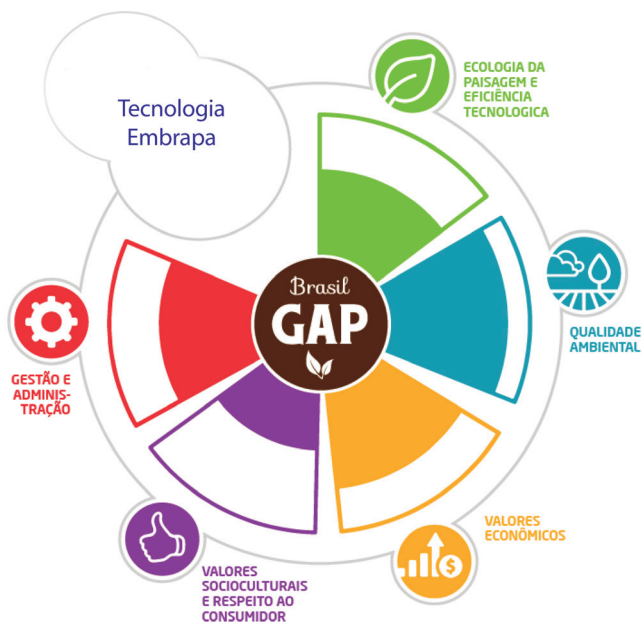


Ferramentas de Avaliação de Impactos Ambientais e Indicadores de Sustentabilidade na Embrapa



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

Documentos 105

Ferramentas de Avaliação de Impactos Ambientais e Indicadores de Sustentabilidade na Embrapa

*Geraldo Stachetti Rodrigues
Sergio Corrêa Pimenta
Camila Rodrigues Alves Casarini*

Embrapa Meio Ambiente
Jaguariúna, SP
2016

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Meio Ambiente

Rodovia SP-340, Km 127,5, Tanquinho Velho
Caixa Postal 69, CEP: 13820-000, Jaguariúna, SP
Fone: + 55 (19) 3311-2700
Fax: + 55 (19) 3311-2640
<https://www.embrapa.br/meio-ambiente/>
SAC: <https://www.embrapa.br/fale-conosco/sac/>

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: *Maria Isabel de Oliveira Penteado*
Secretária-Executiva: *Cristina Tiemi Shoyama*
Membros: *Rodrigo Mendes, Ricardo A. A. Pazianotto, Maria Cristina Tordin, Nilce Chaves Gattaz, Victor Paulo Marques Simão, Daniel Terao (suplente), Lauro Charlet Pereira (suplente) e Marco Antônio Gomes (suplente).*
Revisão de texto: Nilce Chaves Gattaz
Normalização bibliográfica: Victor Paulo Marques Simão
Editoração eletrônica: Gabriel Pupo Nogueira
Imagem capa: Sérgio Pimenta

1ª edição eletrônica (2016)

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 Meio Ambiente**

Rodrigues, Geraldo Stachetti

Ferramentas de avaliação de impactos ambientais e indicadores de sustentabilidade na Embrapa / Geraldo Stachetti Rodrigues, Sergio Corrêa Pimenta e Camila Rodrigues Alves Casarini. – Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2016.

21 p. il. (Documentos / Embrapa Meio Ambiente, 1516-4691 ; 105).

1. Agricultura. 2. Sustentabilidade. 3. Avaliação de impacto. 4. Método. I. Pimenta, Sergio Corrêa. II. Casarini, Camila Rodrigues Alves. III. Título. IV. Série.

CDD 333.714

Autores

Geraldo Stachetti Rodrigues

Ecólogo, PhD em Ecologia e Biologia Evolutiva,
Pesquisador da Embrapa Meio Ambiente,
Jaguariúna, SP

Sergio Corrêa Pimenta

Engenheiro Agrônomo, Gerente de Sustentabilidade
da Brasil GAP, Botucatu, SP

Camila Rodrigues Alves Casarini

Engenheira Agrônoma, Gerente Técnica da Brasil
GAP, Botucatu, SP

Apresentação

A agricultura brasileira atravessa um período de franca expansão da capacidade produtiva e conquista de mercados. Nesse processo, a intensificação sustentável tem sido eixo orientador, independente do setor produtivo, da filiação tecnológica, ou da condição socioeconômica dos produtores. Para orientar esse processo, métodos para a Avaliação de Impactos Ambientais têm sido propostos pela Embrapa, integrando indicadores de sustentabilidade para a adoção de inovações tecnológicas (Ambitec-Agro) e para a gestão ambiental de atividades rurais (APOIA-NovoRural).

O método Ambitec-Agro apresenta estrutura multicritério, pela qual observações de campo são pontuadas em 27 critérios e 148 indicadores de desempenho socioambiental. O método APOIA-NovoRural consta de 62 indicadores organizados em abordagem multiatributo, agrupados em cinco dimensões de sustentabilidade: (i) Ecologia da paisagem, (ii) Qualidade ambiental, (iii) Valores econômicos, (iv) Valores socioculturais e (v) Gestão e administração. Os indicadores são verificados com instrumental analítico e dados técnicos dos estabelecimentos rurais, para compor relatórios de gestão ambiental.

Ambas abordagens metodológicas têm sido amplamente empregadas em contextos de intensificação agropecuária, com resultados que representam exemplos de práticas e formas de manejo dirigidas à gestão ambiental para a sustentabilidade. O presente documento apresenta brevemente essas ferramentas de gestão ambiental agropecuária, como apoio aos produtores rurais para a tomada de decisões de adoção tecnológica e práticas de manejo; como fontes de informações a gestores de políticas de fomento agrícola e desenvolvimento rural; e aos consumidores, como referência para o exercício de seu poder de conformação de mercados éticos e solidários.

A principal hipótese que baliza o desenvolvimento dessas ferramentas e sua transferência ao setor produtivo é que a implementação de mecanismos apropriados de gestão interfere transversal e positivamente no conjunto de indicadores de desempenho ambiental, em todas as dimensões de sustentabilidade. Assim, conforme os estabelecimentos rurais e as empresas do setor agropecuário aprimorem suas práticas de gestão ambiental, o conjunto da agricultura brasileira ampliará suas contribuições para a segurança alimentar, conciliando integridade ecológica, viabilidade econômica e equidade social na realização das atividades produtivas rurais.

Marcelo Augusto Boechat Morandi

Chefe Geral

Sumário

Introdução	8
Métodos Embrapa Meio Ambiente	11
Diferencial dos Dois Métodos Descritos.....	13
Usabilidade.....	19
Considerações finais	20
Referências	20

Ferramentas de Avaliação de Impactos Ambientais e Indicadores de Sustentabilidade na Embrapa

Geraldo Stachetti Rodrigues

Sergio Corrêa Pimenta

Camila Rodrigues Alves Casarini

Introdução

Hoje com a internet e todos os novos equipamentos para garantir a conectividade de cada ser humano, lembrar a figura do “menino jornaleiro”, que anda pelas ruas vendendo notícias impressas em papel, pode parecer algo totalmente desatualizado.

O dilema do vendedor de jornais proposto por Francis Edgeworth (1845-1926) no final do século 19 vem sendo ampliado e utilizado em diversos estudos ligados a questões econômicas. Mas pode ser útil também para discutir sustentabilidade de sistemas de produção ao longo do tempo.

Vejamos primeiro por uma dimensão de valores econômicos envolvidos. O menino sabe que em seu melhor dia venderia 100 jornais e num dia ruim 60, então qual seria a quantidade certa para comprar? Se comprar 60 seu risco será mínimo, mas suas vendas também; se adquirir um número maior, sua possibilidade de ganhos e vendas será maior, mas o risco também aumenta.

Imediatamente podemos notar a necessidade de outra dimensão para melhorar a qualidade da decisão de quanto comprar. Se o menino, por

exemplo, anotar quanto vende ao longo da semana, o volume de vendas no começo e no fim do mês, a frequência que determinados clientes compram e outras coisas relativas à gestão e administração, seu negócio poderá ter mais sucesso.

Provavelmente, procedendo desta forma, terá chance de aumentar seu ganho à medida que aprende e ao adquirir experiência para tomar melhores decisões. Então haverá um momento em que alguns de seus potenciais clientes não poderão ser atendidos, porque a quantidade de jornais adquirida será aquela que oferecerá maior lucro. O acesso destas pessoas a informação, no momento em que elas desejam ou precisam, ficará comprometido. No longo prazo, ele poderá perder esses clientes que podem passar ao não confiar mais nele. Além disso, outras questões relevantes, como acesso a esporte e lazer, oportunidade de emprego, saúde e serviços básicos podem ser influenciadas. Esses clientes poderão reclamar com o nosso pequeno vendedor, que agora terá que trabalhar a dimensão sociocultural de seu empreendimento.

Procurando agradar ao maior número de pessoas possível, e garantir mais clientes no longo prazo, ele poderá assumir o prejuízo de alguns jornais não vendidos. Porém, estes jornais excedentes vão constituir riscos ao meio ambiente se não forem tratados de forma responsável. Poderão afetar o solo, rios e lagos, e se queimados, até mesmo o ar. Está aí mais uma dimensão a ser considerada. Os compartimentos ambientais ar, água e solo podem ser mais ou menos impactados pelas decisões deste jornaleiro.

E por fim, ainda irá perceber que seu empreendimento é afetado fortemente pela dimensão da ecologia da paisagem onde realiza suas vendas. Se seu ponto de venda é em uma rua arborizada, de passeios largos e com segurança, mais pessoas circularão por ali e seus clientes permanecerão por mais tempo, aumentando suas chances de venda. Um ambiente mais agradável altera o humor das pessoas, as quais se tornam mais receptivas, impactando positivamente o resultado de seu negócio.

Em uma passagem desagradável ou hostil, como uma rua deserta e malcuidada, o número de clientes poderá ser menor.

Estas cinco dimensões: Ecologia da Paisagem, Qualidade Ambiental (Atmosfera, Água e Solo), Valores Econômicos, Valores Socioculturais e Gestão e Administração afetam qualquer empreendimento humano. Um conjunto de indicadores agrupados nestas cinco dimensões pode auxiliar qualquer administrador ou comunidade a tomar decisões que direcionem a atividade para uma posição de maior sustentabilidade (Figura 1).

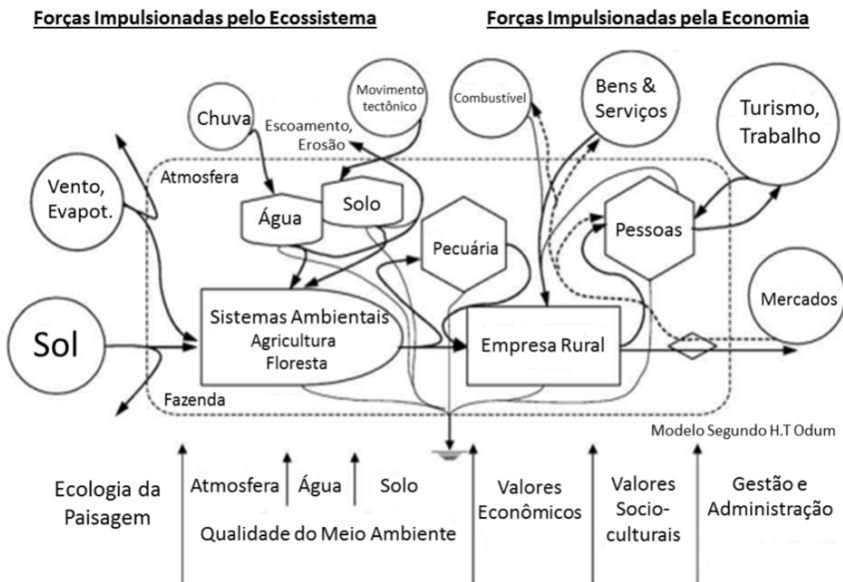


Figura 1. Visão do sistema de inserção de dimensões de sustentabilidade que integram os indicadores do método APOIA-NovoRural. O estabelecimento rural é representado por um sistema em linguagem de símbolos. Por um lado, compartimentos e entradas se conectam com o ambiente natural, por reciclagem e controles de feedback, e por outro lado por interface com os mercados. As dimensões de sustentabilidade propostas oferecem a base para a organização de indicadores para englobar os efeitos das atividades rurais na paisagem local, a sua influência sobre a qualidade do meio ambiente, o desempenho econômico, os efeitos sobre os interesses sociais das pessoas envolvidas (produtores, eventuais parceiros e trabalhadores), e pelo relacionamento com os mercados locais (isto é, a gestão e administração).

Como no exemplo do menino jornalista, não existe uma decisão certa ou errada: a cada nova prática, tecnologia ou atividade adotada, poderão ocorrer impactos positivos em determinadas dimensões de sustentabilidade, mas impactos negativos em outras. Dificilmente uma decisão tem apenas impactos positivos ou apenas impactos negativos. Por isso é importante levar em conta as diferentes dimensões para se ter uma visão ampla destes impactos e assim tomar decisões mais sustentáveis e produtivas (BARROS et al., 2016).

Métodos Embrapa Meio Ambiente

A Embrapa Meio Ambiente desenvolveu métodos para auxiliar a avaliação de impactos em várias dimensões da sustentabilidade relacionadas ao trabalho no ambiente rural. Dois deles que vêm sendo amplamente usados são o Ambitec-Agro e o APOIA-NovoRural. Avaliações de impactos ambientais compreendem procedimentos para a previsão, a análise e a mitigação dos efeitos ambientais de projetos, planos e políticas de desenvolvimento que impliquem em alteração da qualidade ambiental (RODRIGUES, 1998).

O sistema de 'Avaliação de Impactos Ambientais de Inovações Tecnológicas Agropecuárias' (Ambitec-Agro) tem como foco avaliar as alterações de desempenho socioambiental de estabelecimentos rurais em consequência da adoção de determinada prática ou tecnologia (RODRIGUES, 2015). O propósito é verificar alterações, positivas e negativas, resultantes da adoção tecnológica ou atividade produtiva, e apontar recomendações de gestão ambiental segundo esses impactos. O método baseia-se em levantamento de dados, em diálogo com o responsável pelo estabelecimento e verificação a campo. Em uma analogia com a medicina, o Ambitec-Agro seria como uma consulta clínica, para avaliar a saúde da pessoa após uma mudança de hábitos. Por exemplo, após começar a praticar exercícios (em analogia à adoção de uma prática ou tecnologia), quais alterações positivas e negativas

ocorreram na pessoa? No caso do ambiente rural, o que mudou na sustentabilidade do estabelecimento após a adoção, por exemplo, da prática 'rotação de culturas'?

O conjunto de critérios utilizados visa abranger os aspectos mais relevantes nas dimensões de impactos ecológicos e socioambientais na realização de atividades rurais, segundo o contexto local de adoção tecnológica. Cada critério se refere a alguma característica objetiva do estabelecimento rural, por exemplo, 'Quantidade de fertilizantes químicos utilizados' ou 'Oferta de empregos permanentes' e consiste de um conjunto de indicadores de alterações observadas em campo.

Já o Sistema de 'Avaliação Ponderada de Impacto Ambiental de Atividades do Novo Rural' (APOIA-NovoRural) tem como foco avaliar o desempenho socioambiental de estabelecimentos rurais de acordo com determinados padrões de qualidade. Ele permite uma avaliação objetiva de qualidade ambiental e sustentabilidade de práticas de manejo e estabelecimentos rurais (ver p. ex., DEMATTÊ et al., 2014). O Sistema APOIA-NovoRural compõe-se de um conjunto 62 indicadores, obtidos em vistorias de campo realizadas com instrumentação analítica e dados gerenciais obtidos em diálogo com o produtor rural / responsável pelo estabelecimento.

Mantendo nossa analogia com a medicina, o uso deste método assemelha-se à realização da consulta acompanhada de exames clínicos e laboratoriais, para diagnóstico mais aprofundado e direcionado. Por exemplo, para os indicadores da dimensão Ecologia da paisagem, técnicas de geoprocessamento (com auxílio de GPS, mapas e imagens de satélite) são aplicadas na composição de croquis dos estabelecimentos estudados, incluindo acessos, limites e infraestrutura, assim como bases para os cálculos de usos agrícolas da terra e fisionomia dos habitats

naturais. Indicadores relacionados à qualidade da água e do solo são obtidos em análises de campo e laboratório e assim por diante.

As informações sobre as atividades rurais são obtidas por pessoal devidamente treinado, em diálogo e vistorias em campo com os produtores ou responsáveis no estabelecimento rural, permitindo a ativa participação dos interessados e servindo para a documentação e comunicação dessas informações. A aplicação do sistema APOIA-NovoRural destina-se à gestão ambiental das atividades no meio rural, indicando os pontos críticos para aprimoramento do manejo, bem como os aspectos favoráveis para o fortalecimento da atividade e para comunicação com os clientes. Esses resultados podem contribuir para a eco-qualificação dos estabelecimentos rurais, assim como para a organização dos produtores locais para denominação de origem sustentável de seus produtos, adequando-se a produção segundo a avaliação realizada e favorecendo uma inserção diferenciada no mercado.

Diferencial dos Dois Métodos Descritos

Estes dois métodos para a Avaliação de Impactos Ambientais têm sido propostos pela Embrapa, integrando indicadores de sustentabilidade de inovações tecnológicas (Ambitec-Agro) e para a gestão ambiental de atividades rurais (APOIA-NovoRural).

O método Ambitec-Agro apresenta estrutura multicritério, pela qual observações de campo são pontuadas em 27 critérios e 148 indicadores de desempenho socioambiental (Figura 2).

Nome do critério de avaliação

Valores dos fatores de ponderação para a importância dos indicadores

Nome dos indicadores que compõem o critério

Verificação da soma dos fatores de ponderação de importância dos indicadores

Que alterações foram observadas na conservação da biodiversidade e na recuperação ambiental?									
Conservação da biodiversidade e recuperação ambiental		Variáveis de conservação da biodiversidade			Variáveis de recuperação ambiental				Averiguação fatores de ponderação
		Vegetação nativa	Fauna silvestre	Espécies / variedades tradicionais (çaboclas)	Solos degradados	Ecossistemas degradados	Áreas de Preservação Permanente	Reserva Legal	
Fatores de ponderação k		0,1	0,1	0,1	0,15	0,15	0,2	0,2	1
Escala da ocorrência = Marcar com X	Não se aplica								5,95
	Pontual								
	Local				3		1	1	
	Entorno	1	3	0		3			
Coeficiente de impacto = (coeficientes de alteração * fatores de ponderação)		0,5	1,5	0	0,9	2,25	0,4	0,4	5,95

Valores dos fatores de ponderação para a escala de ocorrência dos indicadores

Células para inserção dos coeficientes de alteração observados na fazenda

Índice de impacto parcial, referente a cada um dos indicadores

Índice de impacto integrado para o cliente

Pontual - 1
(quando o impacto se restringe a um campo de cultivo, a uma instalação ou recinto de criação)

Local - 2
(quando o impacto se estende além do local mas não ultrapassa os limites da fazenda)

Entorno - 5
(quando extrapola os limites da fazenda)

Grande aumento (> 25%) +3
Aumento moderado (≤ 25%) +1
Indicador inalterado 0
Diminuição moderada (≤ 25%) -1
Grande diminuição (> 25%) -3

Figura 2. Exemplo de matriz de ponderação do Ambitec-Agro contendo os indicadores que compõem o critério 'Conservação da biodiversidade e recuperação ambiental' e descrições do significado de cada campo da matriz.

Após a inserção de todos os *coeficientes de alteração dos indicadores* nas matrizes o resultado é a expressão automática do índice de impacto da tecnologia, ponderado pelos fatores de *escala da ocorrência* e *importância dos indicadores*. Os resultados finais da avaliação são expressos graficamente na escala entre ± 15 . Os resultados são apresentados por critério, em seguida por aspecto e finalmente o gráfico ao lado com dimensões e o *Índice de Impacto da Atividade* (Figura 3).

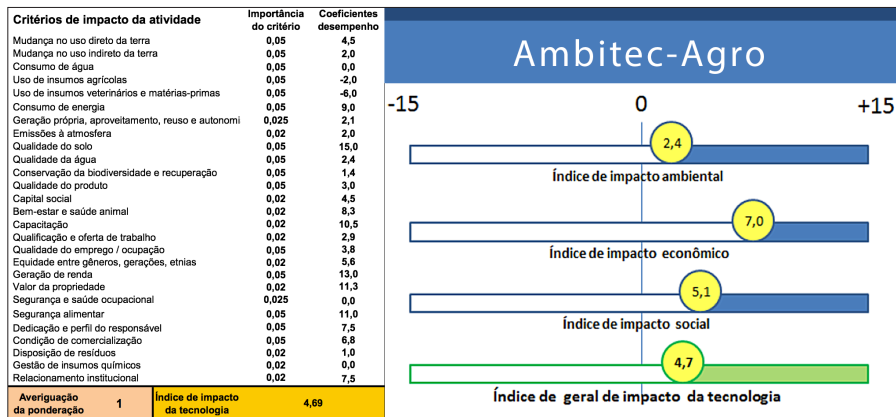


Figura 3. Exemplo de gráfico de saída do Ambitec-Agro contendo os índices de impacto.

Por sua vez, o método APOIA-NovoRural consta de 62 indicadores organizados em abordagem multiatributo, agrupados em cinco dimensões de sustentabilidade: (i) Ecologia da paisagem, (ii) Qualidade ambiental, (iii) Valores econômicos, (iv) Valores socioculturais e (v) Gestão e administração. Os indicadores são verificados com instrumental analítico e dados técnicos dos estabelecimentos rurais, em matrizes de ponderação construídas para cálculo automático dos *índices de impacto*, expressos graficamente em suas unidades apropriadas e então transformados em *unidades de utilidade* (escala = 0–1), segundo funções de valor construídas especificamente para cada indicador (Figura 4).

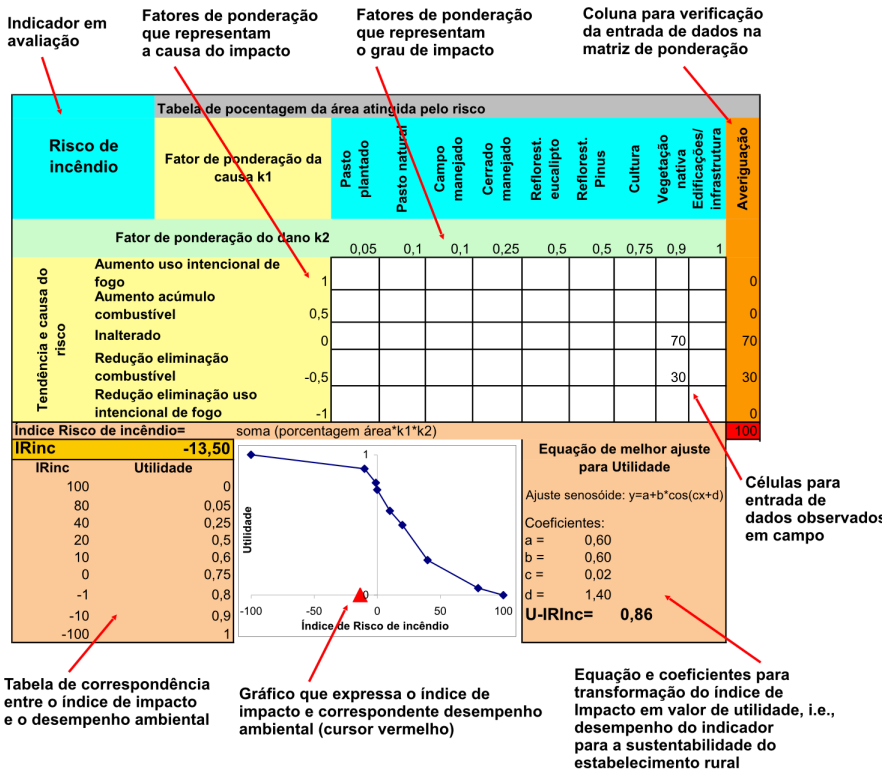


Figura 4. Exemplo de matriz de ponderação do APOIA-NovoRural contendo os indicadores que compõem o critério ‘Risco de incêndio’ e descrições do significado de cada campo da matriz.

As unidades de utilidade são finalmente integradas graficamente para composição da Avaliação de Desempenho Ambiental da Atividade Agropecuária (Figura 5).

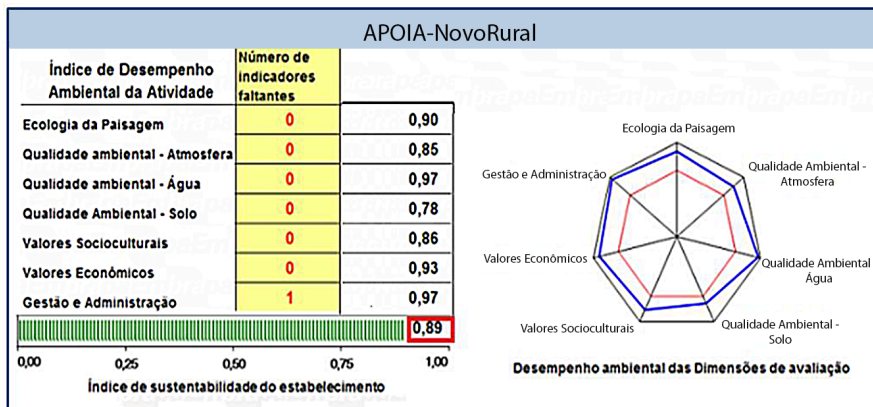


Figura 5. Exemplo de gráfico de saída do APOIA-NovoRural contendo os índices de impacto.

Muitos estudos já realizados usando a abordagem APOIA-NovoRural, aplicados desde pequenas unidades produtivas até grandes estabelecimentos rurais, desde comunidades tradicionais e produtores familiares, até empresas de inserção internacional (RODRIGUES et al., 2010), demonstraram que as dimensões ‘Ecologia da paisagem’ e ‘Gestão e administração’ têm sido aquelas que mais proximamente se correlacionam com o índice integrado de sustentabilidade (Figura 6).

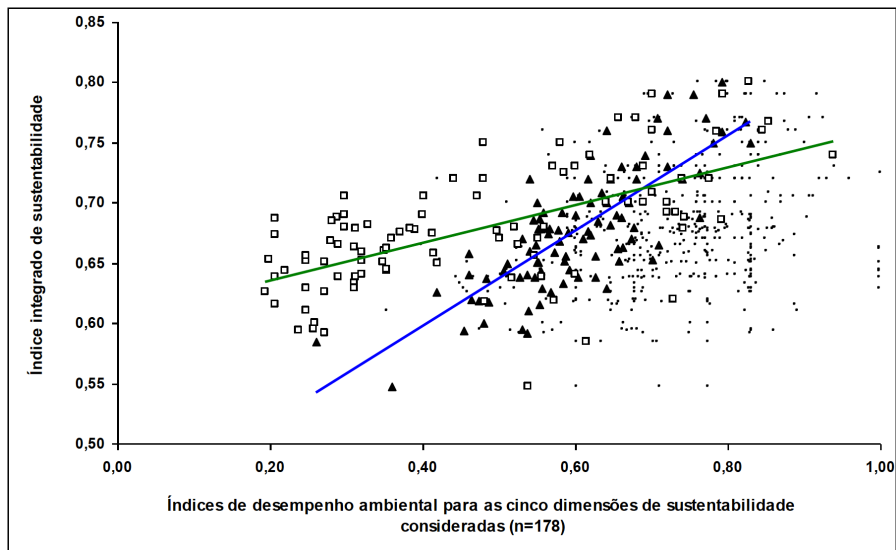


Figura 6. Resultados de estudos de caso realizados com o sistema APOIA-NovoRural, mostrando a distribuição geral dos índices de desempenho ambiental nas dimensões consideradas e os índices integrados de sustentabilidade ($n = 178$). As Dimensões com maiores coeficientes de correlação, i.e., Ecologia da paisagem (\blacktriangle - coef corr = 0,78) e Gestão e administração (\square - coef corr = 0,62) estão enfatizadas com as linhas no gráfico (RODRIGUES et al., 2010).

De um lado, a influência da dimensão Ecologia da paisagem pode ser considerada previsível, dado o maior número de indicadores aí presentes (14 de 62) e certa interação com as condições de Qualidade ambiental, em especial qualidade da água e da atmosfera. De outro lado, a influência da dimensão Gestão e administração (apenas cinco de 62 indicadores) traz uma interessante hipótese de trabalho – que procedimentos integrados de gestão ambiental permeiam o conjunto de indicadores e promovem a sustentabilidade de forma integrada. Em outras palavras, pode-se assumir que para alcançar a sustentabilidade da agricultura, um bom caminho é promover a gestão ambiental dos estabelecimentos rurais, o que se alcança com a adoção de indicadores de desempenho e sistemas

de avaliação de impactos, como estes exemplificados no presente texto.

Ao mesmo tempo, observa-se que o desempenho ambiental dos estabelecimentos dedicados à intensificação ecológica mostra-se melhorado quando o contexto produtivo se apresenta mais diversificado e integrado, conferindo valor às práticas dirigidas à adoção tecnológica e à intensificação da produção.

Usabilidade

A utilização dos programas Ambitec-Agro e APOIA-NovoRural, tanto de forma isolada como em conjunto, fornece diversos indicadores de desempenho socioambiental. A geração de gráficos é realizada de maneira automática. Assim, a análise dos impactos socioambientais fica fácil de compreender e comunicar, mesmo via mecanismos de ampla visibilidade como a internet, para clientes interessados em acompanhar o desempenho da fazenda como um todo ou em relação a determinadas dimensões da sustentabilidade. De posse dessas informações o empreendedor rural poderá visualizar na balança os prós e contras de determinadas atividades e tomar melhores decisões sobre o futuro de sua fazenda, garantindo maior sustentabilidade e melhores retornos da atividade.

A Embrapa e a BrasilGAP estabeleceram uma parceria para facilitar o acesso das pessoas a essas informações sobre a sustentabilidade via diferentes mídias, especialmente celulares. A apresentação dos resultados de avaliações em fazendas fica em um banco de dados que pode ser consultado de forma imediata usando código QR (*'Quick Response Code'*) aplicado na embalagem do produto ou na gôndola no ponto de venda.

Este tipo de código direciona rapidamente a solicitação do consumidor que pode decidir sobre a compra ou não, baseado nos resultados da

avaliação de impacto. Assim sinaliza para toda a cadeia produtiva que ele apoia e concorda com aquela forma como está sendo conduzido o manejo e com as tecnologias aplicadas.

A responsabilidade pela busca por um desenvolvimento mais sustentável fica, então, compartilhada entre os produtores e os consumidores.

Considerações finais

Apesar dos dois métodos terem sido originalmente desenvolvidos para uso mais interno da instituição, eles apresentam um bom potencial para aplicação junto à sociedade. Desta forma podem contribuir para uma discussão mais objetiva dos impactos da produção e consumo de produtos agropecuários, respeitando aspectos regionais e culturais. Isto se deve principalmente a suas características de flexibilidade de modelagem, que foi introduzida desde a origem dos métodos, sendo capaz de se ajustar a diferentes biomas, atividades e ambientes socioculturais.

Por outro lado, a Embrapa poderá contar com um volume ainda maior de informações coletadas junto aos produtores que utilizarem estes métodos de avaliação de impacto, favorecendo o levantamento de gargalos e demandas de tecnologias que podem contribuir para o melhor desempenho dos estabelecimentos rurais, e conseqüentemente da agropecuária brasileira.

Referências

BARROS, I. de; MARTINS, C. R.; RODRIGUES, G. S.; TEODORO, A. V. **Intensificação ecológica da agricultura**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2016. 31 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Documentos, 208).

DEMATTÊ FILHO, L. C.; PEREIRA, D. C. O.; RODRIGUES, G. S.; RODRIGUES, I.; MENDES, C. M. I. Gestão ambiental de atividades rurais no polo de agricultura natural de Ipeúna (SP). **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**. v. 4, n. 2, p. 41-48. 2014.

RODRIGUES, G. S. **Avaliação de Impactos Ambientais em Projetos de Pesquisas: Fundamentos, Princípios e Introdução à Metodologia**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 1998. 66 p. 1998. (Embrapa Meio Ambiente. Documentos, 14).

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

RODRIGUES, G. S.; RODRIGUES, I. A.; BUSCHINELLI, C. C. A.; BARROS, I. Integrated farm sustainability assessment for the environmental management of rural activities. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 30, n. 4, p. 229-239, 2010.

Embrapa

Meio Ambiente



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO

