

Indicadores de sustentabilidade, avaliação de impactos e gestão ambiental de atividades rurais

Geraldo Stachetti Rodrigues¹

Resumo - O sistema de Avaliação Ponderada de Impacto Ambiental de Atividades do Novo Rural (APOIA-NovoRural) consiste de 62 indicadores, integrados em cinco dimensões de sustentabilidade: Ecologia da paisagem, Qualidade ambiental (atmosfera, água e solo); Valores socioculturais; Valores econômicos e Gestão e administração. Tais indicadores são construídos em matrizes de ponderação, nas quais dados quantitativos obtidos em campo e laboratório são traduzidos em índices de impacto. Funções de utilidade especificamente derivadas para cada indicador permitem expressão dos impactos, de acordo com padrões ambientais e objetivos socioeconômicos. Os índices de impacto são apresentados em três níveis de integração: a) indicadores específicos, que oferecem um diagnóstico ambiental e um instrumental de manejo aos produtores, apontando atributos das atividades rurais, que possam estar em desconformidade com objetivos definidos de desempenho; b) dimensões de sustentabilidade, que indicam a tomadores de decisão as principais contribuições das atividades/estabelecimentos rurais para o desenvolvimento local, facilitando a definição de ações de controle ou medidas de fomento; c) o índice integrado de sustentabilidade, que pode ser tomado como uma medida objetiva para fins de ecocertificação. Dois estudos de caso, desenvolvidos em diferentes escalas, são detalhados, visando demonstrar a maleabilidade do método e sua aplicabilidade em gestão ambiental e desenvolvimento rural sustentável.

Palavras-chave: Indicadores. Índice de sustentabilidade. Impacto Ambiental. Desempenho ambiental. Diagnóstico ambiental.

INTRODUÇÃO

Produtores rurais ao redor do mundo têm-se dedicado, com crescente afinco, à melhoria de desempenho dos seus sistemas produtivos agropecuários, procurando aliar boas práticas de manejo e gestão ambiental integrada. Estes objetivos favorecem o reconhecimento dos limites dos recursos naturais, da importância da conservação da biodiversidade e dos serviços ambientais fornecidos pelos ecossistemas, sendo iniciativas de ajuste a nichos de mercado, que oferecem vantagens comparativas para sistemas produtivos certificados como

conservacionistas. Numerosos métodos para avaliação de impactos ambientais (AIA) têm sido desenvolvidos para guiar a adoção de boas práticas, de inovações tecnológicas, bem como de processos integrados de gestão ambiental (RODRIGUES; RODRIGUES, 2007).

Níveis diferentes de complexidade são observados nas variadas abordagens metodológicas disponíveis, desde análise multicritério (MONTEIRO; RODRIGUES, 2006; SADOK et al., 2008) e diagnósticos rurais qualitativos (LÓPEZ-RIDAURA et al., 2002), a abordagens analítico-

quantitativas (HÄNI et al., 2003); e desde a escala de parcelas cultivadas na fazenda como um todo (RODRIGUES et al., 2006b; ZAHM et al., 2008), até o território rural (PAYRAUDEAU; WERF, 2005; RODRIGUES et al., 2006a) e a agricultura de todo um país (RONCHI et al., 2002).

Na maior parte dos casos, métodos de AIA baseiam-se em indicadores de desempenho (BOCKSTALLER et al., 2008), com avaliações que envolvem desde aspectos particulares, como riscos de contaminação por pesticidas (BOULLENGER

¹Ecólogo, Ph.D., Pesq. Embrapa Meio Ambiente, Caixa Postal 69, CEP 13820-000 Jaguariúna-SP. Correio eletrônico: stacheti@cnpmma.embrapa.br

et al., 2008) e balanço de insumos, até o desempenho socioeconômico e ambiental de sistemas de produção (ECKERT et al., 2000). No sentido de ampliar o alcance prático oferecido pelos indicadores de desempenho, a avaliação de sustentabilidade de estabelecimentos rurais permite a gestão ambiental integrada, pois é nessa escala que se realizam as decisões de manejo, de adoção tecnológica e de sistemas produtivos.

Uma abordagem integrada para avaliação de impactos implica em promover a gestão ambiental das atividades rurais como contribuição para o desenvolvimento local sustentável. Dessa forma, muito além de efeitos sobre indicadores específicos, mesmo aqueles cruciais como oportunidades de trabalho e de geração de renda, busca-se atender a objetivos de prosperidade (finalidade última das boas práticas de manejo e da adoção tecnológica), segundo a satisfação de múltiplos interesses dos produtores, de suas famílias e comunidades (CAMPANHOLA et al., 2007). Tal ponto de vista nada tem de verdadeiramente inovador, tendo sido proposto décadas atrás ao se reconhecer que os impactos não são equitativamente distribuídos entre os grupos sociais e compreendem julgamentos de valor, que representam e expressam as formas em que os objetivos e interesses sociais (dentre estes o desenvolvimento sustentável) são afetados (BISSET, 1983).

O presente artigo detalha um sistema integrado de indicadores de sustentabilidade, desenvolvido para promover a gestão ambiental de estabelecimentos rurais, aplicável aos mais variados contextos espaciais, atividades e setores produtivos. Dois estudos de caso são apresentados, visando exemplificar a maleabilidade da metodologia e sua aplicabilidade:

- a) a um contexto local, visando à gestão ambiental do entorno de uma Unidade de Conservação em Minas Gerais;

- b) a um projeto de desenvolvimento rural, realizado em escala macrorregional no Uruguai, similar às iniciativas de planejamento rural em curso no Estado.

SISTEMA APOIA-NOVORURAL

Uma alternativa para a avaliação ambiental de atividades rurais, adequação tecnológica agropecuária e gestão territorial participativa é o Sistema de Avaliação Ponderada de Impacto Ambiental de Atividades do Novo Rural (APOIA-NovoRural) (RODRIGUES; CAMPANHOLA, 2003). Esse método tem sido aplicado à gestão ambiental territorial (RODRIGUES et al., 2006a), a programas de desenvolvimento rural em escala de país (RODRIGUES; MOREIRA VIÑAS, 2007), a setores produtivos (RODRIGUES et al., 2007) e cadeias produtivas agrícolas (RODRIGUES et al., 2009), bem como a sistemas de produção (BUSCHINELLI et al., 2007; RODRIGUES et al., no prelo) e no entorno de áreas de proteção ambiental (RODRIGUES et al., 2008).

Com o objetivo de implementar a gestão ambiental de atividades e estabelecimentos rurais, o método APOIA-NovoRural visa prover um procedimento de avaliação que satisfaça as premissas da ciência de AIA, segundo o modelo pressão/estado/resposta (OECD, 1999). Assim, cada avaliação configura-se conforme a específica situação socioeconômica, físico-química e de escala de produção, dessa forma definindo-se a PRESSÃO exercida sobre o ambiente, ou seja, o contexto local das atividades rurais avaliadas. Segue-se a avaliação do ESTADO do ambiente, segundo análise instrumental/levantamento de dados objetivos quantitativos de campo e cálculo de índices de impacto em matrizes de ponderação especificamente designadas, para o conjunto de indicadores componentes do sistema de avaliação. Essas etapas resultam na composição de Relatórios de Gestão Ambiental para entrega aos produtores, para sua tomada de decisão quanto

à RESPOSTA para adequação do manejo e conversão tecnológica, visando correção de impactos negativos e promoção dos positivos, contribuindo para a gestão ambiental.

Partindo dessas premissas, o sistema APOIA-NovoRural foi desenvolvido segundo os seguintes princípios:

- a) permitir a avaliação das mais diversas atividades rurais, em variadas regiões e situações ambientais, na escala específica do estabelecimento rural (na qual se faz a tomada de decisão para gestão ambiental);
- b) incluir indicadores relativos aos aspectos ecológicos, econômicos, socioculturais e de manejo implicados com o desenvolvimento local sustentável;
- c) facilitar a detecção de pontos críticos para correção de manejo;
- d) expressar os resultados em uma forma simples e direta para agricultores e empresários rurais, tomadores de decisão e o público em geral;
- e) ser informatizado e fornecer uma medida final integrada do impacto ambiental (e da sustentabilidade) das atividades rurais estudadas, contribuindo para a gestão ambiental e a ecocertificação, em atendimento à demanda de produtores e de suas organizações.

O sistema consta de um conjunto integrado de 62 indicadores ambientais construídos em matrizes escalares de ponderação, formuladas para avaliação sistêmica de atividades rurais, de acordo com cinco dimensões de sustentabilidade (Fig. 1):

- a) Ecologia da paisagem;
- b) Qualidade ambiental (atmosfera, água e solo);
- c) Valores socioculturais;
- d) Valores econômicos;
- e) Gestão e administração.

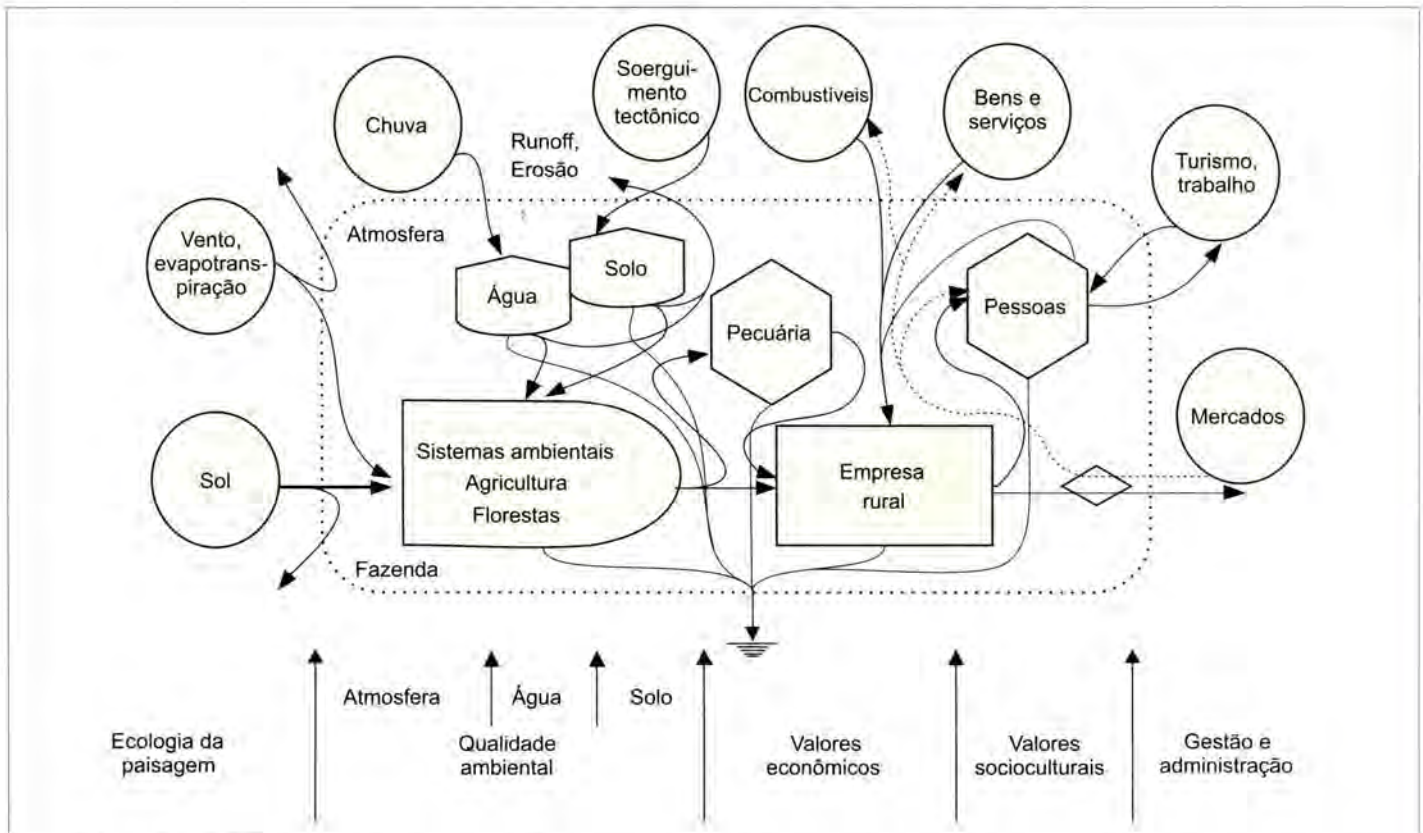


Figura 1 - Inserção das dimensões de sustentabilidade para integração de indicadores do sistema APOIA-NovoRural, segundo enfoque sistêmico de um estabelecimento rural

NOTA: Fontes externas de matéria e energia são associadas a estoques internos, unidades ambientais e produtivas do sistema, que de um lado exporta produtos e recebe a devida compensação dos mercados, de outro, conecta-se via fluxos de reciclagem, retroalimentação e controle.

APOIA-NovoRural - Avaliação Ponderada de Impacto Ambiental de Atividades do Novo Rural.

O estabelecimento rural representa a escala espacial de análise, a qual é procedida de forma analítico-quantitativa, avaliando-se os efeitos da atividade rural em cada um e todos os indicadores. Índices de impacto são automaticamente calculados de acordo com fatores de ponderação apropriados, construídos a partir de uma revisão de métodos de avaliação de impactos, discussões em grupos de especialistas e *workshops*, seguidos de validação de campo para diferentes setores produtivos. O conjunto completo de indicadores do sistema APOIA-NovoRural e suas respectivas unidades de medição, pesquisadas no campo e em análises laboratoriais, estão disponíveis em Rodrigues e Campanhola (2003).

As informações requeridas para preenchimento das matrizes de ponderação são

obtidas em vistorias de campo (auxiliadas por GPS, mapas e imagens de satélite) e levantamento de dados sobre o histórico administrativo do estabelecimento rural. Indicadores relacionados com a qualidade do solo e da água são obtidos com análises instrumentais de campo e laboratório. As matrizes de ponderação são construídas para transformar as variáveis dos indicadores em índices de impacto, segundo funções de utilidade (escala normalizada de 0 a 1, com o valor da linha de base de conformidade ambiental padronizado em 0,7) (BISSET, 1987).

Essas funções expressam as linhas de base para cada indicador em particular e foram derivadas em testes de probabilidade e de sensibilidade, caso a caso para cada indicador (GIRARDIN et al., 1999). No teste de probabilidade, definem-se os

limites da escala (mínimo e máximo) e o valor de conformidade (0,7), segundo solução numérica da variável que define o indicador. No teste de sensibilidade, definem-se a direção do indicador (se positivo ou negativo) e o significado das mudanças trazidas acerca da atividade avaliada, segundo relação quantitativa com o desempenho estabelecido na linha de base. Esses testes permitem a construção de uma tabela de correspondência entre os índices de impacto do indicador e os valores de utilidade, os quais são então apresentados graficamente. Esse relacionamento de correspondência é, então, matematicamente efetuado por uma equação de melhor ajuste, resultando na expressão do índice de impacto em valores de utilidade. Como exemplo, tem-se a matriz de ponderação do sistema APOIA-NovoRural apresentando

o indicador Erosão (Fig. 2). Essa matriz escalar típica integra dois grupos de atributos (um para tendência de ocorrência e outro para mecanismos de erosão) com respectivos valores de ponderação (k , indicando impactos crescentes para processos erosivos mais impactantes), equação para cálculo do índice de impacto ($I_{eros} = -36$), tabela de correspondência e gráfico para a relação índice de impacto/desempenho ambiental e equação e coeficientes para conversão em utilidade ($U - I_{Ero} = 0,85$). A linha 'Averiguação' afere a correção dos dados de entrada (100% da área sob risco de erosão, aferida em levantamento de campo), os quais, no presente caso, representam, nas células de entrada, 15% da área sujeita à erosão laminar, 5% da área com redução nesse tipo de processo erosivo, dadas as medidas de controle implantadas (curvas de nível), 30% de aumento de erosão em sulcos (cultura anual em declive, sem adequado terraceamento) e 50% da área com redução de erosão em ravinas, com manejo de vegetação associada em áreas de pomares.

Matrizes de ponderação, similares à apresentada na Figura 2, são disponíveis para os 62 indicadores do sistema APOIA-NovoRural, permitindo a avaliação integrada de sustentabilidade. As matrizes podem conter informações simples obtidas em análise de campo e laboratório – ex. acidez H+Al (Fig. 3) –, estruturas mais complexas ou integração de dados entre indicadores, agregados para composição das dimensões de avaliação (Fig. 4). Gráficos similares são disponíveis no sistema para cada dimensão de avaliação e seus indicadores individuais, facilitando a detecção de pontos críticos para correção de manejo.

Os resultados das avaliações são apresentados em gráficos que expressam o impacto ambiental para cada um dos indicadores, comparativamente à linha de base, definida como valor 0,7. Os resultados para todos indicadores são combinados pela média dos valores de utilidade de cada dimensão considerada e para o conjunto integrado de indicadores, compondo um

diagrama síntese de sustentabilidade para as cinco dimensões de avaliação e para o estabelecimento rural como um todo (Fig. 5).

Ao final de cada avaliação, formula-se um Relatório de Gestão Ambiental, entregue ao produtor para sua tomada de decisão, visando minimizar os impactos negativos e maximizar os impactos positivos, contribuindo para o desenvolvimento local sustentável.

Em resumo, a aplicação do Sistema APOIA-NovoRural consiste em:

- identificar os limites espaços-temporais das atividades a serem avaliadas, no âmbito do estabelecimento rural, realizar os levantamentos de campo, as coletas de dados e amostras de solo e água para análise laboratorial;
- inserir os dados nas matrizes de ponderação do sistema, para obter os índices de impacto referentes aos indicadores, que são convertidos automaticamente em valores de uti-

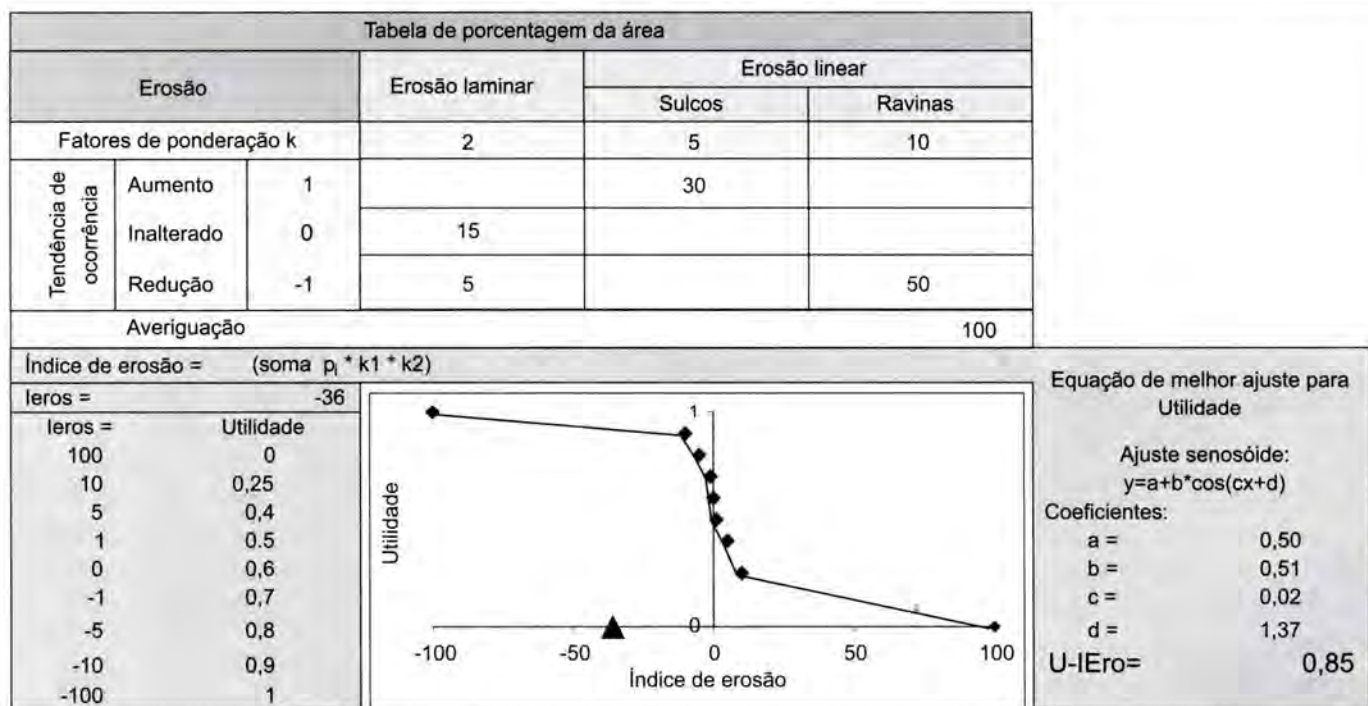


Figura 2 - Matriz de ponderação do sistema APOIA-NovoRural apresentando o indicador Erosão

NOTA: APOIA-NovoRural - Avaliação Ponderada de Impacto Ambiental de Atividades do Novo Rural.

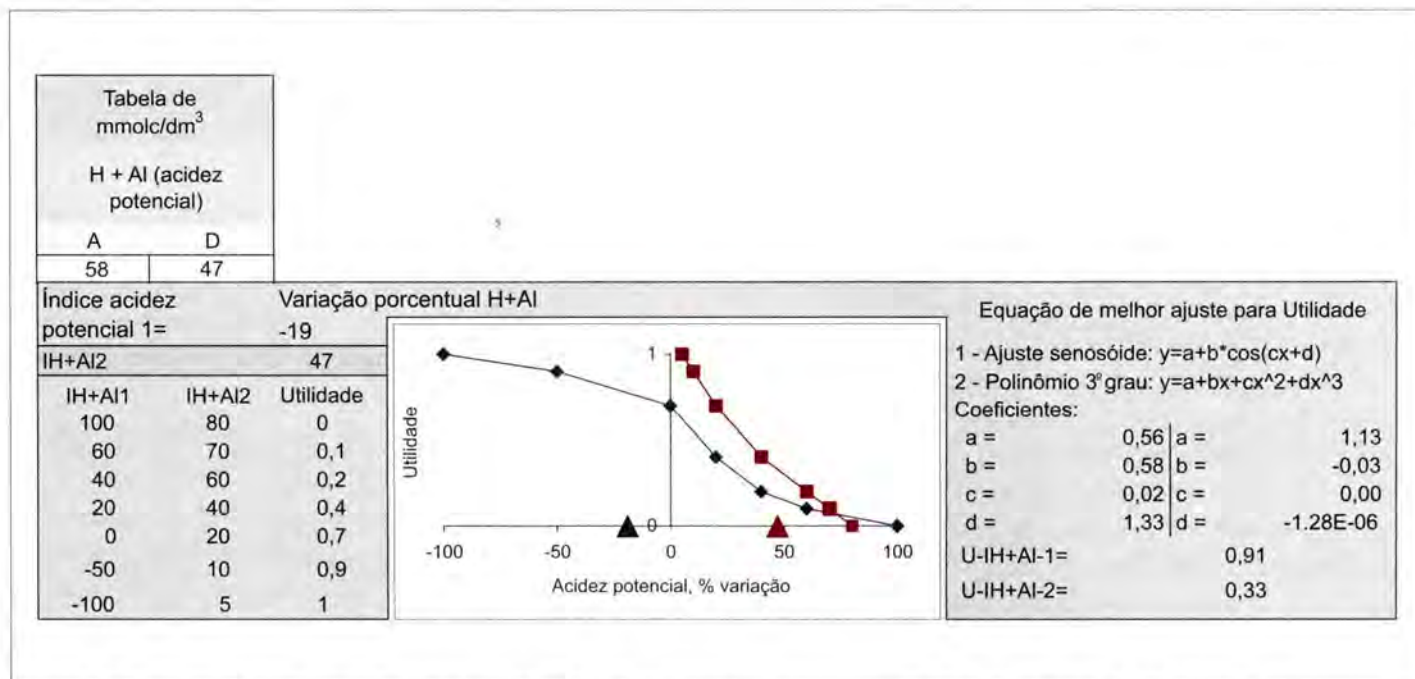


Figura 3 - Exemplo de matriz de indicador com fonte de dados simples, como acidez H+Al, do sistema APOIA-NovoRural

NOTA: Este indicador é avaliado em dois índices, IH+AI1 (variação percentual da acidez, uma medida de tendência do impacto) e IH+AI2 (uma medida de estado do ambiente). No caso, uma correção de 19% na acidez indica tendência favorável (U-IH+AI1 = 0,91), mas o nível resultante (47 mmolc/dm³) é ainda elevado, pouco próprio para desenvolvimento das culturas.

APOIA-NovoRural - Avaliação Ponderada de Impacto Ambiental de Atividades do Novo Rural; A - Antes; D - Depois.

lidade (escala de 0 a 1) e agregados em índices de impacto nas cinco dimensões consideradas;

- c) analisar os resultados gráficos, identificando os indicadores que mais restringem a sustentabilidade e averiguar possíveis desconformidades com a linha de base;
- d) formular o Relatório de Gestão Ambiental, indicando medidas corretivas, recomendações de adequação tecnológica e de manejo para abatimento dos impactos ambientais negativos e promoção dos positivos;
- e) integrar as avaliações realizadas em estabelecimentos rurais em estudos de gestão ambiental territorial e desenvolvimento rural. Nesses casos, oficinas de trabalho são organizadas, para promover o diálogo acerca dos estudos de impacto, entre produtores e outros atores sociais e grupos de interesse.

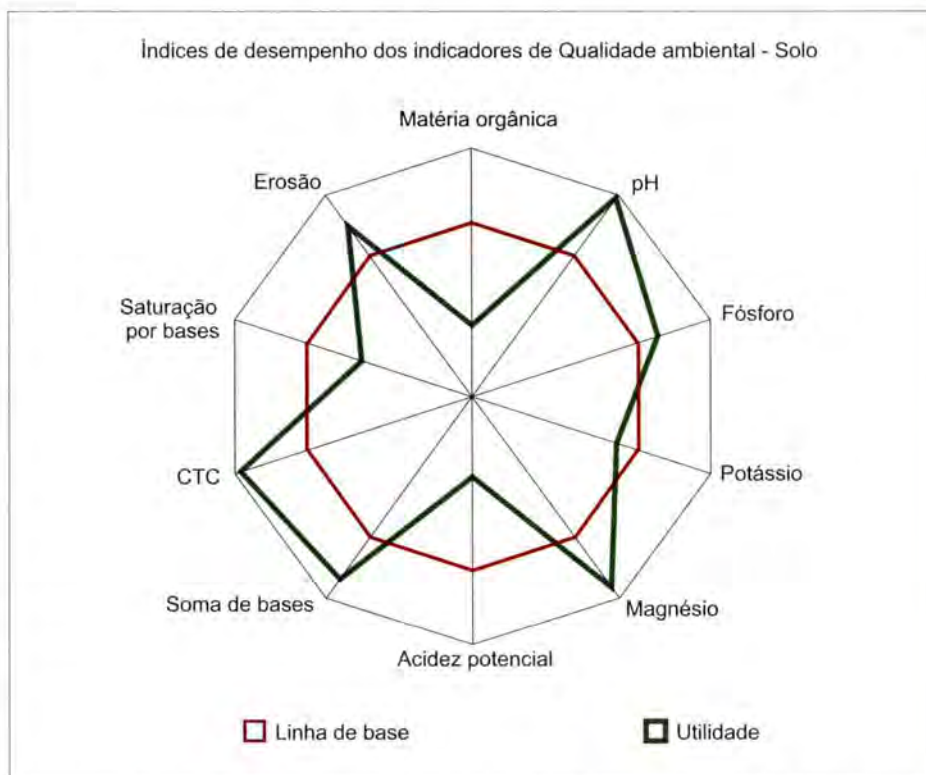


Figura 4 - Exemplo de integração de indicadores na dimensão Qualidade ambiental - Solo, do sistema APOIA-NovoRural

NOTA: CTC - Capacidade de troca catiônica; APOIA-NovoRural - Avaliação Ponderada de Impacto Ambiental de Atividades do Novo Rural.

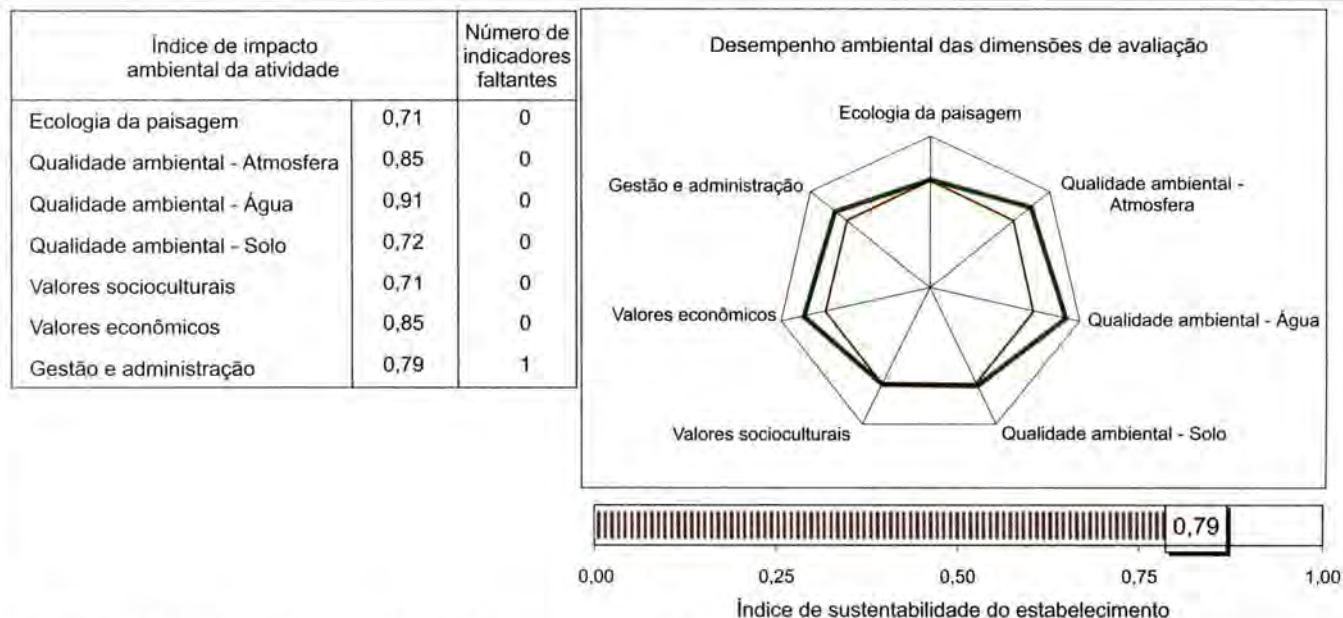


Figura 5 - Exemplo de gráfico de síntese de resultados do sistema APOIA-NovoRural

NOTA: Aparecem os índices de impacto para cada dimensão considerada, uma coluna para exclusão de eventuais indicadores faltantes na avaliação específica, e o índice de sustentabilidade agregado para o estabelecimento rural.

APOIA-NovoRural - Avaliação Ponderada de Impacto Ambiental de Atividades do Novo Rural.

EXEMPLOS DE APLICAÇÕES DO SISTEMA APOIA-NOVORURAL

Uma série de projetos de pesquisa, utilizando o sistema APOIA-NovoRural, tem permitido ajustar os procedimentos para alcances que vão desde estabelecimentos rurais representativos de cadeias produtivas e sistemas de produção específicos, ou estabelecimentos selecionados para gestão ambiental em setores produtivos rurais, a conjuntos de estabelecimentos inseridos em contextos de gestão ambiental territorial, até a adaptação do sistema para um programa de desenvolvimento rural sustentável em escala de país. Dois desses estudos são, a seguir, resumidos como exemplos das escalas de resolução local e macrorregional.

Gestão ambiental integrada de estabelecimentos rurais para conservação da biodiversidade: um estudo na Estação Biológica de Caratinga, MG (EBC)

A Estação Biológica de Caratinga (EBC) é uma reserva importante da Floresta Atlântica, definida como prioridade

nacional para a conservação do bioma e de especial interesse para a proteção de uma das maiores populações do miquiqui-do-norte, criticamente ameaçado de extinção. Pesquisas de longo termo têm indicado condições locais favoráveis a um crescimento rápido dessa população, desde que promovida a expansão do *habitat* disponível. No presente estudo, o sistema APOIA-NovoRural foi aplicado a quatro estabelecimentos rurais vizinhos à EBC, selecionados como unidades demonstrativas de gestão ambiental, em um programa participativo para recomposição de corredores ecológicos entre fragmentos de floresta, visando expansão de *habitat* para a população local de miquiqui-do-norte.

Todos os estabelecimentos apresentaram desempenhos ambientais adequados (índices de sustentabilidade entre 0,72 e 0,75), com índices abaixo da linha de base somente para Qualidade do solo (dados os solos inférteis típicos da região). Em geral, os indicadores de Ecologia da paisagem (índices entre 0,68 e 0,83) demonstraram situação de conservação dos *habitats*, desempenho das atividades produtivas e medidas de controle de incêndios adequadas,

dentre os indicadores relacionados com a proteção da fauna.

O único estabelecimento com resultado abaixo da linha de base nessa dimensão apresentou deficiência quanto às áreas de preservação permanente (APP), com índice igual a 0,13 (dada efetiva conservação de apenas 60% das APPs no estabelecimento), implicando em um índice igual a 0,68 para o indicador Corredores de fauna, registrando-se 15 ha de *habitats* naturais, distribuídos em três fragmentos. Reconhecendo a relação entre a correção desses indicadores e a sustentabilidade do estabelecimento, o produtor concordou com a recomendação de recuperação de uma área adicional de 5 ha, suficientes para alcançar conformidade com a legislação ambiental, bem como promover a extensão de corredores de fauna, conforme apresentado na Figura 6.

Com a recomposição da APP e consequente extensão dos corredores de fauna, o desempenho ambiental na dimensão Ecologia da paisagem alcança um índice igual a 0,74 (de 0,68 anteriormente), restando apenas os indicadores de diversidade produtiva e da paisagem, como abaixo da linha de base (Fig. 7).

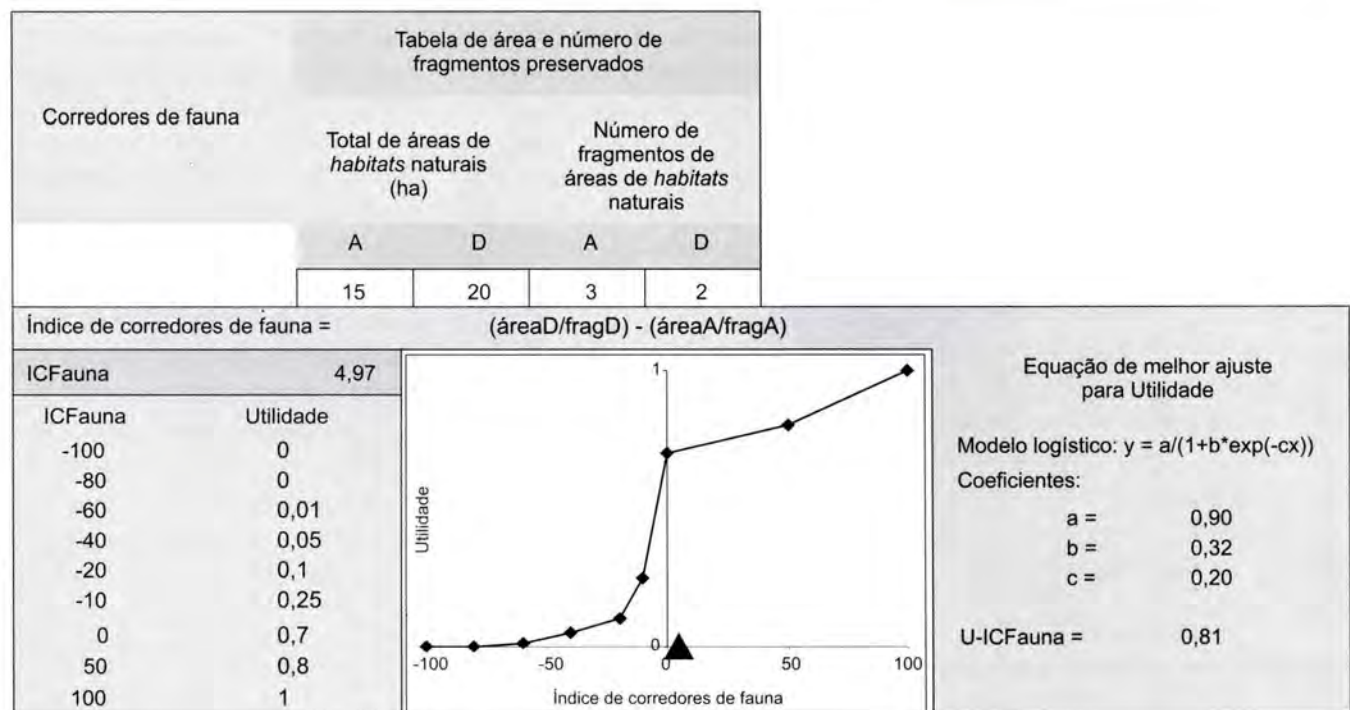
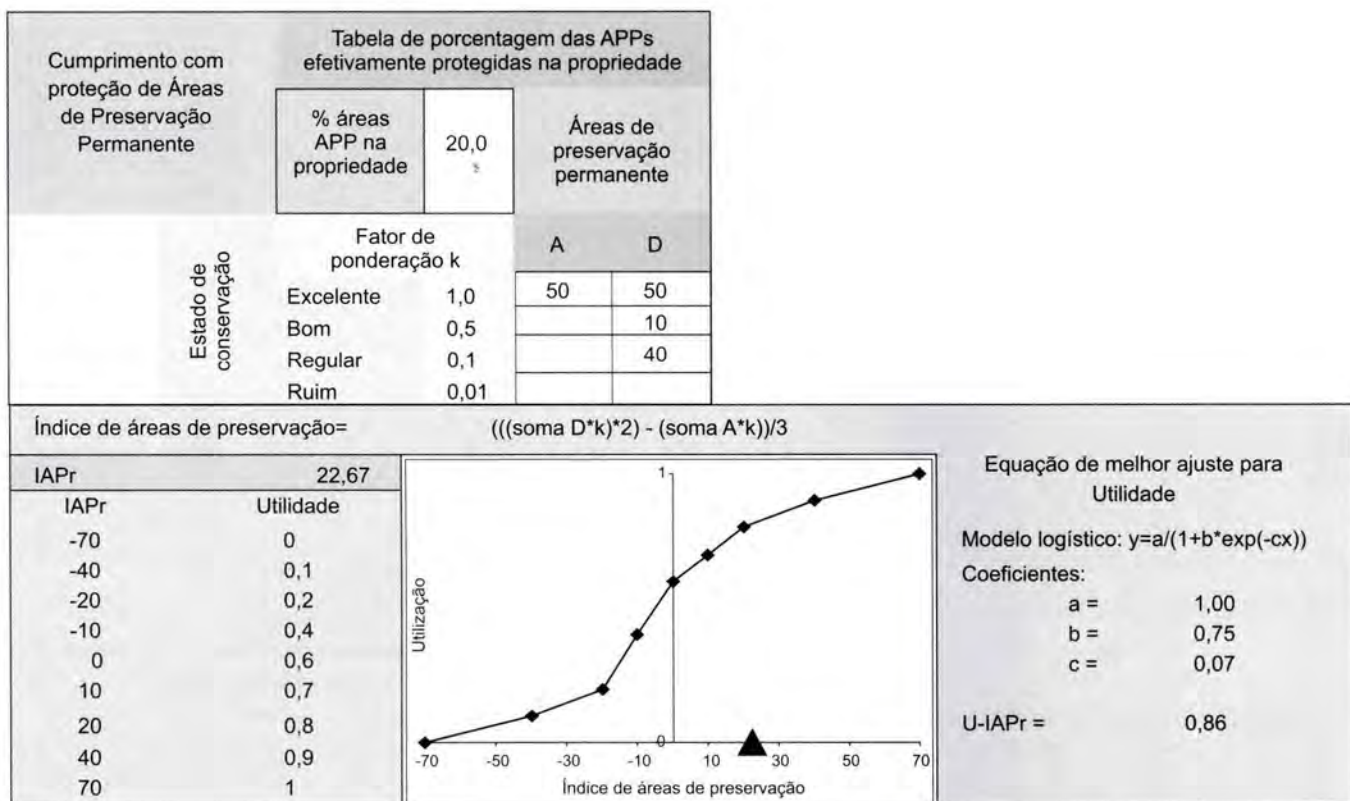


Figura 6 - Matrizes de ponderação dos indicadores proteção de APPs (incluindo recomendação de recuperação adicional de 40%) e Corredores de fauna (incluindo ampliação de 15 para 20 ha), reduzindo a fragmentação (de 3 para 2 fragmentos) e promovendo adequação dos índices de desempenho ambiental (de 0,13 e 0,68 anteriormente à recuperação ambiental, para 0,86 e 0,81)

NOTA: APP - Área de preservação permanente; A - Antes; D - Depois.

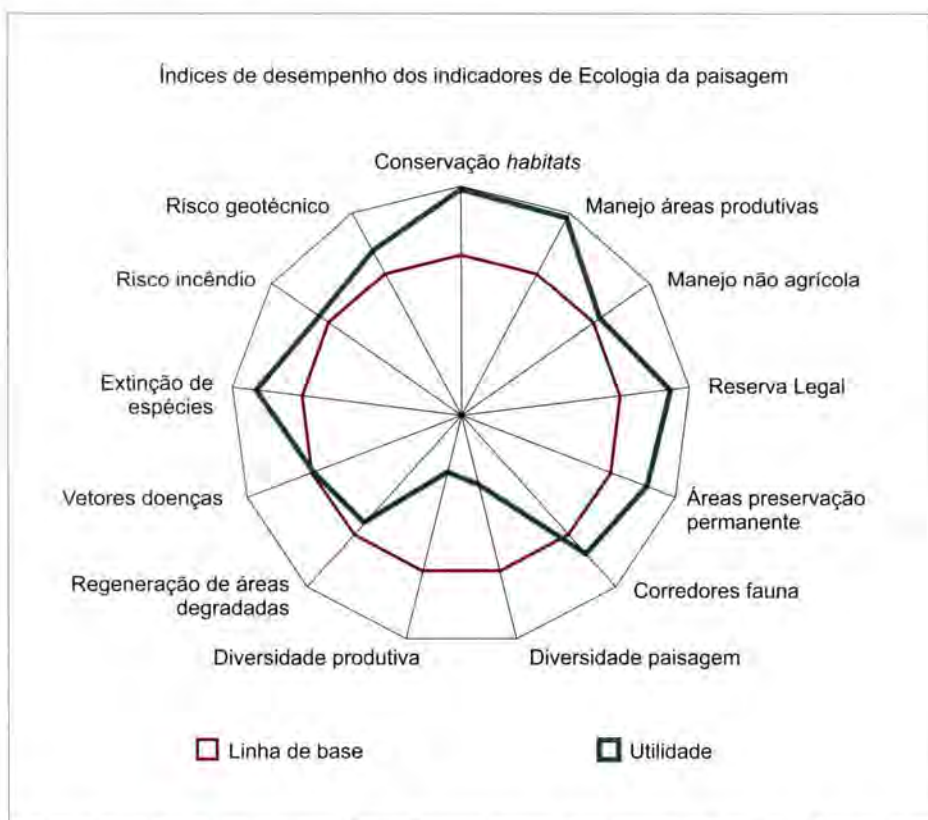


Figura 7 - Índices de desempenho ambiental dos indicadores da dimensão Ecologia da paisagem, após recomposição de APPs e consequente ampliação dos corredores de fauna em estabelecimento rural vizinho à EBC (MG)

NOTA: EBC - Estação Biológica de Caratinga.

Essa iniciativa, apoiada pelo Projeto de Proteção da Mata Atlântica de Minas Gerais (Promata-MG) permite conectar os dois principais remanescentes de Mata Atlântica da região (a própria EBC e uma reserva de 300 ha, ao sul) por meio de um corredor ecológico, o que representa um aumento de, aproximadamente, 30% na área potencial de ocupação e dispersão de várias espécies, entre estas o miquiqui-do-norte. Por meio da gestão ambiental participativa, foi proporcionada aos produtores participantes da pesquisa uma visão integrada dos seus estabelecimentos, da paisagem local, de alternativas de manejo e de oportunidades para o desenvolvimento local sustentável. Promoveram-se melhorias nas práticas agrícolas e nas tecnologias, bem como restauração de fragmentos de *habitats* naturais e implementação de corredores ecológicos favoráveis à conservação da biodiversidade local.

Proyecto Producción Responsable (PPR) para desenvolvimento rural no Uruguai

Sob os auspícios do Banco Mundial e do Global Environmental Facility, o Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca del Uruguay iniciou o projeto Manejo Integrado de los Recursos Naturales y la Biodiversidad, conhecido como Proyecto Producción Responsable (PPR), direcionado à inovação tecnológica e à gestão ambiental do setor agropecuário do país. O sistema APOIA-NovoRural foi adaptado a esses propósitos, segundo as condições ambientais, produtivas e da legislação local, e validado para contextos representativos do espectro de estabelecimentos rurais endereçados no PPR: um pequeno estabelecimento hortícola e um médio estabelecimento de pecuária de corte (RODRIGUES; MOREIRA VIÑAS, 2007). O sistema adaptado com ampla participação

institucional tornou-se disponível como instrumento de planejamento e acompanhamento do PPR, juntamente com um Manual Técnico, sistema de coleta, tratamento de dados e expressão de resultados e formulários, para composição dos relatórios de gestão ambiental (URUGUAI, 2007).

Entre os resultados obtidos nos estudos de validação do sistema adaptado, contrastes observados nos indicadores de qualidade da água são demonstrativos da base quantitativa da metodologia, que oferece medidas analíticas precisas para variáveis significativas, enquanto favorecem sua interpretação como índices de impacto em valores de utilidade (Quadro 1).

De maneira similar, variáveis quantitativas objetivas são feitas disponíveis para os indicadores das demais dimensões, permitindo recomendações de reorganização da paisagem, controle da emissão de poluentes atmosféricos, correção do solo, adequação das condições de trabalho, melhorias nas atividades produtivas e sua diversificação, promoção das condições de comercialização, entre muitos outros aspectos que favorecem a gestão ambiental integrada dos estabelecimentos rurais.

Os exemplos apresentados e a experiência acumulada com os numerosos projetos já realizados atestam a maleabilidade do sistema APOIA-NovoRural, sua aplicabilidade para a gestão ambiental de estabelecimentos rurais e sua abrangência para o desenvolvimento sustentável em escala territorial.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O APOIA-NovoRural é um método integrado, suficiente para avaliações de sustentabilidade na escala de estabelecimentos rurais. O sistema compreende os aspectos ecológicos, socioculturais e econômicos (incluindo gestão e administração) em uma medida quantitativa e objetiva das contribuições das atividades agrícolas para o desenvolvimento local sustentável. O método é de aplicação relativamente simples, desde que realizada por pessoal capacitado, facilita a ativa participação de produtores/administradores rurais e permite a coleta,

QUADRO 1 - Indicadores de qualidade da água do sistema APOIA-NovoRural, com resultados analíticos para os parâmetros ambientais correspondentes e valores de utilidade associados, em dois estabelecimentos com atividades rurais diversas, nos departamentos de Canelones e Maldonado, Uruguai, agosto de 2006

Indicadores e unidades de medida	Estabelecimento A			Estabelecimento B		
	Valor do parâmetro (antes)	Valor do parâmetro (depois)	Valor de utilidade	Valor do parâmetro (antes)	Valor do parâmetro (depois)	Valor de utilidade
Oxigênio dissolvido (mg/L)	8,5	2,1	0,40	5,7	5,7	0,79
Coliformes (número/100 mL)	1.560	2.760	0,57	0,0	0,0	1,00
DBO ₅ (mg/L)	4,5	3,5	0,88	2,7	2,7	0,95
pH	8,7	8,9	0,99	6,4	6,4	0,99
Nitrato (mg/L)	< 2,5	< 2,5	1,00	< 2,5	< 2,5	1,00
Turbidez (unidades nefelométricas)	87	91	0,97	20	20	0,93
Clorofila a (µg/L)	22,2	27,5	0,82	4,5	4,5	1,00
Condutividade (µS/cm)	1,1	1,01	0,95	0,14	0,144	0,95
Poluição visual (porcentagem do tempo observado)	100% área sem poluição visual	100% área sem poluição visual	1,00	100% área sem poluição visual	100% área sem poluição visual	1,00
Pesticidas (porcentagem da área pulverizada)	100% aumento na frequência e variedade	100% diminuição na toxicidade	0,80	100% área sem pulverização	100% área sem pulverização	1,00
Coliformes água subterrânea (número / 100 mL)	2.100	2.100	0,61	0,0	0,0	1,00
Nitrato de água subterrânea (mg/L)	53	53	0,57	0,2	0,18	1,00
Condutividade água subterrânea (µS/cm)	1,11	1,11	0,95	55	55	0,87
Índice de qualidade da água			0,81			0,96

NOTA: APOIA-Novo Rural - Avaliação Ponderada de Impacto Ambiental de Atividades do Novo Rural; DBO₅ - Demanda bioquímica de oxigênio de cinco dias.

o armazenamento, a análise e a comunicação de informações relativas a impactos ambientais. A plataforma computacional é de fácil distribuição e utilização e fornece resultados em figuras de entendimento simples, passíveis de incorporação em formulários para composição de relatórios de gestão ambiental. Nestes, recomendações de melhores práticas de manejo e tecnologias para correção de indicadores negativos e promoção daqueles positivos, podem ser diretamente endereçadas aos produtores.

Os resultados relativos ao desempenho de atividades estudadas, segundo indicadores ambientais específicos, oferecem uma ferramenta de diagnóstico para produtores/administradores rurais, apontando a situação de conformidade com padrões ambientais em cada aspecto do impacto da atividade nas condições do estabele-

cimento. Adicionalmente, os indicadores mostram a variação relativa e a tendência espaço-temporal dos impactos, apontando linhas de ação para a gestão ambiental.

Os resultados combinados, segundo as dimensões integradas, proveem aos tomadores de decisão uma visão de conjunto dos efeitos, sejam positivos ou negativos, das atividades agrícolas sobre o desenvolvimento local, facilitando a seleção e a recomendação de políticas de incentivo ou medidas de controle na escala do território. Finalmente, o índice de sustentabilidade pode ser tomado como uma medida das contribuições das atividades rurais para o desenvolvimento das comunidades locais, segundo as demandas de produtores, administradores, tomadores de decisão e organizações rurais. Esta medida pode ser empregada para a ecocertificação de processos produtivos, de acordo com objetivos localmente definidos de integri-

dade ecológica, vitalidade econômica e equidade social para o desenvolvimento local sustentável.

AGRADECIMENTO

Os resultados de estudos apresentados foram apoiados pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp), pelo Programa de Apoio à Agricultura Familiar do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo Programa Cooperativo para el Desarrollo Tecnológico Agroalimentario y Agroindustrial del Cono Sur (Procisur) e pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). Especial agradecimento é dedicado aos muitos pesquisadores colaboradores, aos produtores rurais e administradores participantes dos estudos de caso, que nos permitiram realizar as melhorias no método.

REFERÊNCIAS

- BISSET, R. Introduction to methods for environmental impact assessment. In: PADC environmental impact assessment and planning unit: environmental impact assessment. The Hague: Martinus Nijhoff, 1983. p.131-147.
- _____. Methods for environmental impact assessment: a selective survey with case studies. In: BISWAS, A.K.; GEPING, Q. (Ed.). **Environmental impact assessment for developing countries**. London: Tycooly International, 1987. p.3-64.
- BOCKSTALLER, C.; GUICHARD, L.; MAKOWSKI, D.; AVELINE, A.; GIRARDIN, P.; PLANTUREUX, S. Agri-environmental indicators to assess cropping and farming systems: a review. **Agronomy for Sustainable Development**, v.28, n.1, p.139-149, Jan./Mar. 2008.
- BOULLENGER, G.; LE BELLEC, F.; GIRARDIN, P.; BOCKSTALLER, C. Adaptation d'I-Phy, indicateur environnemental d'effet de l'utilisation des produits phytosanitaires, à l'agrumiculture guadeloupéenne. **Phytoma**, v.617, p.22-25, 2008.
- BUSCHINELLI, C.C. de A.; CALEGARIO, F.F.; BUENO, S.C.S.; LINO, J.S.; PASTRELLO, B.M.C.; RODRIGUES, G.S. Certificação participativa e gestão ambiental da produção integrada de morango. In: SEMINÁRIO BRASILEIRO DE PRODUÇÃO INTEGRADA DE FRUTAS, 9.; SEMINÁRIO SOBRE O SISTEMA AGROPECUÁRIO DE PRODUÇÃO INTEGRADA, 1., 2007, Bento Gonçalves. **Anais...** Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2007. p.97-101.
- CAMPANHOLA, C.; RODRIGUES, G.S.; RODRIGUES, I.A. Gestão ambiental territorial. In: GEBLER, L.; PALHARES, J.C.P. (Ed.). **Gestão ambiental na agropecuária**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2007. p.13-31.
- ECKERT, H.; BREITSCHUH, G.; SAUERBECK, D. Criteria and standards for sustainable agriculture. **Journal of Plant Nutrition and Soil Sciences**, v.163, n.4, p.337-351, Aug. 2000.
- GIRARDIN, P.; BOCKSTALLER, C.; WERF, H. van der. Indicators: tools to evaluate the environmental impacts of farming systems. **Journal of Sustainable Agriculture**, v.13, n.4, p.5-21, 1999.
- HÄNI, F.; BRAGA, F.; STÄMPFLI, A.; KELLER, T.; FISCHER, M.; PORSCHKE, H. RISE, a tool for holistic sustainability assessment at the farm level. **International Food and Agribusiness Management Review**, v.6, n.4, p.78-90, 2003.
- LÓPEZ-RIDAURA, S.; MASERA, O.; ASTIER, M. Evaluating the sustainability of complex socio-environmental systems: the MESMIS framework. **Ecological Indicators**, v.2, n.1/2, p.135-148, Nov. 2002.
- MONTEIRO, R.C.; RODRIGUES, G.S. A system of integrated indicators for socio-environmental assessment and eco-certification in agriculture – Ambitec-Agro. **Journal of Technology Management and Innovation**, v.1, n.3, p.47-59, 2006.
- OECD. **Environmental indicators for agriculture: concepts and framework**. Paris, 1999. v.1, 45p.
- PAYRAUDEAU, S.; WERF, H.M.G. van der. Environmental impact assessment for a farming region: a review of methods. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.107, n.1, p.1-19, May 2005.
- RODRIGUES, G.S.; BUSCHINELLI, C.C. de A.; RODRIGUES, I.A.; MEDEIROS, C.B. A collaborative research initiative for the environmental management of struthioculture. **Brazilian Journal of Poultry Sciences**, v.9, n.4, p.221-228, 2007.
- _____; _____. SANTANA, D.P.; SILVA, A.G. da; PASTRELLO, B.M.C. Avaliação ambiental de práticas de manejo siteo específico aplicadas à produção de grãos na região de Rio Verde (GO). **Revista Brasileira de Agrociência**, v.14, n.3. No prelo.
- _____; CAMPANHOLA, C. Sistema integrado de avaliação de impacto ambiental aplicado a atividades do Novo Rural. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, n.4, p.445-451, abr. 2003.
- _____; _____. RODRIGUES, I.; FRIGETTO, R.T.S.; VALARINI, P.; RAMOS FILHO, L.O. Gestão ambiental de atividades rurais: estudo de caso em agroturismo e agricultura orgânica. **Agricultura em São Paulo**, São Paulo, v.53, n.1, p.17-31, jan./jun. 2006a.
- _____; MOREIRA VIÑAS, A. An environmental impact assessment system for responsible rural production in Uruguay. **Journal of Technology Management and Innovation**, v.2, n.1, p.42-54, Mar. 2007.
- _____; RODRIGUES, I.A. Avaliação de impactos ambientais na agropecuária. In: GEBLER, L.; PALHARES, J.C.P. (Ed.). **Gestão ambiental na agropecuária**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2007. p.285-310.
- _____; _____. BUSCHINELLI, C.C. de A.; LIGO, M.A.; PIRES, A.M. Local productive arrangements for biodiesel production in Brazil – environmental assessment of smallholder's integrated oleaginous crops management. **Journal of Agriculture and Rural Development in the Tropics and Subtropics**, v.110, n.1, p.61-73, 2009.
- _____; _____. QUEIROZ, J.F. de.; FRIGETTO, R.T.S.; ANTUNES, L.R.; NEVES, M.C.M.; FREITAS, G.L. de.; RODOVALHO, R. B. **Gestão ambiental territorial na área de proteção ambiental da Barra do Rio Mamanguape (PB)**. Jaguaruina: Embrapa Meio Ambiente, 2008. 90p. (Embrapa Meio Ambiente. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 50). Disponível em: <http://www.cnpma.embrapa.br/public/public_pdf21.php3?tipo=bo&id=0>. Acesso em: 10 set. 2009.
- _____; _____. TUPY, O.; CAMARGO, A.C. de; NOVO, A.L.M.; BONADIO, L.F.; TOKUDA, F.S.; ANDRADE, E.F.; SHIOTA, C.M.; SILVA, R.A. da. Avaliação sócio-ambiental da integração tecnológica Embrapa Pecuária Sudeste para produção leiteira na agricultura familiar. **Agricultura em São Paulo**, São Paulo, v.53, n.2, p.35-48, jul./dez. 2006b.
- RONCHI, E.; FEDERICO, A.; MUSMECI, F. A system oriented integrated indicator for sustainable development in Italy. **Ecological Indicators**, v.2, n.1/2, p.197-210, Nov. 2002.
- SADOK, W.; ANGEVIN, F.; BERGEZ, J.E.; BOCKSTALLER, C.; COLOMB, B.; GUICHARD, L.; REAU, R.; DORÉ, T. Ex-ante assessment of the sustainability of alternative cropping systems: implications for using multi-criteria decision-aid methods: a review. **Agronomy for Sustainable Development**, v.28, n.1, p.163-174, Jan./Mar. 2008.
- URUGUAI. Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. **Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental de Actividades Agropecuarias**. Montevideo, [2007]. Disponível em: <<http://www.cebra.com.uy/presponsible/seguimiento-y-evaluacion/eiar>>. Acesso em: 10 set. 2009.
- ZAHM, E.; VIAUX, P.; VILAIN, L.; GIRARDIN, P.; MOUCHET, C. Assessing farm sustainability with the IDEA method: from the concept of agriculture sustainability to case studies on farms. **Sustainable Development**, v.16, n.4, p.271-281, July/Aug. 2008.