

Indicadores de Sustentabilidade em Agroecossistemas

José Mário Lobo Ferreira¹
João Herbert Moreira Viana²
Adriana Monteiro da Costa³
Daniel Vieira de Sousa⁴
Andréia Aline Fontes⁵

Resumo - Um sistema integrado para aferição do desempenho econômico, social e ambiental é apresentado com o objetivo de auxiliar a gestão de estabelecimentos rurais. O sistema denominado Indicadores de Sustentabilidade em Agroecossistemas (ISA) é composto por um conjunto de 23 indicadores que abrangem os balanços econômico e social, o gerenciamento do estabelecimento, a qualidade do solo e da água, o manejo dos sistemas de produção e a diversificação da paisagem e o estado de conservação da vegetação nativa. Valores no intervalo de 0 a 1 são gerados para cada indicador. Considera-se 0,7 o valor de referência para um bom desempenho ambiental, social ou econômico. A média aritmética simples dos 23 indicadores de sustentabilidade resulta em um índice final do estabelecimento avaliado. Com o apoio de imagens de satélite e levantamento de campo são gerados croquis do estabelecimento rural, por meio de técnicas de geoprocessamento, contendo o uso e a ocupação do solo e a identificação das Áreas de Preservação Permanente (APPs). O sistema ISA já foi aplicado em aproximadamente 500 estabelecimentos rurais, em diferentes regiões do estado de Minas Gerais.

Palavras-chave: ISA. Desempenho ambiental. Agricultura sustentável. Gestão ambiental.

INTRODUÇÃO

Imperativa é a mudança na compreensão sobre o papel do espaço rural na conservação e proteção dos recursos naturais. O produtor rural tornou-se protagonista na gestão de sistemas complexos, diversificados, integrados e interdependentes. Conciliar eficácia econômica, responsabilidade social e proteção do patrimônio natural, provendo, ao mesmo tempo, serviços ecossistêmicos para a sociedade, tornou-se uma questão estratégica e central para o produtor dar continuidade ao seu negócio.

Para isso, os instrumentos das políticas ambientais, tanto federal, quanto estaduais, apontam para a necessidade de estímulos ao produtor rural, pois é conhecida a dificuldade vivenciada, principalmente pelos agricultores familiares, nos processos de regularização ambiental de suas propriedades e, ao mesmo tempo, de adequá-las não somente para atendimento à legislação ambiental, mas também às demais dimensões da sustentabilidade, a econômica e a social.

Portanto, há necessidade de promover processos educativos e gerenciais, por meio de ferramentas para aferição do de-

sempenho econômico, social e ambiental na escala de estabelecimentos rurais, com o objetivo de auxiliar o processo de tomada de decisões. Dessa forma, o responsável pelas atividades produtivas consegue realizar um planejamento técnico com visão integrada e uma interação harmônica entre os sistemas de produção e a conservação dos recursos naturais existentes, em conformidade com a Legislação Ambiental vigente.

A capacidade organizacional e gerencial, independentemente das diferenças dos diversos segmentos nos setores agropecu-

¹Eng^o Agr^o, M.S., Pesq. EPAMIG-DPPE/Bolsista FAPEMIG, CEP 31170-495 Belo Horizonte-MG. Correio eletrônico: jmlobo@inet.com.br

²Eng^o Agr^o, D.S., Pesq. EMBRAPA Milho e Sorgo, Caixa Postal 285, CEP 35701-970 Sete Lagoas-MG. Correio eletrônico: joao.herbert@embrapa.br

³Geógrafa, D.S., Prof^a Adj. UFMG-IGC - Depto. Geografia, Caixa Postal 719, CEP 31270-901 Belo Horizonte-MG. Correio eletrônico: drimonteiroc@yahoo.com.br

⁴Geógrafo, M.S., Bolsista FAPEMIG/EPAMIG Zona da Mata, Caixa Postal 216, CEP 36570-000 Viçosa-MG. Correio eletrônico: danielgeoufv@yahoo.com.br

⁵Eng^a Agr^a, M.S., Bolsista FAPEMIG/EPAMIG Zona da Mata, Caixa Postal 216, CEP 36570-000 Viçosa-MG. Correio eletrônico: alinefontes@yahoo.com.br

ário e florestal, deve ser adquirida pelos produtores rurais⁶.

A transição de Sistemas de Produção Agrossilvipastoris para modelos mais integrados, diversificados e resilientes, implica em maior complexidade e reforça a necessidade do monitoramento, por meio de métricas e parâmetros que compõem um conjunto de indicadores.

Tendo em vista essas preocupações, estabeleceu-se o Projeto Estratégico denominado “Adequação Socioeconômica e Ambiental das Propriedades Rurais”, capitaneado pela Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento de Minas Gerais (Seapa-MG), com o objetivo de orientar os produtores na gestão de suas atividades produtivas, bem como do espaço rural, compreendidos nos limites de sua propriedade, com vistas à sustentabilidade. Para sua execução, foi desenvolvido o sistema Indicadores de Sustentabilidade em Agroecossistemas (ISA), pela EPAMIG em parceria com a Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais (Emater-MG), Instituto Estadual de Florestas (IEF), Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (Embrapa Milho e Sorgo), Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e Fundação João Pinheiro (FJP), por meio de projeto de pesquisa financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (Fapemig), com o apoio da Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Ensino Superior de Minas Gerais (Sectes-MG), Seapa-MG e Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (Semad).

O Projeto Estratégico começou a ser concebido em 2009, a partir do Decreto nº 45.166, de 4 de setembro de 2009 (MINAS GERAIS, 2009), que regulamenta

a Lei nº 14.309, de 19 de junho de 2002 (MINAS GERAIS, 2002). Por meio desta Lei, pela primeira vez, é reconhecido o uso consolidado nas Áreas de Preservação Permanente (APPs)⁷, onde são necessários manejo e utilização diferenciados, a fim de manter a função ambiental sem perder de vista a manutenção social e econômica dos produtores.

Neste artigo serão apresentados a estrutura e alguns resultados da aplicação do sistema ISA em várias regiões do estado de Minas Gerais.

SISTEMA ISA

Indicadores podem ser compreendidos como instrumento que permite mensurar as modificações nas características de um determinado sistema (DEPONTI; ECKERT; AZAMBUJA, 2002) e avaliar uma situação presente e sua tendência de comportamento, bem como estabelecer um termo de comparação em escala temporal e espacial (CORRÊA; TEIXEIRA, 2008). Para tanto, um indicador deve avaliar uma variável, com base em uma situação padrão ou ideal a ser alcançada (MARZALL, 1999), e ser validado socialmente, por meio da aplicação de estudos de caso comparados com padrões determinados pela sociedade.

Portanto, a escolha dos parâmetros e as medidas para análise e interpretação dos dados devem ser claras e transparentes, sem deixar dúvidas sobre os princípios utilizados no processo de avaliação (MARZALL; ALMEIDA, 2000). A construção de uma metodologia precisa, de fácil aplicação e de baixo custo, que integre fatores econômicos, sociais e ambientais em diferentes locais, é um dos desafios para avaliação da sustentabilidade nos agroecossistemas.

O ISA foi concebido visando otimizar a relação entre sensibilidade e custo/facilidade de aplicação. Para isso utiliza indicadores já conhecidos e validados pela literatura, que sejam de baixo custo e fáceis de ser aplicados por técnicos ou produtores sem treinamento especializado.

O sistema ISA baseou-se em diversos trabalhos sobre indicadores de sustentabilidade e sobre avaliação de impactos ambientais para o setor agropecuário e florestal (LÓPEZ-RIDAURA; MASERA; ASTIER, 2001; DEPONTI; ECKERT; AZAMBUJA, 2002; RODRIGUES; CAMPANHOLA, 2003; MATTOS FILHO, 2004; RAO; ROGERS, 2006; QIU et al., 2007; ANDRADE, 2007; CORREA; TEIXEIRA, 2008; ASTIER; MASERA; GÁLVAN-MIYOSHI, 2008; GÓMEZ-LIMÓN; SANCHEZ-FERNANDEZ, 2010; CHAVES, 2010; RODRIGUES et al., 2010).

O sistema ISA é apresentado como ferramenta de gestão para o produtor, com o objetivo de realizar um diagnóstico dos balanços social, econômico e ambiental do estabelecimento, apontar pontos críticos ou riscos e os pontos positivos e oportunidades de negócios. Além disso, gera uma série de informações úteis para auxiliar o gestor público na identificação de vulnerabilidades socioeconômicas, fragilidades ambientais, entraves e potencialidades de atividades agrossilvipastoris na escala de uma sub-bacia hidrográfica, bem como na elaboração e no monitoramento de programas específicos de intervenção em áreas ou situações problemáticas, de programas indutores para adoção de práticas de adequação ambiental e socioeconômica, ou de programas para o reconhecimento e premiação de produtores com bom desempenho ambiental. Desse modo, o sistema deve ser robusto, replicável e adotado

⁶Esta é uma das diretrizes que consta no documento elaborado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), para a Conferência Rio+20 (BRASIL, 2012).

⁷Área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas, conforme Código Florestal (BRASIL, 2012).

em larga escala, mas, ao mesmo tempo, deve considerar as especificidades locais na interpretação e contextualização das informações geradas.

O conjunto de indicadores que compõem o ISA avalia alguns princípios e critérios que norteiam a transição de agroecossistemas para um padrão de maior sustentabilidade:

- a) planejamento do uso do solo, de infraestruturas e técnicas de produção para a conservação dos solos e recursos hídricos;
- b) manejo integrado dos sistemas de produção;

- c) manejo integrado de resíduos;
- d) adoção de práticas de estímulo à proteção da biodiversidade;
- e) atendimento das normas (código florestal, licenciamento, água, legislação trabalhista, etc.);
- f) relacionamento com a comunidade;
- g) acesso a programas educacionais e de capacitação;
- h) acesso aos serviços básicos;
- i) diversificação da paisagem agrícola.

O ISA foi desenvolvido para ser realizado no campo e no escritório. É feita a entrevista com o produtor e a coleta de dados no estabelecimento, bem como,

análises laboratoriais, geoprocessamento de imagens de satélite e processamento e interpretação dos dados.

ESTRUTURA DO ISA

O ISA utiliza uma planilha eletrônica para a entrada e processamento de dados (questionário; dados gerados pelo geoprocessamento; indicadores; índices gerais; síntese dos dados; relatório do produtor; guia de planejamento do técnico; planejamento do produtor).

O conjunto de indicadores foi agrupado em sete subíndices, envolvendo as dimensões econômica, social e ambiental (Quadro 1).

QUADRO 1 - Descrição dos sete subíndices e dos 23 indicadores

Subíndices	Indicadores
Balanco econômico	1 - Produtividade e preço de venda apurados 2 - Perfil e diversificação da renda 3 - Evolução patrimonial 4 - Grau de endividamento
Balanco social	5 - Serviços básicos disponíveis 6 - Segurança alimentar no entorno das residências 7 - Escolaridade/Cursos direcionados às atividades agrossilvipastoris 8 - Qualidade da ocupação e do emprego gerado
Gestão do estabelecimento rural	9 - Gestão do empreendimento 10 - Gestão da informação 11 - Gerenciamento de resíduos e efluentes 12 - Segurança do trabalho e gestão do uso de agrotóxicos e produtos veterinários
Capacidade produtiva do solo	13 - Fertilidade do solo
Qualidade da água	14 - Qualidade da água superficial 15 - Qualidade da água subterrânea 16 - Risco de contaminação da água por agrotóxicos
Manejo dos sistemas de produção	17 - Áreas com solo em estágio de degradação 18 - Grau de adoção de práticas conservacionistas 19 - Estado de conservação de estradas internas e externas
Ecologia da paisagem agrícola	20 - Vegetação nativa - fitofisionomias e estado de conservação 21 - Áreas de Preservação Permanente (APPs) 22 - Reserva Legal (RL) 23 - Diversificação da paisagem agrícola

Indicadores relacionados com o balanço econômico

Parte do pressuposto que o crescimento do valor do negócio pode ser associado ao seu sucesso. Opera verificando a produtividade e o valor de venda das atividades de maior peso na receita monetária total do estabelecimento (a média de produção de todos os talhões ou criações na propriedade é calculada e comparada com a média do município, obtida nos relatórios anuais do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), cooperativas, associações ou escritório local da Emater-MG).

É avaliada a composição da renda do produtor (atividade agrícola; não agrícola; gerada dentro ou fora do estabelecimento; proveniente de aposentadoria, pensão ou ajuda financeira), considerando também se ocorre concentração de renda em uma única atividade.

Verifica a evolução ou regressão patrimonial do estabelecimento em um determinado tempo, calculado pela somatória da valorização da terra na região, benfeitorias, equipamentos, semoventes e modificações no uso e ocupação do solo. É verificado também o grau de endividamento do produtor, por meio da avaliação da proporção do montante da dívida total em relação ao valor do patrimônio estimado.

Indicadores relacionados com o balanço social

Verificam-se questões relativas à disponibilidade de bens e de serviços essenciais: disponibilidade de água em quantidade e qualidade; coleta pública de lixo; energia elétrica; telefone; internet; acesso regular ao transporte público e ao transporte escolar; serviço de saúde; segurança alimentar (disponibilidade de frutas, hortaliças e fontes de proteína animal).

São verificados ainda o grau de escolaridade e o acesso a cursos de capacitação de longa e/ou curta duração, de todas as pessoas envolvidas no empreendimento, como também, o acesso das crianças à rede básica de ensino regular. Finalmente, verifica-se o cumprimento da legislação

trabalhista e de uma série de recomendações e determinações do Ministério do Trabalho e do Emprego (MTE) para os estabelecimentos que empregam pessoas nos sistemas de produção.

Indicadores relacionados com a gestão

Avaliam a capacidade de gestão do empreendedor com base no uso de instrumentos adequados de controle, administração e acesso a informações relativas ao negócio, assim como alguns aspectos relacionados com a geração de resíduos e de medidas de segurança, quando utilizam-se agrotóxicos e produtos veterinários.

Verifica-se o grau de adoção de algumas ferramentas de gestão, tais como: contabilidade; acesso à assistência técnica; participação de formas associativas; regularização ambiental e acesso ao crédito. Verificam-se também se há busca de informações de mercado, aplicação de tecnologias inovadoras, capacidade de inovação e de colocação de produtos em mercados diferenciados.

Com relação à gestão de resíduos gerados no estabelecimento, verificam-se a coleta, a destinação, o reaproveitamento e o tratamento dado aos resíduos sólidos e efluentes. Nos casos de uso de agrotóxicos e produtos veterinários, verificam-se o atendimento das normas de segurança para as pessoas que manipulam ou estão expostas a estes produtos, o seu armazenamento e a destinação adequada das embalagens vazias.

Indicadores relacionados com a qualidade do solo e da água

Com estes indicadores pode-se avaliar a capacidade de o ambiente prover os recursos mínimos necessários à manutenção dos sistemas de produção, assegurando uma produtividade estável com retorno econômico para o agricultor.

São avaliados nove parâmetros relacionados com as propriedades químicas e físicas do solo. Para a interpretação dos

resultados foram utilizadas as publicações “Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais” (RIBEIRO; GUIMARÃES; ALVAREZ V., 1999) e “Cerrado: correção do solo e adubação” (SOUSA; LOBATO, 2004).

São feitas avaliações da qualidade da água de nascentes, dos corpos d'água que passam pelo estabelecimento e da água subterrânea, conforme o enquadramento da Resolução do Conama nº 430, de 13 de maio de 2011 (CONAMA, 2011) e Portaria nº 518, de 25 de março de 2004 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2004). Os ecossistemas aquáticos também são avaliados nos pontos de coleta de amostras de água superficial. Finalmente é avaliado o potencial de contaminação da água com base nas características de todos os agrotóxicos, eventualmente utilizados no estabelecimento, considerando a persistência no ambiente e a mobilidade do ingrediente ativo, a toxicidade da formulação e o volume de calda aplicado.

Indicadores relacionados com o manejo dos sistemas de produção

Avaliam a adequação do manejo em curso com base no diagnóstico de sinais de degradação e erosão do solo. Verifica-se a presença de solos em estágio de degradação, considerando a área, a intensidade e a tendência de comportamento (intensificação, estabilização ou diminuição do processo). Avalia-se também o grau de adoção de medidas para a conservação dos solos em todos os sistemas de produção. Além disso, verificam-se o estado de conservação das estradas e a adoção de medidas para sua conservação e drenagem.

Indicadores relacionados com a diversificação da paisagem rural e conservação da vegetação nativa

Estes indicadores avaliam o estado de preservação das áreas com vegetação nativa e o nível de fragmentação destes

hábitats no estabelecimento. São verificados o estado de conservação das áreas identificadas para preservação permanente – APPs, e avaliado o cumprimento com a exigência de Reserva Legal (RL)⁸, em conformidade com o Código Florestal (BRASIL, 2012).

Observam-se o grau de adoção de práticas que auxiliam na indução da agrobiodiversidade, a diversificação da paisagem na escala do estabelecimento agropecuário e o grau de diversificação das áreas fronteiriças em relação ao estabelecimento agropecuário, o que permite avaliar possíveis pressões advindas de extensas áreas de monocultura sobre as áreas de produção,







ou a formação de corredores ecológicos interligando áreas de vegetação nativa com as propriedades vizinhas.

Para o preenchimento desses dados, utilizam-se as informações coletadas em campo e geradas por meio de técnicas de geoprocessamento de imagens de satélite. As informações são preenchidas diretamente no sistema, em formato de planilha eletrônica, possibilitando a participação do produtor e do técnico durante as avaliações (Fig. 1).

Para cada indicador é gerado um índice que varia de 0 a 1, obtido a partir de funções que atribuem valor às variáveis, ao comparar o valor aferido no estabelecimento com

o valor de referência, utilizando-se fatores de ponderação para cada parâmetro avaliado. O valor 0,7 é considerado como a linha de base ou limiar de sustentabilidade, ou seja, abaixo deste valor é considerada uma situação indesejável ou inadequada (Fig. 2).

O sistema gera automaticamente um índice final a partir da média aritmética simples das notas atribuídas aos 23 indicadores. Os valores obtidos também estão no intervalo de 0 a 1 e a nota 0,7 é considerada o valor de base para um bom desempenho ambiental, social e econômico (Fig. 3). O sistema de avaliação permite a geração automática de gráficos e de tabelas agregando os indicadores em temas (Fig. 4 e 5).

ISBN 978-85-99764-26-8

ISA

INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE EM AGROECOSSISTEMAS

Preencher todos os campos em amarelo

Data

IDENTIFICAÇÃO DO ENTREVISTADOR

Nome

Tel

Email

IDENTIFICAÇÃO DO ESTABELECIMENTO

Nome do município

Identificação do principal curso d'água na sub-bacia hidrográfica

Código do estabelecimento

1ª Unidade de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos UPRH (IGAM)




Figura 1 - Planilha – Indicadores de Sustentabilidade em Agroecossistemas (ISA)

⁸Área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural, mantendo área com cobertura de vegetação nativa, sem prejuízo da aplicação das normas sobre as Áreas de Preservação Permanente (APPs), delimitada atendendo o percentual mínimo de 20% em relação à área do estabelecimento, com a função de assegurar o uso econômico de modo sustentável dos recursos naturais do imóvel rural, auxiliar a conservação e a reabilitação dos processos ecológicos e promover a conservação da biodiversidade, bem como o abrigo e a proteção da fauna e da flora nativa, conforme o Código Florestal (BRASIL, 2012).

9 Gestão do empreendimento

		Dados: 1 (suficiente); 0,5 (parcial)	Fator de ponderação
Contabilidade das atividades	9.1 - Fluxo de caixa (receita/despesa)	1	0,5
	9.2 - Custo de produção das atividades	1	0,5
9.3 - Acesso à assistência técnica (particular ou pública)*		1	1,0
9.4 - Participação - formas associativas - ativa (1) ou passiva (0,5)			1,0
9.5 - Regularização ambiental (uso da água, RL e licenciamento)**		0,5	1,0
Utilização de crédito formal	9.6 - Utiliza crédito para investimento	1	0,4
	9.7 - Utiliza crédito para custeio		0,4
	9.8 - Utiliza crédito para comercialização		0,2
Resultado		0,58	

* Não considerar assistência técnica de revendas de insumos ** Verificar Cadastramento Ambiental Rural - CAR e Plano de Regularização Ambiental - PRA

Referência: Correa (2007)

Figura 2 - Exemplo do indicador referente à gestão do empreendimento

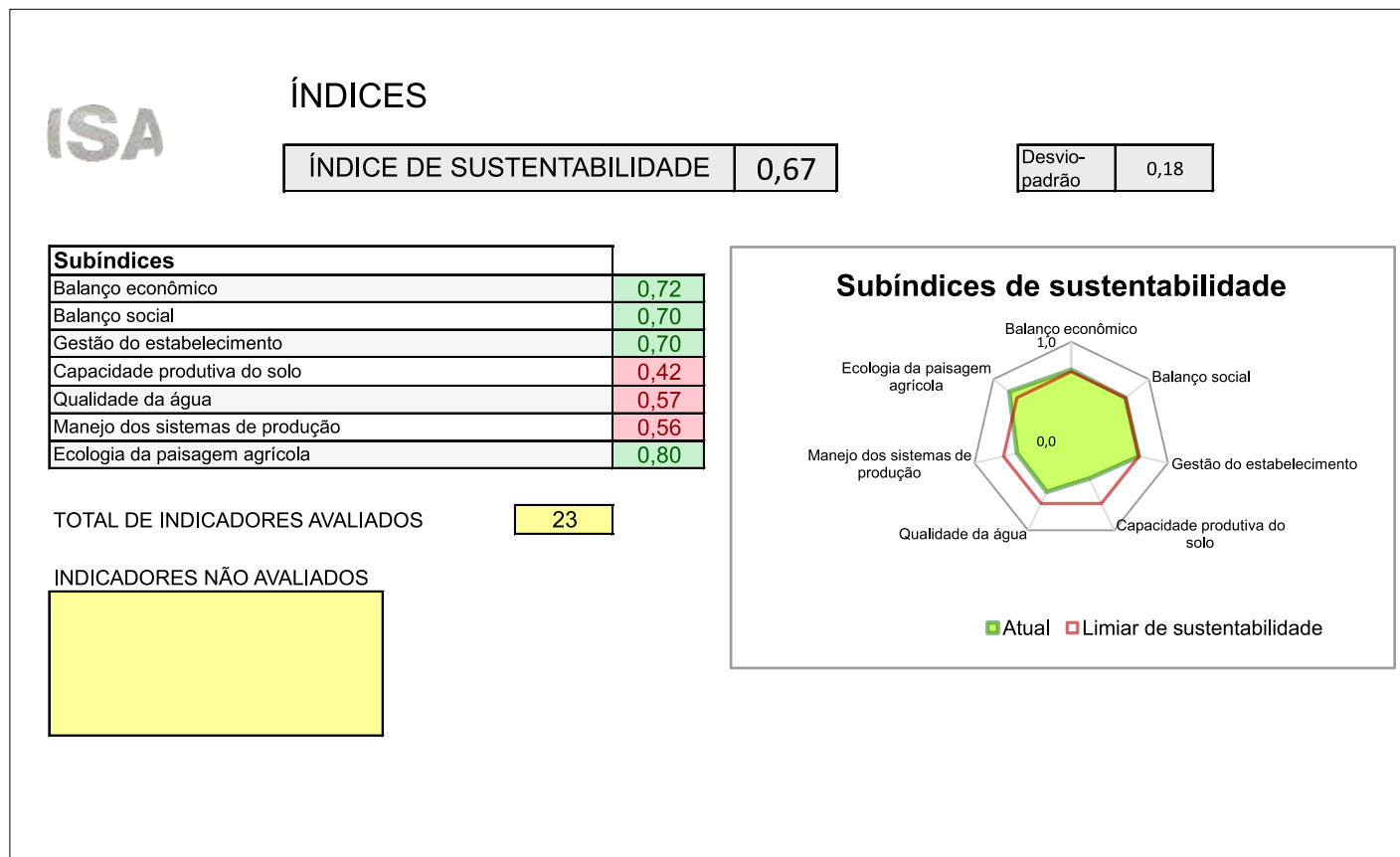


Figura 3 - Exemplo do índice final, dos subíndices, desvio-padrão e descrição dos indicadores não avaliados

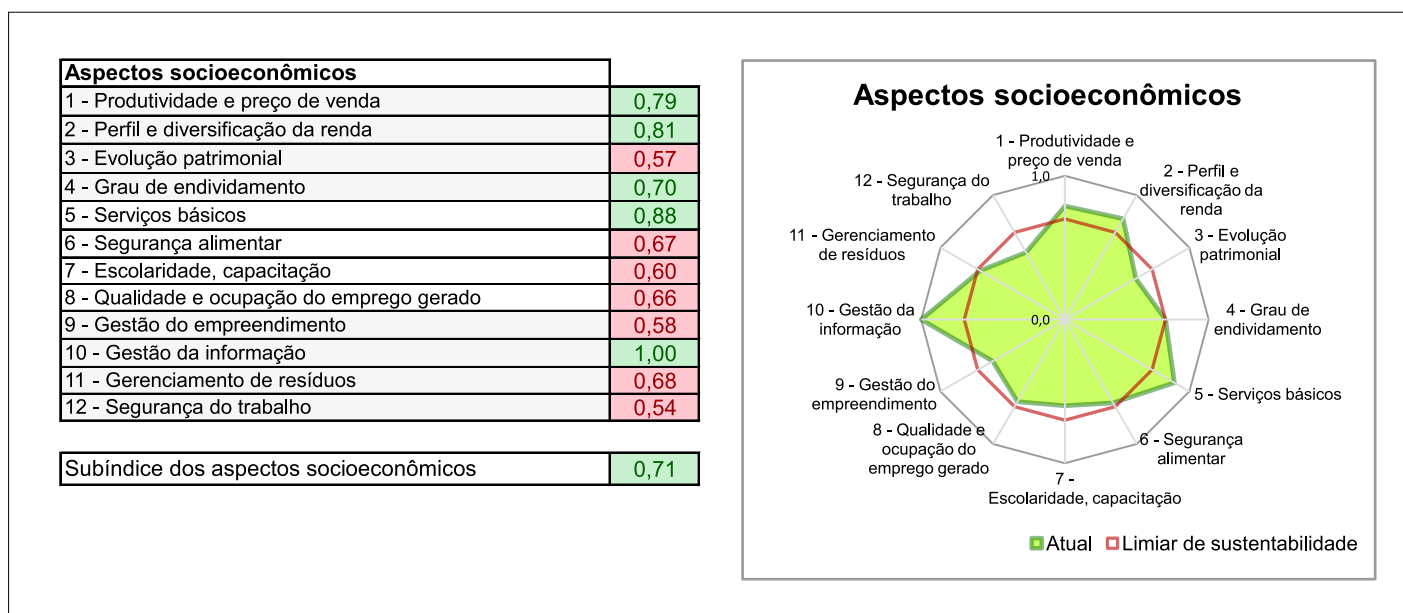


Figura 4 - Exemplo dos indicadores relacionados com os aspectos socioeconômicos

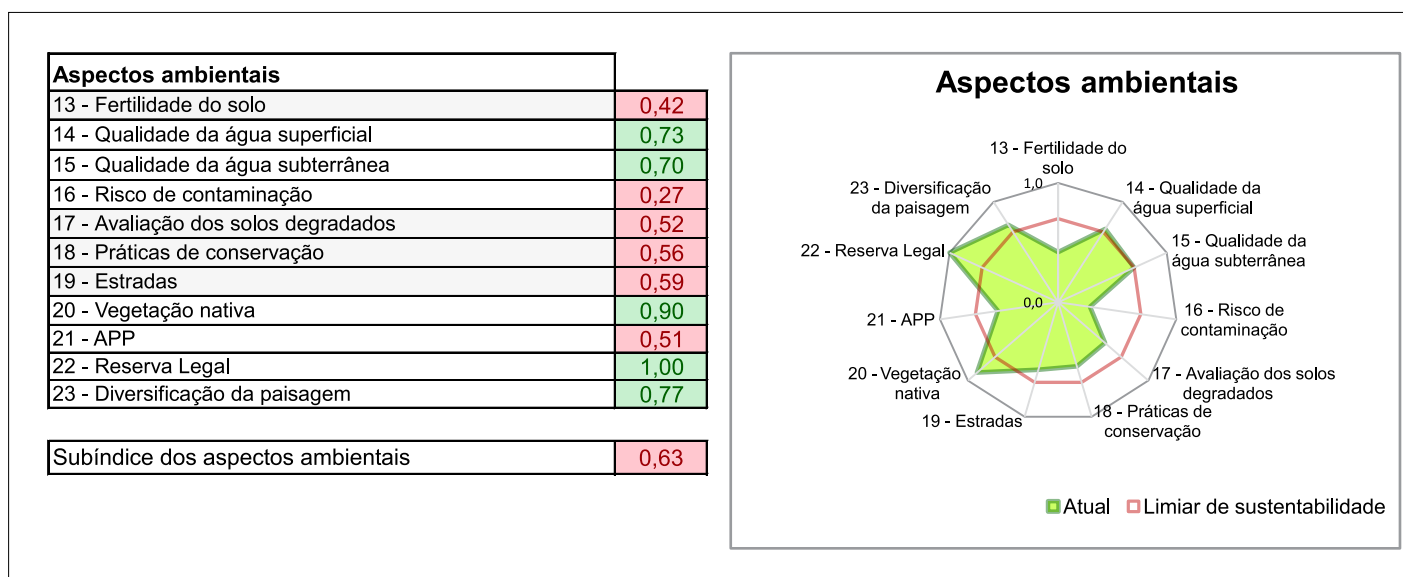


Figura 5 - Exemplo dos indicadores relacionados com os aspectos ambientais

EXECUÇÃO DO ISA

Alguns aspectos devem ser observados para o planejamento das atividades de campo e, sobretudo, para auxiliar na contextualização das informações geradas pelo ISA.

Deve ser feita a caracterização da região e da sub-bacia hidrográfica, onde estão localizados os estabelecimentos rurais nos seguintes aspectos: hidrografia, geomorfologia, vegetação nativa, clima,

solos, caracterização das principais unidades da paisagem, levantamento das fragilidades ambientais, vulnerabilidades socioeconômicas (o que faz o sistema tornar-se vulnerável? qual a característica que mais ressalta?), levantamento dos índices de produtividade locais e preços de venda dos principais produtos agrícolas, pecuários e florestais.

O sistema ISA foi concebido para ser aplicado no estabelecimento rural em um período equivalente a um dia de trabalho.

Recomenda-se formalizar com o produtor um termo de confidencialidade dos dados gerados pelo sistema, sendo a sua divulgação somente na forma de dados agregados, sem identificação do proprietário ou da propriedade. Para tanto, é gerado um código numérico do estabelecimento com referências à Unidade de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos (UPGRH), ao município onde o estabelecimento está localizado e ao principal curso d'água da região.

O primeiro passo é verificar com o produtor quais os limites do estabelecimento, identificar corpos d'água e nascentes e o uso e a ocupação do solo no estabelecimento e nas áreas adjacentes, por meio de imagens de satélite, diretamente no computador ou na forma impressa (Fig. 6 e 7).

O uso e a ocupação do solo são padronizados conforme as categorias:

- a) lavoura permanente;
- b) lavoura temporária;
- c) pastagem;
- d) silvicultura;
- e) pousio⁹;
- f) vegetação nativa;

- g) espelho d'água;
- h) áreas não agrícolas.

Após a identificação dos limites, dos corpos d'água e dos talhões de produção, é feito o preenchimento da planilha, por meio de entrevista semiestruturada com o produtor e verificação no campo dos sistemas de produção e de fragmentos de vegetação nativa. Quando necessário, são realizadas coletas de amostras de solo para análise em laboratório. Também é feita uma avaliação da qualidade da água superficial e dos ecossistemas aquáticos, nos pontos de coleta de amostras de água, conforme Callisto et al. (2002).

É necessário percorrer as áreas de produção e os fragmentos com vegetação nativa para verificar o grau de adoção de práticas de conservação do solo e de indução à agrobiodiversidade em cada talhão, do tipo de manejo do solo (plantio direto na palha, plantio com revolvimento do solo ou cultivo reduzido), da ocorrência de algum fator de limitação do meio à produção (como, por exemplo, solum – horizonte A + B – raso ou erodido, lençol freático elevado, alta pedregosidade), da presença de erosão, do estado de conservação das estradas e da caracterização dos fragmentos com vegetação nativa (fitofisionomia,

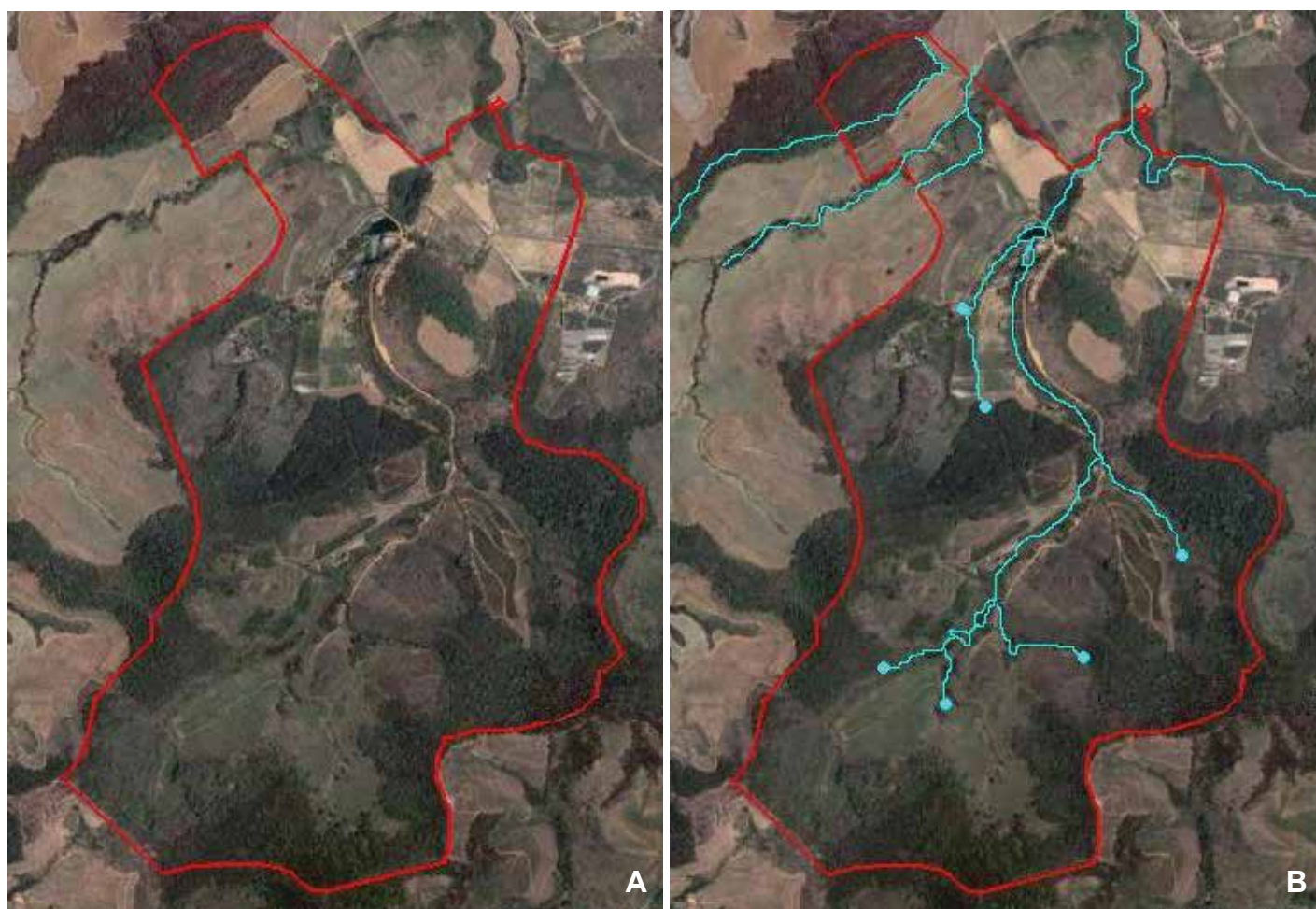


Figura 6 - Exemplo da identificação dos limites, dos corpos d'água e das nascentes

FONTE: Google Earth.

NOTA: A - Identificação dos limites do estabelecimento (linha vermelha); B - Identificação dos corpos d'água (linhas e polígonos em azul) e das nascentes (pontos em azul).

⁹Prática de interrupção de atividades e usos agrícolas e pecuários ou silviculturais, por no máximo 5 anos, em até 25% da área produtiva da propriedade ou posse, para possibilitar a recuperação da capacidade de uso ou da estrutura física do solo, conforme o Código Florestal (BRASIL, 2012).

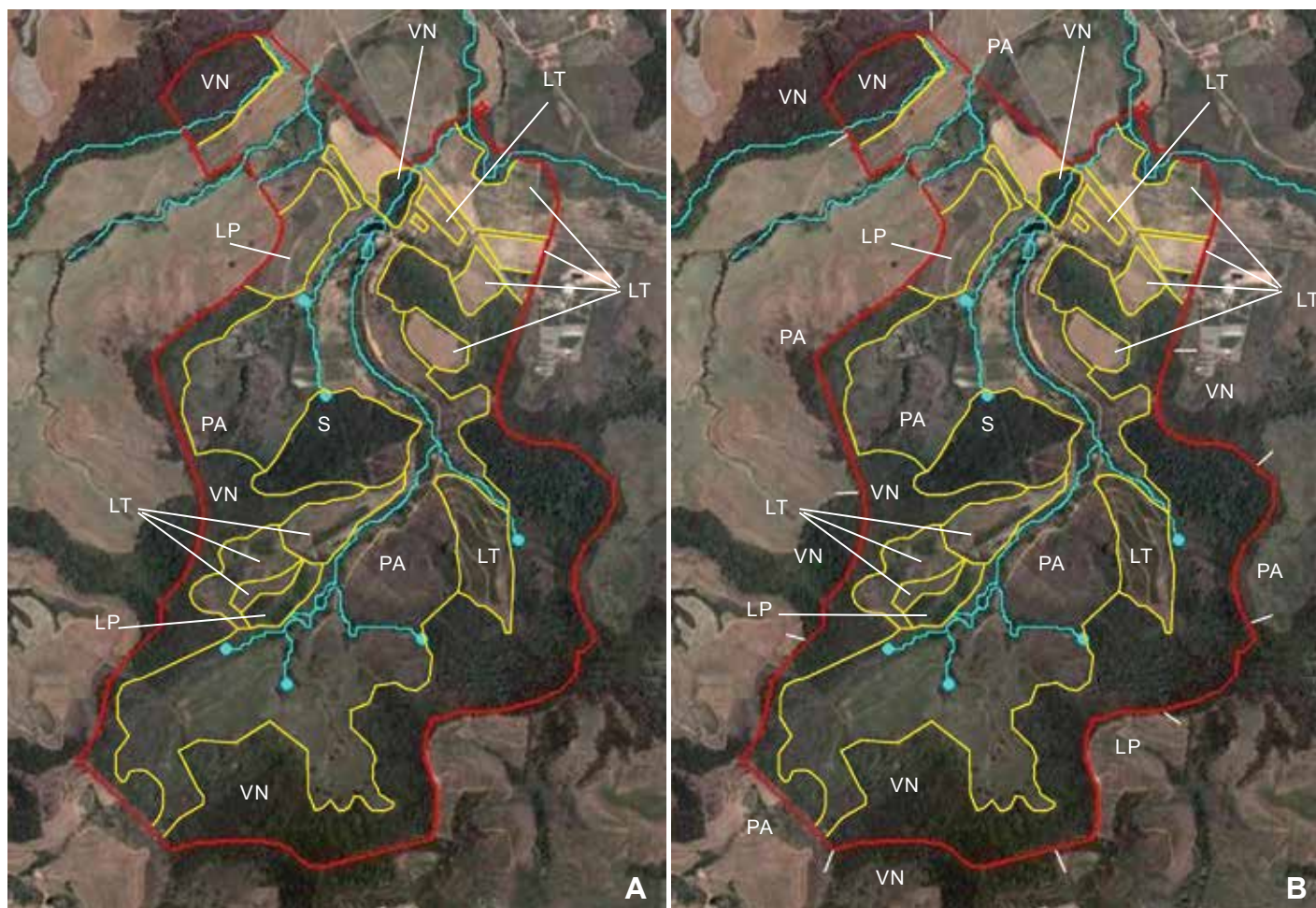


Figura 7 - Exemplo do uso e ocupação do solo de um estabelecimento

FONTE: Google Earth.

NOTA: A - Identificação do uso e ocupação do solo dentro do estabelecimento (polígonos em amarelo com as identificações conforme as siglas); B - Identificação do uso e ocupação do solo no entorno do estabelecimento.

LP - Lavoura permanente; LT - Lavoura temporária; PA - Pastagem; S - Silvicultura; VN - Vegetação nativa.

grau de proteção e de ausência de plantas exóticas). Neste caminhamento, são tomadas as coordenadas geográficas dos pontos de interesse utilizando-se GPS.

Nos trechos de coleta de amostras para avaliação da qualidade da água superficial é feito o preenchimento de um protocolo de avaliação rápida dos ecossistemas aquáticos. As amostras são coletadas em dois pontos de um mesmo corpo d'água, podendo ser na entrada e na saída do estabelecimento, ou quando um curso d'água o atravessa, próximo ao local de uma nascente, onde o curso d'água deságua em outro corpo d'água, ou, no ponto de saída do estabelecimento.

As análises da qualidade da água são realizadas no local por meio de um kit de análise portátil, para aferir os teores de nitrato, fosfato, medição do pH e verificar a presença de coliformes fecais (Fig. 8).

Com o apoio das imagens de satélite e dos dados obtidos no levantamento de campo, é gerado um mapa do estabelecimento agropecuário, contendo o uso e a ocupação do solo e a identificação das APPs, por meio de técnicas de geoprocessamento, com uma série de informações que serão utilizadas no preenchimento dos indicadores (Fig. 9).

São identificadas as APPs nas faixas marginais de cursos d'água naturais, no

entorno de lagos e lagoas naturais, no entorno de reservatórios de água artificiais, no entorno de nascentes e dos olhos d'água perenes e nas faixas marginais das veredas, conforme estabelecido no novo Código Florestal (BRASIL, 2012). Por meio da sobreposição das imagens de satélite, do modelo digital de elevação e dados de declividade, são identificadas as APPs definidas como topo de morros, montes, montanhas e serras e as APPs de áreas com declive acima de 45°, conforme o novo Código Florestal (BRASIL, 2012). Após a identificação das APPs no estabelecimento, realiza-se o cálculo dessas áreas e identificam-se o seu uso e a sua ocupação do solo (Fig. 10).

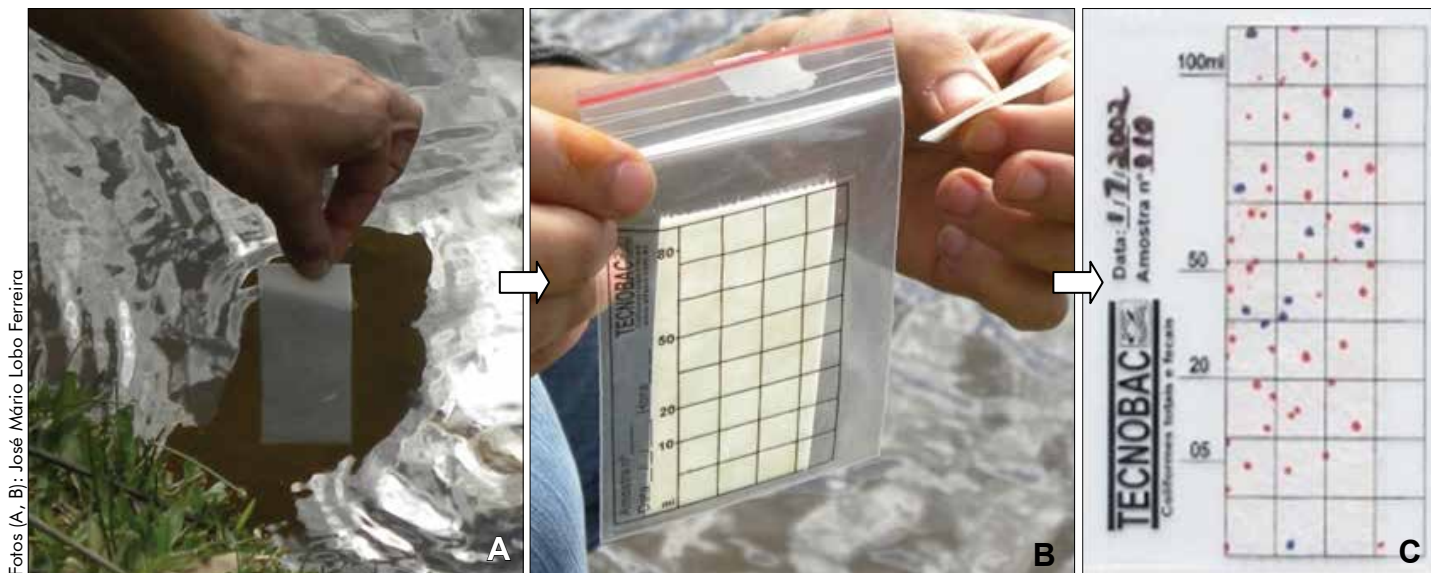


Figura 8 - Ilustração da verificação da presença de coliformes fecais em um corpo d'água

NOTA: A - Imersão da cartela microbiológica na amostra de água a ser analisada; B - Recolocação da cartela na embalagem plástica, após escorrer o excesso de água e retirada do picote para evitar contaminações pelo manuseio; C - Resultado obtido após levar à estufa por 15 horas à temperatura entre 36 °C e 37 °C (pontos azuis representam colônias de coliformes fecais).

FONTE: (C) Embrapa Meio-Norte (2006).

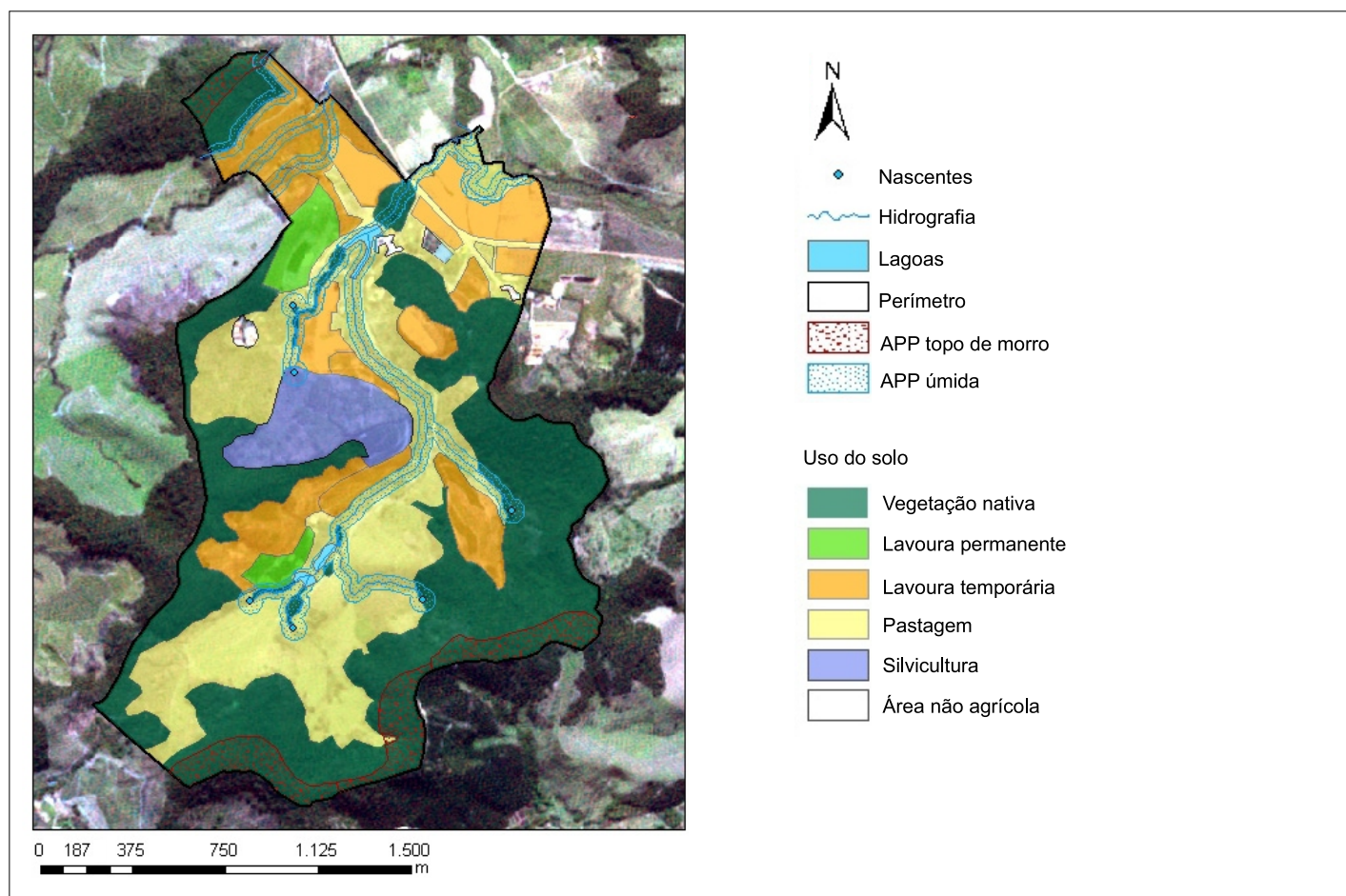


Figura 9 - Exemplo de um mapa, gerado pelo sistema ISA, com o uso e a ocupação do solo e identificação das APPs

NOTA: Croqui gerado sobre imagem de satélite RapidEye.

APP - Área de Preservação Permanente; ISA - Indicadores de Sustentabilidade em Agroecossistemas.

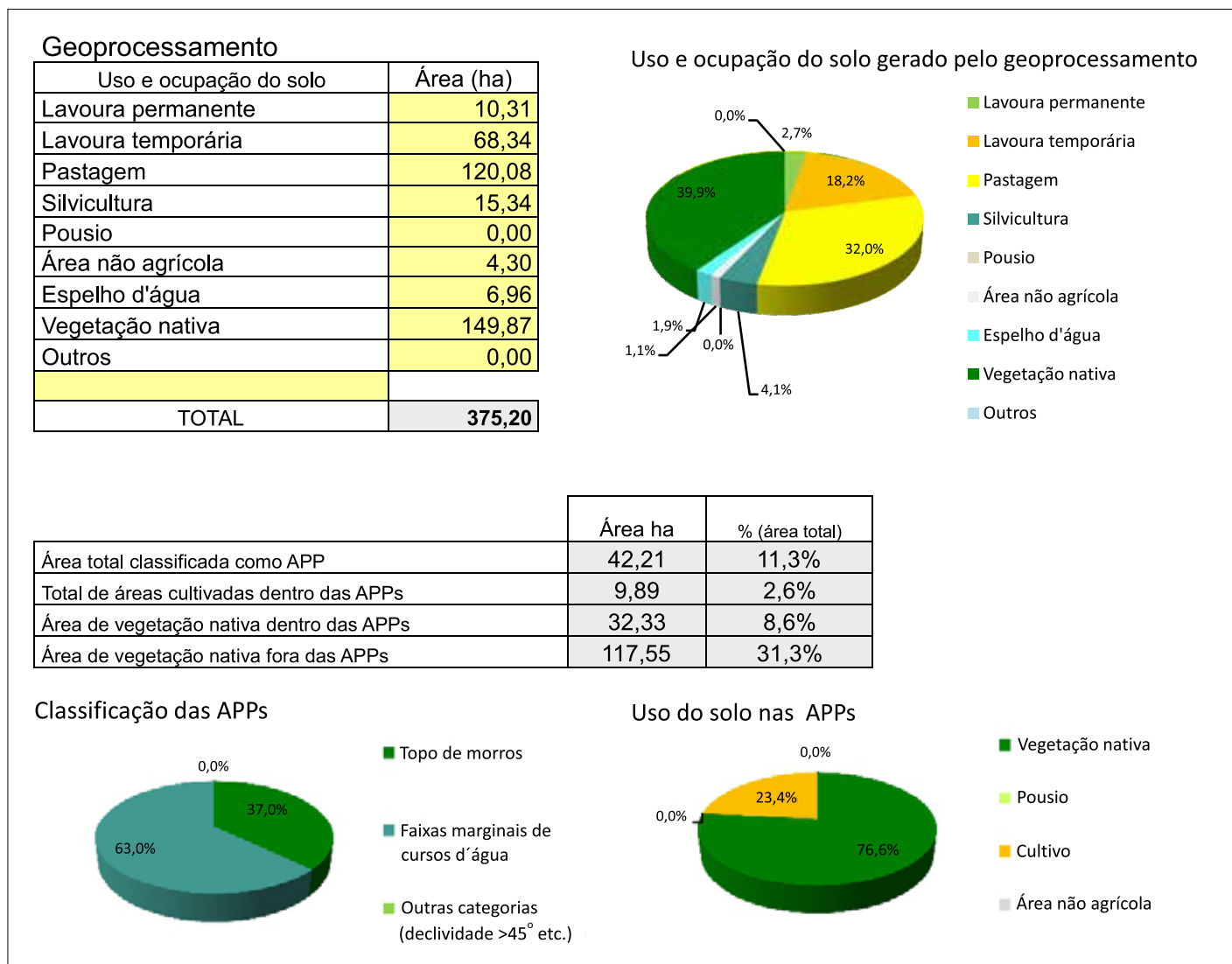


Figura 10 - Exemplo dos dados gerados pelo geoprocessamento da imagem de satélite com a identificação do uso e ocupação do solo e identificação das APPs

NOTA: APPs - Áreas de Preservação Permanente.

Verificam-se com o produtor se a RL está regularizada, a sua localização e a caracterização do seu uso e da ocupação do solo. Também são conferidas a regularização do uso da água (outorga ou dispensa da outorga) e a regularização ambiental dos empreendimentos (dispensa de licenciamento, autorização ambiental de funcionamento ou licenciamento ambiental).

Após o preenchimento dos dados é gerado automaticamente um relatório com informações que abrangem índices, indicadores, uso e ocupação do solo, ca-

racterização das APPs e interpretações das análises de amostras de solos e de água no estabelecimento. Um quadro sintético dos dados gerais do estabelecimento também é gerado na planilha. Essa base de dados pode ser utilizada para geração de relatórios com dados agregados de diversos estabelecimentos em uma determinada bacia hidrográfica ou região.

Os fatores de ponderação, fórmulas, gráficos e algumas descrições complementares de cada indicador estão acessíveis na aba da planilha denominada fórmulas.

RESULTADOS PRELIMINARES

O sistema ISA¹⁰ está sendo adotado por um Projeto Estratégico do governo de Minas denominado “Adequação Socioeconômica e Ambiental das Propriedades Rurais”, no qual são realizados treinamentos com os técnicos da Emater-MG. Inicialmente foram selecionados os Programas Certifica Minas Café, Minas Leite, Verde Minas e o Projeto de Reassentamento de Irapé da Companhia Energética de Minas Gerais (Cemig) (Fig. 11).

¹⁰O sistema ISA está disponível em: www.epamig.br



Figura 11 - Ilustração dos encontros técnicos realizados com a Emater-MG

NOTA: A - Aplicação do ISA em um estabelecimento rural; B - Interpretação da paisagem agrícola; C - Treinamento para a elaboração dos croquis; D - Avaliação do ecossistema aquático; E - Avaliação do estado de conservação de um fragmento de vegetação nativa; F - Discussão dos dados gerados pela aplicação do ISA.

ISA - Indicadores de Sustentabilidade em Agroecossistemas.

O ISA já foi aplicado em diversas regiões do estado de Minas Gerais. No período de 2009 a 2010, foram realizados testes iniciais nas regiões da Zona da Mata, Alto Paranaíba e Norte de Minas/Vale do Jequitinhonha. Em 2011, na região Sul de Minas, e no período de 2011 a 2012, nas regiões Norte de Minas, Sul de Minas e Zona da Mata, totalizando aproximadamente 500 estabelecimentos visitados.

Os resultados preliminares demonstram sensibilidade do sistema ISA a variações inter e intrarregionais, relacionadas com diferentes padrões de manejo, sistemas de produção e gestão das propriedades.

Observa-se que as particularidades de cada região, nos aspectos sociais, econômicos e ambientais, irão refletir nos resultados da aferição do desempenho ambiental e socioeconômico dos estabelecimentos rurais, como, por exemplo, renda monetária dos produtores, acesso à terra e proporção das APPs (Quadro 2).

Na Zona da Mata (município de Araponga), os estabelecimentos são relativa-

QUADRO 2 - Média de alguns dados gerados pela aplicação do ISA em 4 municípios, no período 2009 - 2010, totalizando 28 estabelecimentos rurais

Itens	Municípios			
	Araponga	Iraí de Minas	Diamantina	Montes Claros
Área (ha)	26,8	928,8	106,0	80,0
APP (% área total)	21,6%	2,3%	14,6%	2,8%
Renda bruta anual (R\$/ha/ano)	R\$ 1.654,59	R\$ 2.861,48	R\$ 71,00	R\$ 31,00
Renda bruta estimada no estabelecimento (R\$/mês)	R\$ 3.187,60	R\$ 276.002,58	R\$ 624,00	R\$ 204,00

NOTA: ISA - Indicadores de Sustentabilidade em Agroecossistemas; APP - Área de Preservação Permanente.

mente pequenos e uma parte considerável encontra-se em APPs (21,6%). Contudo, observa-se que os estabelecimentos com manejo agroecológico de cafezais apresentaram resultados superiores aos estabelecimentos com manejo tradicional, com predomínio de pastagens degradadas (índices gerais de sustentabilidade desses estabelecimentos variaram entre 0,52 e 0,80). Na região do Alto Paranaíba (município de Iraí de Minas), os resultados refletiram uma agricultura de alta tecnologia e alto

rendimento, com os consequentes impactos econômicos e ambientais (índices variaram entre 0,64 e 0,68). No Norte de Minas (municípios de Diamantina e Montes Claros), os resultados refletem a condição particular relativa aos reassentamentos de famílias deslocadas em fase de readaptação (índices variaram entre 0,63 e 0,75).

O ISA apontou peculiaridades regionais que precisam ser consideradas para uma análise fidedigna da realidade local. Programas de governo direcionados para a

adequação socioeconômica e ambiental de estabelecimentos rurais deverão considerar estas especificidades locais na elaboração de planos de ação, com o objetivo de minimizar vulnerabilidades sociais e econômicas e buscar soluções para evitar a intensificação de fragilidades ambientais que podem comprometer a sustentabilidade dos sistemas de produção.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O processo de aferição do desempenho econômico, social e ambiental de estabelecimentos rurais por meio do ISA gera um índice final que representa a média aritmética simples de 23 indicadores de sustentabilidade, porém, o valor absoluto deste índice pode não representar a informação mais relevante para o usuário, sendo necessário contextualizar as informações que foram geradas, estabelecer níveis de referência locais e analisar tendências de comportamento de um determinado sistema (no caso, o agroecossistema) que vão além de uma análise de curto prazo e pontual.

A partir desse levantamento, produtor e técnico podem priorizar as ações para reverter ou minimizar fragilidades ou riscos identificados como, por exemplo, a necessidade de tratamento de efluentes e resíduos gerados no estabelecimento, a prevenção da erosão do solo e a recuperação de áreas degradadas.

Este sistema também aponta oportunidades para maximizar pontos positivos, como, por exemplo, acesso a mercados, recebimentos por serviços ambientais, melhoria na organização dos produtores e fortalecimento das redes sociais, melhoria na gestão financeira, maior eficiência no aporte e ciclagem de nutrientes nos sistemas de produção agrossilvipastoris, e aproveitamento de resíduos orgânicos.

O ISA pode prover o produtor com instrumentos de suporte às tomadas de decisão no processo de gestão do espaço rural, promover a melhoria da imagem perante a sociedade e melhorar sua autoestima.

O sistema está sendo adotado pelo Projeto Estratégico “Adequação Socioeconômica e Ambiental das Propriedades

Rurais” no estado de Minas Gerais, como instrumento para aferição do desempenho econômico, social e ambiental de estabelecimentos rurais e para subsidiar políticas e intervenções rumo à sustentabilidade.

Vale ressaltar a importância do processo coletivo para a elaboração e aprimoramento contínuo de ferramentas de gestão que auxiliem o produtor e o gestor público no setor rural, envolvendo vários órgãos do governo do Estado (Seapa-MG, Sectes-MG, Semad, entre outros), Organizações Não Governamentais (ONGs), Universidades, Federações, Sindicatos, Associações, Cooperativas e outras formas de organização da sociedade civil e da iniciativa privada.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, A.L.M. de. Indicadores de sustentabilidade na Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Piranha, Manacapuru, Amazonas, Brasil. *Acta Amazônica*, Manaus, v.37, n.3, p.401-412, 2007.
- ASTIER, M.; MASERA, O.R.; GÁLVAN-MIYOSHI, Y. (Coord.). *Evaluación de sustentabilidad: un enfoque dinámico y multidimensional*. Valencia: Sociedad Española de Agricultura Ecológica: 2008. 100p.
- BRASIL. Lei nº 12.727, de 17 de outubro de 2012. Altera a Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; e revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001, o item 22 do inciso II do art. 167 da Lei nº 6.015, de 31 de dezembro de 1973, e o § 2º do art. 4º da Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, 18 out. 2012. Seção 1, p.1. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br>>. Acesso em: 24 nov. 2012.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Contribuição da agropecuária brasileira na construção de uma sociedade sem fome e sem miséria e de uma economia sustentável*. Brasília, 2012. 16p. Rio + 20 – Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 518, de 25 de março de 2004. Estabelece os pro-

cedimentos e responsabilidade relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, 26 mar. 2004. Disponível em: <<http://dtr2001.saude.gov.br/sas/PORTARIAS/Port2004/GM-518.htm>>. Acesso em: 24 set. 2012.

CALLISTO, M. et al. Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividades de ensino e pesquisa (MG-RJ). *Acta Limnologica Brasiliensis*, São Paulo, v.14, n.1, p.91-98, 2002.

CHAVES, H.M.L. Indicador de avaliação e manejo do risco de contaminação da água por pesticidas. In: FERREIRA, J.M.L. et al. (Ed.). *Indicadores de sustentabilidade em Sistemas de Produção Agrícola*. Belo Horizonte: EPAMIG, 2010. p.203-230.

CONAMA. Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, 16 maio 2011. p.89. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>>. Acesso em: 24 set. 2012.

DEPONTI, C.M.; ECKERT, C.; AZAMBUJA, J.L.B. Estratégia para construção de indicadores para avaliação da sustentabilidade e monitoramento de sistemas. *Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável*, Porto Alegre, v.3, n.4, p.44-52, 2002.

EMBRAPA MEIO-NORTE. *Qualidade de água no Vale do Rio Gurguéia*. Teresina, [2006]. (EMBRAPA. Projeto Avaliação e monitoramento da qualidade de água do Rio Gurguéia, Piauí/CT-HIDRO-CNPq. Projeto 502982/2003-9). Disponível em: <<http://www.cpamn.embrapa.br/gurgueia/index.php?id=1>>. Acesso em: 24 set. 2012.

GÓMEZ-LIMÓN, J.A.; SANCHEZ-FERNANDEZ, G. Empirical evaluation of agricultural sustainability using composite indicators. *Ecological Economics*, Amsterdam, v.69, n.5, p.1062-1075, Mar. 2010.

LÓPEZ-RIDAURA, S.; MASERA, O.; ASTIER, M. Evaluando la sostenibilidad de los sistemas agrícolas integrados: el marco MESMIS. *Boletín de ILEIA*, p. 25-27, abr. 2001.

MARZALL, K. *Indicadores de sustentabilidade para agroecossistemas*. 1999. 208f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Faculdade de Agronomia, Universidade Fe-

deral do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.

MARZALL, K.; ALMEIDA, J. Indicadores de sustentabilidade para agroecossistemas: estado da arte, limites e potencialidades de uma nova ferramenta para avaliar o desenvolvimento sustentável. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v.17, n.1, p.41-59, jan./mar. 2000.

MATOS FILHO, A.M.M. **Agricultura orgânica sob a perspectiva da sustentabilidade: uma análise da região de Florianópolis-SC, Brasil**. 2004. 121f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

MINAS GERAIS. Decreto nº 45.166, de 4 de setembro de 2009. Regulamenta os §§ 5º e 8º do art. 11 da Lei nº 14.309, de 19 de junho de 2002. **Minas Gerais**, Belo Horizonte, 5 set. 2009. Diário do Executivo, p.2. Disponível em: <<http://www.almg.gov.br>>. Acesso em: 24 set. 2012.

MINAS GERAIS. Lei nº 14.309, de 19 de junho de 2002. Dispõe sobre as políticas florestal e de proteção à biodiversidade no Estado. **Minas Gerais**, Belo Horizonte, 20 jun. 2002. Diário do Executivo, p.3. Disponível em: <<http://www.almg.gov.br>>. Acesso em: 24 set. 2012.

QIU, H. J. et al. Analysis and design of agricultural sustainability indicators system. **Agricultural Sciences in China**, v.6, n.4, p.475-486, Apr. 2007.

RAO, N.H.; ROGERS, P.P. Assessment of agricultural sustainability. **Current Science**, v.91, n.4, p.439-448, Aug. 2006.

RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V., H. (Ed.). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. 359p.

RODRIGUES, G.S.; CAMPANHOLA, C. Sistema integrado de avaliação de impacto ambiental aplicado às atividades do novo rural. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.38, n.4, p.445-451, abr. 2003.

RODRIGUES, G.S. et al. Integrated farm sustainability assessment for the environmental management of rural activities. **Environmental Impact Assessment Review**, v.30, n.4, p.229-239, July 2010.

SOUSA, D.M.G.; LOBATO, E. Correção de acidez do solo. In: SOUSA, D.M.G. de; LOBATO, E. (Ed.). **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2.ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Planaltina: Embrapa Cerrados, 2004. p.81-96.

LIVRO MOSTRA RESULTADOS DA BIOTECNOLOGIA NA AGROPECUÁRIA

A Biotecnologia Moderna deixou de ser conceito ou matéria restrita aos meios acadêmicos e científicos para ocupar um espaço cada vez maior no dia a dia do cidadão comum. Nos setores produtivos, tanto da indústria como da agropecuária, o interesse pelos benefícios advindos da biotecnologia e sua adoção na forma de produtos e processos ocorreu bem mais cedo do que em outros setores da sociedade.

O livro Biotecnologia aplicada à agropecuária vem preencher uma lacuna com relação à informação referente às aplicações práticas da biotecnologia no setor agropecuário, dispostas em 21 capítulos sobre algumas das principais espécies vegetais e animais utilizadas pelo homem.



Informações:
publicacao@epamig.br
(31) 3489-5002

