture Ecosystem and Environment**. v. 107, p. 1-19. 2005.

Figueirêdo, M.C.B. de; Rodrigues, G.S.; Caldeira-Pires, A.; Rosa, M.de F.; Aragão, F.A.S. de; Vieira, V. de P.P.B.; Mota, F.S.B. Environmental performance evaluation of agro-industrial innovations – part 1: Ambitec-Life Cycle, a methodological approach for considering life cycle thinking. **Journal of Cleaner Production**, v. 18, n. 14, p. 1366-1375, 2010.

Rodrigues, G.S.; Buschinelli, C.C. de A.; Avila, F.A.D. An environmental impact assessment system for agricultural research and development II: institutional learning experience at Embrapa. **Journal of Technology Management & Innovation**, v. 5, n. 4, pp. 38-56, 2010.

Temple, L.; Barret, D.; Blundo-Canto, G.; Dabat, M.H.; Devaux-Spatarakis, A.; Faure, G.; Hainzelin, E.; Mathé, S.; Toillier, A.; Triomphe, B. Assessing impacts of agricultural research for development: A systemic model focusing on outcomes. **Research Evaluation**, v. 27, n. 2, p. 157-170, 2018.

Souza, D.T. de; Cardoso, A.N.; Onoyama, M.M.; Santos, G.S.; Brasil, B. dos S.A.F.; Capdeville, G. de. **Avaliação de impacto socioeconômico e ambiental de inovações tecnológicas no contexto de biorrefinarias: o Sistema Ambitec-Bioenergia**. Brasília, DF: Embrapa Agroenergia, 2017. 34 p. (Embrapa Agroenergia. Documentos, v. 23).

**Embrapa**

---

**Territorial**