Documentos

ISSN 1516-4691
Abril, 2017
110

Avaliação de Impactos Ambientais de Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta Conforme Contexto de Adoção

Embrapa

ISSN 1516-4691
Abril, 2017

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

Documentos 110

Avaliação de Impactos Ambientais de Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta Conforme Contexto de Adoção

Geraldo Stachetti Rodrigues
Priscila de Oliveira
Renan Milagres Lage Novaes
Sandro Eduardo Marschhausen Pereira
Maria Luiza Franceschi Nicodemo
Ana Laura dos Santos Sena
Ernandes Barboza Belchior
Márcio Rogers Melo de Almeida
Anderson Santi
Flávio Jesus Wruck

Embrapa Meio Ambiente
Jaguariúna, SP
2017

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 e Silvana C. Teixeira
Imagem capa: Fabiano Bastos

1ª edição eletrônica (2017)

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

Avaliação de impactos ambientais de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta conforme contexto de adoção / Geraldo Stachetti Rodrigues... [et al.]. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2017.

38 p. il. (Documentos / Embrapa Meio Ambiente, ISSN 1516-4691; 110).

1. Inovação tecnológica. 2. Sustentabilidade. 3. Desempenho ambiental. 4. Avaliação multicritério. 5. Ambitec-Agro. I. Rodrigues, Geraldo Stachetti. II. Oliveira, Priscila. III. Novaes, Renan Milagres Lage. IV. Pereira, Sandro Eduardo Marschhausen. V. Nicodemo, Maria Luiza Franceschi. VI. Sena, Ana Laura dos Santos. VII. Belchior, Ernandes Barboza. VIII. Almeida, Márcio Rogers Melo de. IX. Santi, Anderson. X. Wruck, Flávio Jesus. XI. Série.

CDD 630.72

© Embrapa 2017

Autores

Ana Laura dos Santos Sena
Economista, doutora em Desenvolvimento Socioambiental, Pesquisadora da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA.

Anderson Santi
Agrônomo, mestre em Agronomia, Pesquisador da Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS.

Ernandes Barboza Belchior
Sociólogo, mestre em Sociologia Política, Pesquisador da Embrapa Pesca e Aquicultura, Palmas, TO.

Flávio Jesus Wruck
Agrônomo, mestre em Fitotecnia, Pesquisador da Embrapa Agrosilvipastoril, Sinop, MT.

Geraldo Stachetti Rodrigues
Ecólogo, PhD em Ecologia e Biologia Evolutiva, Pesquisador da Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP.

Márcio Rogers Melo de Almeida
Economista, mestre em Sociologia do Desenvolvimento, Pesquisador da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE.

Maria Luiza Franceschi Nicodemo
Zootecnista, doutora em Agricultura, Pesquisadora da Embrapa Pecuária Sudeste, São Carlos, SP.

Priscila de Oliveira
Engenheira Agrônoma, doutora em Fitotecnia, Pesquisadora da Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP.

Renan Milagres Lage Novaes
Biólogo, mestre em Genética, Analista da Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP.

Sandro Eduardo Marschhausen Pereira
Engenheiro Civil, doutor em Ciências Ambientais, Analista da Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP.

Apresentação

A intensificação sustentável dos sistemas agropecuários é uma das principais apostas da agricultura brasileira para aumento de produtividade e redução de impactos ambientais negativos. Os sistemas de integração-lavoura-pecuária-floresta (ILPF) destacam-se nesse contexto à medida que podem ser adotados por uma ampla gama de produtores e principalmente em qualquer nível tecnológico. Por esses motivos sua adoção é crescente e já atinge a marca de 11,5 milhões de hectares no Brasil.

Pesquisas recentes indicam que a ILPF tem potencial para aumentar consideravelmente a sustentabilidade dos estabelecimentos rurais. No entanto, nos diferentes contextos de adoção dessa estratégia de produção pelos produtores, o sistema pode ter comportamentos diferentes daqueles observados no nível experimental. Assim, para confirmar essas observações, a avaliação do desempenho socioambiental desses sistemas nos estabelecimentos rurais é muito importante.

Neste trabalho são apresentados resultados de avaliação de desempenho socioambiental de seis estabelecimentos rurais nas cinco regiões do Brasil e com diferentes modalidades de ILPF. A diversidade de situações estudadas e a abrangência dos indicadores avaliados proporcionará ao leitor uma ampla visão dos impactos proporcionados pela ILPF nos estabelecimentos rurais.

Marcelo Augusto Boechat Morandi
Chefe Geral

Sumário

Resumo 8
Abstract 10
Introdução 11
Considerações Metodológicas 12
Resultados 17
    Dimensão impactos ecológicos 18
    Dimensão impactos socioambientais 25
    Análise integrada e particularidades das URTs 30
Discussão 33
Agradecimentos 36
Referências 37

Avaliação de impactos ambientais de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta conforme contexto de adoção

Geraldo Stachetti Rodrigues
Priscila de Oliveira
Renan Milagres Lage Novaes
Sandro Eduardo Marschhausen Pereira
Maria Luiza Franceschi Nicodemo
Ana Laura dos Santos Sena
Ernandes Barboza Belchior
Márcio Rogers Melo de Almeida
Anderson Santi
Flávio Jesus Wruck

Resumo

Procedimentos de avaliação de impactos têm sido realizados para analisar e promover estratégias de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) adotadas em Unidades de Referência Tecnológica (URTs) no âmbito da "Rede de Fomento ILPF". A abordagem, baseada no método multicritério Ambitec-Agro, foi realizada em seis URTs em colaboração com equipes da Embrapa e parceiros em todo o país. Estes estudos de caso incluíram desde empresas rurais de grande porte até estabelecimentos familiares, e desde complexos esquemas de integração até simples integração lavoura-pecuária voltada apenas à reforma de pastagens. Devido ao seu típico efeito de intensificação, a ILPF resultou em importantes ganhos de produtividade e de eficiência no uso de recursos naturais, geralmente acompanhadas por aumentos no uso de insumos

e de energia, representando compensações quanto ao desempenho tecnológico. Mesmo assim, devido a importantes melhorias na qualidade ambiental (todos os compartimentos), os índices médios integrados para esta dimensão foram positivos. Foram também observados resultados positivos para as dimensões econômica e social da sustentabilidade, atestando as valiosas contribuições da ILPF para o desempenho geral de todas as URTs estudadas. A replicação destes procedimentos de avaliação ambiental é um dos mecanismos de transferência de tecnologia adotados pela Embrapa e seus parceiros na Rede de Fomento ILPF.

Palavras-chave: Inovações tecnológicas agropecuárias, sustentabilidade, desempenho ambiental, avaliação multicritério, Ambitec-Agro.

Environmental impact assessment of integrated crop-livestock-forest systems according to adoption contexts

Abstract

An environmental impact assessment procedure has been proposed to evaluate and promote integrated crop-livestock-forest (ICLF) strategies adopted in technology reference units (TRU), established under the scope of an 'ICLF National Technology Transfer Network'. The approach, based on the Ambitec-Agro multi-criteria impact assessment method, was carried out in six TRU, in collaboration with coordinating teams of Embrapa throughout the country. These case studies included from very large-scale rural enterprises to small family establishments, and from complex integration schemes to simpler crop-livestock integration directed towards pasture reclamation only. Due to its typical intensification effect ICLF resulted in important enhancements in productivity and natural resources use efficiencies, usually accompanied by increases in chemical inputs and energy use, representing trade-offs for environmental performance. Even then, due to important improvements in environmental quality (all compartments), the mean integrated indices for this dimension resulted positive. Positive results were observed also for the economic and the social dimensions of sustainability, attesting to the valuable contributions of ICLF for the general performance of all studied farms. The replication of this environmental assessment procedure is one of the technology transfer mechanisms adopted by Embrapa and its partners in the National ICLF Network.

Keywords: Agricultural technological innovations, sustainability, environmental performance, multicriteria assessment, Ambitec-Agro.

Introdução

Um grande esforço de pesquisa e transferência de tecnologia tem sido realizado pela Embrapa e seus parceiros institucionais, buscando aprimorar e implementar sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) no Brasil. Essa busca tem contemplado ampla gama de estratégias de ILPF (em suas diversas combinações), segundo as peculiaridades ambientais e socioeconômicas dos estabelecimentos rurais, distribuídos nos diversos biomas e contextos nos quais essas estratégias produtivas são indicadas. Grande volume de informações técnico-científicas já foi levantado, tanto no âmbito de projetos de pesquisa como na condução de Unidades de Referência Tecnológica (URTs), ligadas a diversos projetos, programas e políticas de desenvolvimento (REIS et al., 2016).

Por definição, a ILPF é uma estratégia que visa a produção rural sustentável, que integra as atividades agrícolas, pecuárias e florestais realizadas em uma mesma área, em cultivo consorciado, em sucessão ou rotacionado, e busca efeitos sinérgicos entre os componentes dos agroecossistemas, contemplando a adequação ambiental, a viabilidade econômica e a valorização das pessoas (BALBINO et al., 2011). Muitos dos benefícios da integração agropecuária e da consequente intensificação produtiva e racionalização do uso dos recursos têm sido demonstrados ano a ano e descritos na literatura (BARROS et al., 2016). Contudo, as características positivas, em geral associadas à ILPF, não são suficientes para que se alcancem conclusões a respeito do desempenho ambiental dos estabelecimentos ou das contribuições dos sistemas produtivos para a sustentabilidade dos territórios rurais, conforme os diferentes contextos de adoção.

A Avaliação de Impactos Ambientais (AIA) configura-se como um conjunto de procedimentos adequados para a promoção da gestão ambiental dos estabelecimentos rurais e para a tomada de decisões quanto a adoção de inovações tecnológicas que favoreçam o desempenho ambiental das atividades produtivas, inclusive aquelas características

da ILPF. Referências específicas relacionadas a AIA em ILPF são raras. Abordagens específicas foram realizadas por Galharte e Crestana (2010) e Malagutti (2013), utilizando o sistema de indicadores Ambitec-Agro (RODRIGUES et al., 2003a, 2003b; 2015).

Tais avaliações cumprem importantes objetivos como a proposição de boas práticas de manejo, a melhoria de eficiência produtiva, o controle da poluição e a minimização de impactos ambientais negativos. O objetivo das AIA é oferecer recomendações de gestão ambiental fundamentadas em uma visão integrada do estabelecimento rural (ANDREOLI; TELLARINI, 2000), podendo ser aplicada à hipótese de que a adoção de sistemas ILPF gera impactos tecnológicos e ambientais positivos.

Diante do exposto, o presente trabalho visa analisar o desempenho ambiental de sistemas de ILPF em suas diferentes combinações e conforme os variados contextos de adoção observados em seis URTs vinculadas ao projeto "Transferência de tecnologias em rede para sistemas de integração Lavoura-Pecuária-Floresta" o qual é apoiado pela Rede de Fomento ILPF. Cada URT considerada está instalada em uma diferente região administrativa da Rede, em todo o Brasil. A Rede de Fomento é uma parceria público-privada composta atualmente pelas empresas Cocamar, Dow Agroscience, John Deere, Parker, Syngenta e Embrapa.

Considerações Metodológicas

A presente análise de desempenho ambiental da adoção da ILPF foi organizada com base em estudos de caso em seis URTs, descritas na Tabela 1. Os levantamentos de dados ocorreram durante 'Oficinas de Avaliação de Impactos e Desempenho Ambiental da ILPF: análise de caso regional', realizadas entre julho de 2015 e dezembro de 2016. Esses eventos constaram de um dia para apresentações e debates sobre as características de adoção da ILPF no contexto regional e transferência

metodológica sobre sistemas de avaliação de impactos e indicadores de sustentabilidade. Uma vez definidos esses contextos regionais de adoção, seguiu-se para um dia de visita técnica de campo em URT indicada pelo responsável regional, acompanhada pelos participantes das Oficinas e pelo produtor responsável, que conduziu o roteiro de observação das evidências de campo e descrição técnico-produtiva para interpretação dos critérios e indicadores de desempenho ambiental. Em mais um dia de trabalho os participantes das Oficinas realizaram reuniões técnicas para análise crítica dos dados obtidos em campo, debate e interpretação das evidências, e complementação de comentários sobre os resultados dos estudos de caso, para elaboração dos relatórios técnicos para apresentação aos produtores.

Como abordagem metodológica utilizou-se o sistema de 'Avaliação de impactos de inovações tecnológicas agropecuárias' - Ambitec-Agro, (RODRIGUES et al., 2003a, 2003b; 2015), que consiste de módulos integrados de indicadores ambientais para os setores produtivos rurais da agricultura, da produção animal e da agroindústria. O sistema se compõe de um conjunto de matrizes de ponderação multicritério, construídas para 148 indicadores, integrados em 27 critérios, distribuídos em sete aspectos relacionados aos impactos resultantes da adoção tecnológica ou implementação de atividades rurais, no desempenho ambiental dos estabelecimentos rurais, quais sejam: Eficiência tecnológica e Qualidade ambiental (impactos ecológicos); e Respeito ao consumidor, Emprego, Renda, Saúde e Gestão e administração (impactos socioambientais), Figura 1.

Tabela 1. Caracterização técnico-gerencial das Unidades de Referência Tecnológica (URTs) selecionadas para avaliação de impactos conforme contexto de adoção da integração lavoura-pecuária-floresta nas regiões de realização do projeto de Transferência Tecnológica em ILPF.

URT	Localização, tamanho e início da atividade	Tipo de gestão	Atividades realizadas e características do sistema de integração	Contexto de adoção	Destino da produção
Caso 1	Brotas (SP), 106 ha, ILPF iniciada em 2009	Familiar	Citros convencional e mini-packing house, gado de corte em ILPF; rotação milho - tremoço e milho - braquiária em plantio direto; consórcio com guandu e outras leguminosas e cana para forragem (ambos em ILPF); mini-moinho; mini-serraria; silvicultura em ILPF, com várias espécies e clones de eucalipto; turismo tecnológico, consultoria profissional em ILPF e gestão de citros, apicultura em parceria e hibisco para chá em cercas vivas	Transição da monocultura de citros e gado leiteiro extensivo para ILPF	Mercado local, clientes selecionados
Caso 2	Paragominas (PA), 4.500 ha, ILP iniciada em 2000	Empresarial	Rotação soja - milho em sistema plantio direto e integração pecuária (bovinos de corte), suinocultura (cria, recria e engorda), ovinos, piscicultura (tambaqui), fábrica de ração (na cidade), área de eucalipto (p/ secagem dos grãos, caldeira do frigorífico), equinos de competição e muares de lida, produção de feno para venda (navio de exportação de gado em pé).	Transição de pecuária extensiva com fogo para ILP com diversificação e intensificação	Frigorífico próprio, grande mercado, exportação
Caso 3	Pium (TO), 1847 ha, ILP iniciada em 2012	Familiar	Bovinocultura de corte, primordialmente cria; primeiras iniciativas de produção de grãos (arroz) em integração lavoura-pecuária visando reforma de pastagens	Transição de pecuária extensiva com fogo para ILP em áreas selecionadas	Mercado local

Continua

Tabela 1. Continuação.

URT	Localização, tamanho e início da atividade	Tipo de gestão	Atividades realizadas e características do sistema de integração	Contexto de adoção	Destino da produção
Caso 4	Nossa Senhora das Dores (SE), 130 ha, ILP e ILPF em experimentos iniciados em 2004	Experimental	Pecuária bovina de corte em integração com floresta (IPF) (gliricídia como forragem e adubação verde); ILPF milho-pasto-acácia; rotação feijão, milho e soja para pequeno comércio.	Experimentos de adubação verde e área demonstrativa de tecnologias de ILPF	Mercado local
Caso 5	Boa Vista das Missões (RS), 102 ha, ILP iniciada em 2008	Familiar	Integração lavoura-pecuária em trigo duplo propósito com rotação soja-milho e forrageiras consorciadas, com gado bovino de corte, recria-engorda e novilhos precoces em suplementação; preparação para cria.	Transição de pecuária extensiva e grãos para ILP em trigo duplo propósito	Grande mercado
Caso 6	Nova Canaã do Norte (MT), 2420 ha, ILPF iniciada em 2009	Empresarial	Integração lavoura-pecuária em rotação soja-pastagem em plantio direto, bovinocultura de corte em pastagens intensivas reformadas com lavouras, confinamento bovino com volumoso e concentrado produzidos em pastagens intensivas integradas a lavouras de milho, integração lavoura-pecuária-floresta em parcelas com diferentes espécies e espaçamentos variados, inclusive essências florestais em monocultivo.	Transição de pecuária extensiva para ILP intensiva, confinamento bovino e ILPF em parcelas diversificadas.	Grande mercado

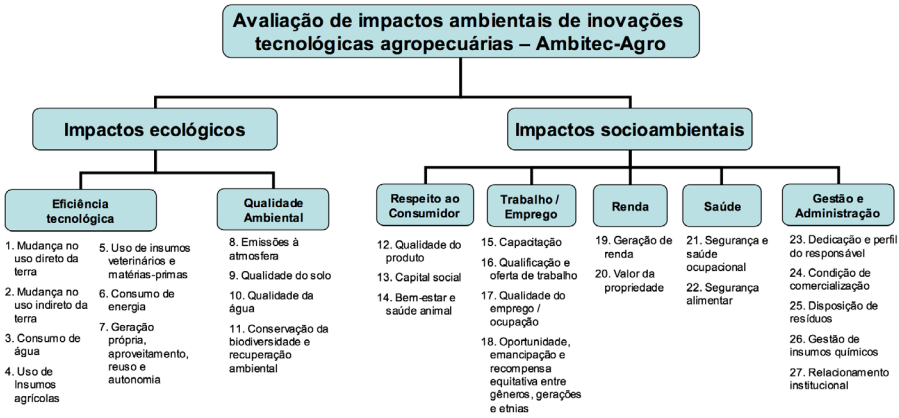

Figura 1. Diagrama com as dimensões e critérios considerados em verificação de campo para a avaliação de desempenho ambiental de inovações tecnológicas e atividades rurais com o sistema Ambitec-Agro.

Durante os estudos de avaliação de impactos com este método, o usuário do sistema e o produtor responsável indicam, conforme observações de campo e levantamento de dados históricos e de gestão do estabelecimento, os coeficientes de alteração dos indicadores, em razão específica da aplicação tecnológica e nas condições de manejo particulares à situação estudada. Assim, cada estabelecimento rural compõe uma unidade amostral de avaliação de impacto do estudo. As matrizes de ponderação do sistema Ambitec-Agro incluem ainda fatores de ponderação relativos à importância dos indicadores na composição dos critérios de impacto, e à escala da ocorrência dos efeitos observados em campo, desde as áreas cultivadas até o entorno dos estabelecimentos rurais.

O procedimento de avaliação Ambitec-Agro[1] consiste em verificar a direção (aumenta, diminui, ou permanece inalterado) e a escala de ocorrência (pontual, local ou entorno) dos coeficientes de alteração dos

[1] Para detalhes dos procedimentos metodológicos ver RODRIGUES (2015); para acesso às planilhas de dados ver: http://www.cnpma.embrapa.br/forms/index.php3?func=softwma (acesso outubro 2016).

indicadores para cada critério, atribuídos em razão específica da adoção da ILPF, nas condições de manejo observadas em campo. Os resultados finais das avaliações de impacto são apresentados graficamente e expressos em escala de atribuição multicritério entre ± 15. Assim, um estudo de avaliação de impactos com o método Ambitec-Agro se desenvolve em três etapas, quais sejam: 1) definição do contexto de adoção da nova tecnologia ou atividade rural e delimitação geográfica e temporal da adoção e dos usuários para seleção e contextualização da amostra; 2) vistoria de campo / levantamento de dados junto ao produtor responsável, análise dos indicadores e preenchimento das matrizes de ponderação; e 3) avaliação dos índices de desempenho obtidos, interpretação e formulação de relatório individual ao produtor, com proposição de práticas alternativas de manejo e adoção tecnológica, visando minimizar impactos negativos e promover impactos positivos.

Resultados

Os índices de desempenho ambiental e social associados a ILPF, observados nas seis URTs estudadas, segundo o tempo transcorrido desde a adoção são apresentados na Figura 2. Apesar de a proposta metodológica não indicar comparações entre URTs, dados os contextos diversos de adoção e peculiaridades da base de recursos disponíveis, dos diferentes históricos técnico-administrativos, das variadas escalas de produção e direcionamentos de mercado, observa-se que em todos os casos os desempenhos foram amplamente positivos. Os índices de desempenho social apresentaram amplitudes superiores aos índices de desempenho ambiental, em geral por influência dos pronunciados aspectos econômicos, relativos a importantes ganhos na geração de renda e valorização das propriedades, desde a adoção das práticas de integração. A corroborar a preponderância da implementação tecnológica como explicativa dos impactos positivos observados, houve tendência de ampliação dos índices de desempenho, conforme o tempo transcorrido

desde a transição entre o contexto produtivo anterior à adoção das práticas de ILPF e o momento de realização das avaliações (Tabela 1).

Os detalhes relativos aos critérios e indicadores explicativos desses índices de desempenho e as particularidades tecnológicas que têm favorecido a sustentabilidade das URTs estudadas são apresentados nas seções que seguem, dirigidas à interpretação dos aspectos componentes das dimensões de impactos ecológicos e socioambientais.

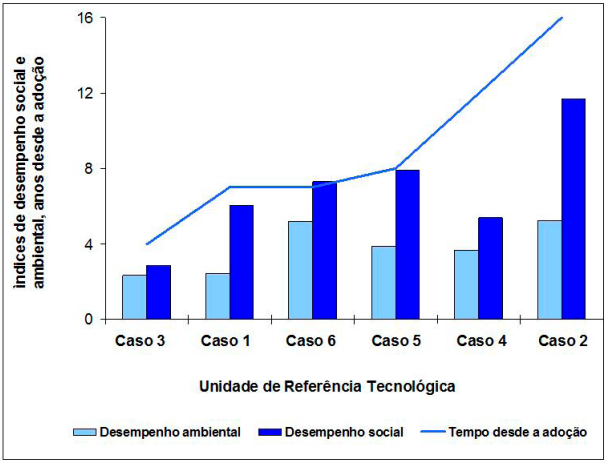

Figura 2. Índices de desempenho ambiental e social de sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta, conforme contexto de adoção em URTs selecionadas, obtidos a partir do sistema de avaliação de impactos ambientais de inovações tecnológicas agropecuárias (Ambitec-Agro).

Dimensão impactos ecológicos

Nessa dimensão são tratados os impactos da ILPF sobre o meio ambiente, considerados em duas vertentes. A montante do processo produtivo são consideradas as alterações nos usos da terra, a eficiência produtiva e o uso de insumos, recursos e energia. A jusante são considerados os efeitos da atividade sobre a qualidade ambiental, devido à emissão de poluentes, à conservação e recuperação de habitats naturais e

conservação da biodiversidade. Dois aspectos são considerados com essa abrangência, 'Eficiência tecnológica', com sete critérios (Figura 3), e 'Qualidade ambiental', composto por quatro critérios (Figura 4).

Diferentes níveis de adoção tecnológica foram observados nas seis URTs componentes da amostra, desde completa integração agrossilvipastoril até simples sucessão de pastagens degradadas - lavoura consorciada com capim - pastagem reformada (ILP). De todo modo, a implantação dessas práticas de integração implicou, invariavelmente, aumentos expressivos de produtividade de grãos e ganho de peso para maior número de animais, favorecendo os indicadores de mudanças nos usos diretos da terra (índice médio = 5,21 em escala multicritério ±15 - Figura 3). Além do aumento da produtividade por unidade de área (efeito poupa-terra), ocorreram melhorias na prevenção do risco de incêndios, ampliaram-se os estoques de carbono no solo e na biomassa vegetal, e aumentou a biodiversidade produtiva, considerada fator importante de estabilidade e segurança comercial.

No tocante aos indicadores de mudanças no uso indireto da terra (índice = 3,71) também foram observadas condições favoráveis em todos os casos, com influência principal no indicador de uso do solo para produção de alimentos. Efeito também relevante referiu-se à diminuição da pressão de deslocamento sobre áreas não agrícolas, como consequência do aumento de produtividade. Em casos específicos observou-se ainda efeito positivo na redução da competição pela propriedade da terra e na interferência sobre usos por comunidades locais. Esses efeitos foram aventados, de um lado, na URT relativa ao caso 4, localizada em região na qual ocasionalmente se observam tensões fundiárias; e de outro lado no caso 5, região sob importante pressão imobiliária. No tocante ao caso 4 o efeito resulta da eficaz realização do papel social da terra; e no caso 5 refere-se ao aumento da competitividade produtiva e do valor da propriedade, ambas consequências da implantação da integração agropecuária.

As melhorias nos critérios de uso da terra resultaram em reflexos positivos no consumo de água em todas as URTs (índice = 2,83), relativamente aos ampliados volumes de produção. Isto é, sob o mesmo regime hídrico e volume de chuvas, maiores produções de grãos e ganhos de peso foram em geral obtidos, inferindo elevação de eficiência no consumo de água por unidade de produto. Igualmente, o manejo do solo nas lavouras rotacionadas, implantadas sempre em sistema de plantio direto na palha e com elevados volumes de biomassa, comparativamente aos contextos anteriores à integração, têm também favorecido a infiltração das águas pluviais e aumento do caudal das nascentes, melhorando a captação e o armazenamento de águas superficiais.

Alterações importantes foram observadas, por outro lado, nos padrões de uso de insumos agrícolas para fins de fertilidade e de controle de pragas (índice médio = -0,42), atribuídas à implantação da ILPF nas URTs. A implantação ou intensificação dos cultivos geralmente resultou em acréscimo na frequência de pulverizações e ampliação de ingredientes ativos necessários (impactos negativos), ao menos nas operações relativas às lavouras, mesmo se conduzidas em sistema de plantio direto. Esses acréscimos foram em geral considerados moderados, por efeito de diluição em relação ao maior volume de produção. À sua vez, esforços foram sistematicamente empreendidos na seleção de produtos com ingredientes ativos menos tóxicos, além de ênfase em formas mais eficazes de aplicação, como tratamento de sementes. No tocante aos fertilizantes, constatou-se ampliação dos quantitativos utilizados, acréscimos por vezes proporcionalmente superiores ao aumento do total produzido, o que representou intensificação do consumo em relação à unidade de produto, considerado um impacto negativo por impor maior dependência de insumos externos e ocasional risco de contaminação ambiental. No entanto, a utilização de condicionadores de solo, como calcário e gesso agrícola, tem sido sempre relativamente reduzida, ou seja, ao se considerar o aumento de produção nos sistemas ILPF em relação aos contextos produtivos anteriores.

A intensificação observada no uso de insumos agrícolas foi contrabalançada pelo uso de insumos veterinários e matérias primas (índice = 4,50). Comparativamente aos padrões produtivos originais nas URTs, o uso relativo de medicamentos e suplementos tendeu a ser reduzido com a implantação de práticas de ILPF, enquanto a melhora na disponibilidade de forragem a pasto favoreceu a redução relativa de consumo de feno, silagem e forragem no cocho. Os padrões relativos (i.e., por unidade de produto) de consumo de matérias-primas também foram favorecidos pelas práticas de integração, dadas as economias de escala resultantes dos maiores volumes de produção por unidade de área.

Ainda no aspecto relativo à eficiência tecnológica, o consumo de energia (índice = 3,17) tendeu a crescer menos que os volumes de produção, em função da intensificação produtiva representada pela integração agropecuária. Nesse sentido, de um lado as operações de plantio e colheita em geral resultaram em produção proporcionalmente maior. De outro lado, a capacidade de suporte das pastagens recuperadas abrigou maior número de animais, que apresentaram maior ganho de peso. Mesmo que esses efeitos não tenham sido homogêneos entre as URTs, havendo aquelas nas quais ocorreu aumento proporcional no consumo de energia, em especial combustíveis fósseis, essas alterações foram sempre minoradas em relação ao volume de produção. Já no tocante ao consumo de eletricidade, à exceção de um caso no qual operações mecanizadas de pós-colheita implicaram aumento relativo de consumo, as economias de escala favoreceram a economia.

Além desse efeito de mitigação do uso de insumos e recursos pela produtividade, práticas alternativas, a exemplo de aproveitamento de adubos orgânicos, esterco e compostos, adubação verde e fixação biológica de nitrogênio com a preponderante rotação com soja, contribuíram para promoção da autonomia nas URTs (índice = 2,32). No balanço final, o índice de desempenho ambiental no aspecto 'Eficiência tecnológica' resultou positivo (índice agregado = 3,05), conforme

situações de adoção observadas nas URTs, em função da implantação de práticas de ILPF (Figura 3).

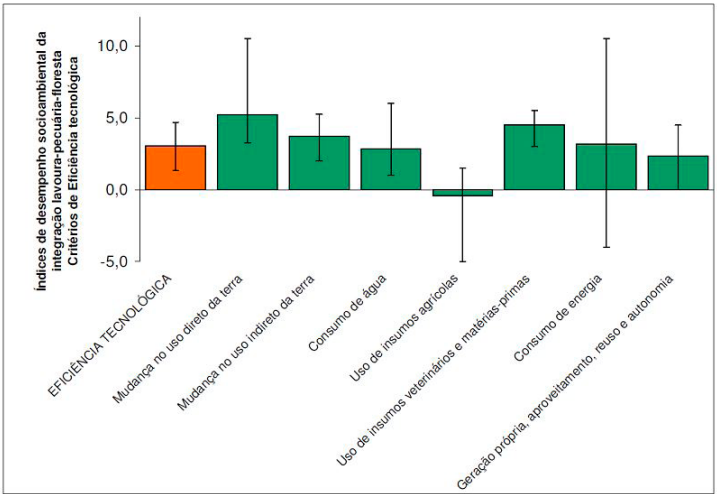

Figura 3. Índices de desempenho de sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta em relação ao aspecto 'Eficiência tecnológica', conforme contexto de adoção em URTs selecionadas, obtidos a partir do Sistema de avaliação de impactos ambientais de inovações tecnológicas agropecuárias (Ambitec-Agro). As barras representam as médias dos critérios entre os seis estudos de caso, enquanto os desvios representam os maiores e menores valores observados.

A compensação relativa dos impactos da intensificação pelo incremento produtivo tem gerado reflexos positivos também nos critérios do aspecto 'Qualidade Ambiental' (índice agregado = 4,49 – Figura 4), no qual se consideram a contaminação pelos resíduos gerados e a conservação da diversidade biológica. Esses impactos são avaliados por critérios relativos à emissão de poluentes atmosféricos, do solo e da água, além da conservação da biodiversidade e recuperação ambiental. No critério Emissões à atmosfera (índice = 2,75), a ILPF tem favorecido o efeito de captura de gases de efeito estufa, como consequência do acúmulo de matéria orgânica no solo, advinda das pastagens recuperadas e dos

cultivos consorciados, por produzirem maior quantidade de biomassa em comparação às situações anteriores observadas nas URTs. Considerou-se ainda que as pastagens nas áreas de integração permitiram melhoria da nutrição e da eficiência da pecuária, efeito mitigador das emissões de metano entérico pelos animais, minorando as emissões de gases de efeito estufa, por unidade de produto.

Entre as mais valiosas contribuições da ILPF para o desempenho ambiental dos estabelecimentos rurais nos quais é adotada está a melhoria no critério Qualidade do solo, como se observou para todos os indicadores, em todas as URTs estudadas (índice = 10,42). Isso ocorreu pelo controle da erosão que, dada a melhor cobertura do solo, favoreceu o acúmulo de MO, e pelo melhor desenvolvimento das raízes, que afetou positivamente a redução das perdas de nutrientes por lixiviação, também favorecida pela fixação biológica de N, proveniente principalmente das rotações anuais com lavouras de soja. O aumento da biomassa das áreas de pastejo e a melhor cobertura do solo favoreceram a redução da compactação pelo pisoteio dos animais e pelo trânsito de máquinas.

Estes efeitos positivos da ILPF na conservação dos solos favoreceram marginalmente a qualidade das águas (índice = 2,23), com redução da turbidez devido ao controle da erosão, enquanto as condições locais e o cuidado nas práticas de manejo observadas nas URTs contribuíram para que não existissem fontes notáveis de poluentes ou evidências de despejo de resíduos.

A diversificação da paisagem promovida pela ILPF e práticas associadas resultou em efeitos secundários positivos na conservação da biodiversidade e recuperação ambiental (índice = 2,57), em todos os casos, principalmente pela recuperação de solos em variados níveis de degradação física e química, e por ações de recuperação de áreas de proteção ambiental, seja pela maior prevenção de incêndios, seja pela atenção aos preceitos do Código Florestal, em função da organização espacial das URTs. Com essas apontadas melhorias em todos os critérios

relacionados à qualidade ambiental, além de um balanço positivo relativo aos impactos no aspecto Eficiência Tecnológica, a ILPF mostrou-se favorável ao desempenho produtivo e ambiental em todas as URTs estudadas. Esse resultado, expresso por um índice positivo na dimensão de impactos ecológicos (3,77), adveio a despeito da intensificação produtiva, isto é, da ocorrência sucessiva ou simultânea de diversos cultivos e ocupação animal em uma mesma área, além do eventual cultivo de árvores, com consequente maior demanda de aplicação de insumos e energia, que se mostraram compensados em relação ao volume de produção (Figura 4).

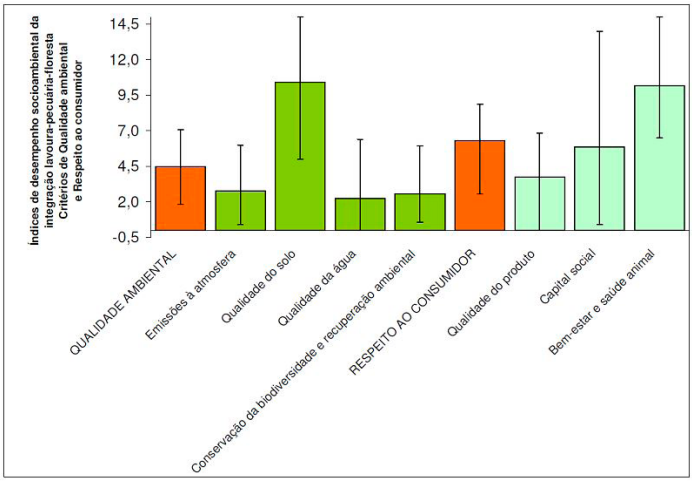

Figura 4. Índices de desempenho de sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta em relação aos aspectos 'Qualidade ambiental' e 'Respeito ao consumidor', conforme contextos de adoção em URTs selecionadas, obtidos a partir do Sistema de avaliação de impactos ambientais de inovações tecnológicas agropecuárias (Ambitec-Agro). As barras representam as médias dos critérios entre os seis estudos de caso, enquanto os desvios representam os maiores e menores valores observados.

Dimensão impactos socioambientais

Nessa dimensão são abordados os aspectos relativos à contribuição da ILPF para o desenvolvimento local sustentável e para a melhoria contínua dos processos produtivos e de gestão nas URTs estudadas. Os critérios, agrupados nos cinco aspectos que formam essa dimensão, são dirigidos à avaliação das implicações da adoção da ILPF na qualidade de vida das pessoas envolvidas com a produção (Figura 1). Segundo as condições e etapas de transição produtiva observadas, o índice médio de desempenho socioambiental foi 6,86 para o conjunto de critérios, correspondendo a 7,59 para os aspectos econômicos e 6,15 para os aspectos sociais, indicando elevada contribuição para a sustentabilidade.

O aspecto Respeito ao Consumidor apresentou coeficiente de desempenho positivo (média = 6,32), com destaque para o critério relativo ao Bem-estar e saúde animal (índice = 10,17 – Figura 4). A melhoria no acesso a alimentos de qualidade, com a integração com lavouras melhorando as pastagens em todas as URTs, e os consequentes ganhos relativos à lotação, foram invariavelmente associados a correções nas instalações de lida dos rebanhos, melhorando a salubridade e a sanidade. Nos casos com integração silvipastoril também se observou grande ganho no conforto térmico.

Outro critério positivamente influenciado no aspecto Respeito ao consumidor foi o Capital social (índice 5,85), pelo engajamento das URTs em programas de transferência de tecnologias e projetos de extensão comunitária / educação ambiental, com os numerosos eventos promovidos com parceiros institucionais da Rede de Fomento ILPF e produtores participantes de visitas técnicas e dias de campo promovidos no alcance do projeto. Finalmente, nesse aspecto, a Qualidade dos produtos (índice = 3,73) se mostrou melhorada, com a realização de procedimentos de pós-colheita que muitas vezes foram associados à ILPF, considerando-se desde processamento local até encadeamento produtivo, além de efeitos de relacionamento na cadeia de fornecimento, que influenciou favoravelmente a disponibilidade de fontes de insumos e a idoneidade dos fornecedores.

No aspecto Trabalho / Emprego (índice = 4,94), o critério Capacitação (índice = 10,25 – Figura 5) mostrou-se entre as mais importantes contribuições vinculadas à implantação da ILPF e à gestão das URTs, com os treinamentos dirigidos aos colaboradores visando melhor qualificação para as tarefas de integração, bem como a outros produtores, estudantes e técnicos regionais, vista a ampla oferta de dias de campo para especialização tecnológica. Devido a esse esforço de capacitação, trabalhadores com maior nível de qualificação foram requisitados nas tarefas da integração (índice = 2,89), seja para trabalhos braçais que demandaram especialidades específicas, seja com engajamento de técnicos e profissionais de nível superior, muitas vezes em regime de contratação permanente.

Quanto à qualidade do emprego (índice = 2,54), relatou-se com frequência alívio da carga laboral, prevenindo-se longas jornadas anteriormente comuns. Constatou-se que as condições de trabalho, as garantias dos direitos trabalhistas e a oferta de benefícios sugeridos pela legislação brasileira estão presentes em todas as URTs, uma condição já observada desde antes da implantação das práticas de ILPF, tendo mormente sido mantidos inalterados. Um critério que surpreendentemente registrou importantes ganhos com a adoção de práticas de ILPF foi aquele relativo à oportunidades e recompensa equitativa entre gêneros, gerações e etnias (índice = 4,06), com relatos em várias URTs de aumento da participação de mulheres e jovens no processo produtivo.

Um objetivo primordial para a implantação de alternativas produtivas e tecnológicas é obter ganhos no aspecto Renda, o que tem sido encaminhado com extraordinário êxito nas URTs estudadas (índice = 10,23). Ou seja, uma vez implantadas as práticas de ILPF observa-se maior segurança de obtenção de renda, dada a diversificação produtiva; maior estabilidade da renda em razão da repartição sazonal das colheitas de grãos, a resiliência das pastagens e a disponibilidade de forragem ao longo de todo o período anual (seja durante a seca em URT no agreste sergipano, seja durante o frio no planalto riograndense); além de maior diversidade, com as lavouras rotacionadas e consorciadas; e grande

aumento no montante anual auferido, tudo isso balizado por importantes ganhos de produtividade. Somente a distribuição de renda se mostrou por vezes comprometida, mas por força do maior crescimento relativo do montante bruto (índice = 10,17).

Outra grande contribuição da implantação e desenvolvimento da ILPF se associou ao critério valor da propriedade (índice = 10,29). Esse desempenho resultou dos importantes investimentos em benfeitorias observados em todas URTs, além de valor adicionado pela qualidade dos recursos naturais, tanto dos solos como das próprias culturas e pastagens implantadas, bem como devido à demanda e preço dos produtos das lavouras e da pecuária, que têm tido mercado seguro e valorizado. Observou-se também valorização dos estabelecimentos associada à conformidade com a legislação, e pela visibilidade auferida como URT, sempre reconhecida regionalmente.

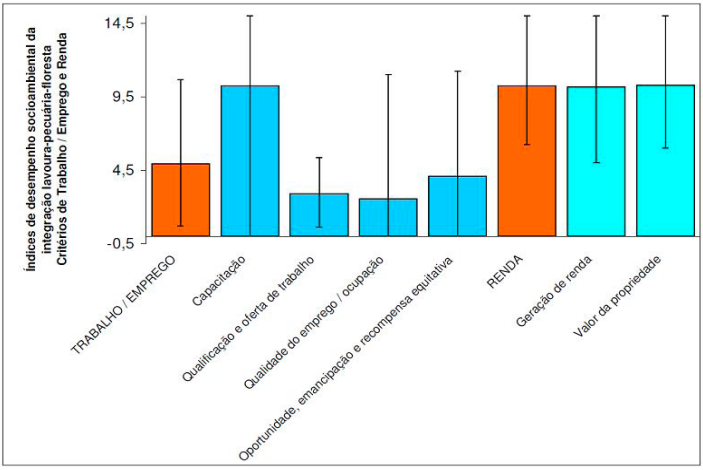

Figura 5. Índices de desempenho de sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta em relação aos aspectos 'Trabalho / Emprego' e 'Renda', conforme contextos de adoção em URTs selecionadas, obtidos a partir do Sistema de avaliação de impactos ambientais de inovações tecnológicas agropecuárias (Ambitec-Agro). As barras representam as médias dos critérios entre os seis estudos de caso, enquanto os desvios representam os maiores e menores valores observados.

O aspecto Saúde (índice = 4,61) (Figura 6) foi o que apresentou maiores discrepâncias entre as URTs, tendo sido observadas circunstâncias de redução da exposição a fatores de insalubridade, não só pelo uso de EPI e treinamentos dirigidos à segurança e saúde ocupacional (índice médio = -0,04), mas também devido ao eventual alívio da carga laboral e melhor ambiência nas áreas com implantação de ILPF. Por outro lado, houve circunstâncias em que aumentaram as situações de exposição a ruídos e vibração, bem como a riscos de acidentes ergonômicos na operação de maquinário, notadamente quando associados a operações florestais. A exposição a agentes químicos, com especial referência a herbicidas empregados em etapas do plantio direto, mostrou-se, por vezes, potencialmente ampliada pela intensificação das lavouras, e por vezes, reduzida pelo uso de maquinário moderno. Ainda no aspecto Saúde, o critério segurança alimentar (índice = 9,27) favoreceu-se da garantia de produção devido à diversificação e intensificação, que resultaram em maiores quantidades de alimentos produzidos. A qualidade nutricional também aumentou em todos os casos, com o foco no crescimento da produção de grãos e de proteína animal de forma integrada. Todos esses atributos foram observados em escala que alcançou até os mercados regionais, qualificando influência até esta escala.

Finalmente, ganhos importantes foram observados no aspecto Gestão e Administração (índice = 7,51) (Figura 6) em todas as URTs. O critério que trata da dedicação e perfil do responsável (índice = 8,88) evidenciou melhoria nos indicadores de capacitação dirigida à atividade, horas de dedicação, alguma influência de engajamento familiar em determinados casos, e emprego de sistemas de acompanhamento financeiro/contábil e de planejamento, além de sistema de certificação / rotulagem, também em determinados casos.

As condições de comercialização foram promovidas (8,83) também em todas as URTs, com ampliação das oportunidades de vendas diretas e cooperadas. Ações de processamento local foram implementadas em algumas propriedades, bem como iniciativas para garantir adequadas

condições de armazenamento. A ILPF representa em si encadeamento de atividades de forma sinérgica e complementaridade no uso do solo. Quatro entre as seis URTs estudadas promoveram criação de marca própria e associaram propaganda e valorização dos produtos junto aos consumidores, enquanto praticamente todas promoveram cooperação com outros produtores locais, em especial pela liderança tecnológica exercida na qualidade de URT, além de ações de associação produtiva.

O critério disposição de resíduos mostrou ampla variação entre URTs, desde ações esporádicas até completo programa de coleta seletiva, reciclagem, tratamento e destinação final (índice médio = 4,67), embora estas ações não sejam discretamente relacionadas à adoção de práticas de ILPF. Já o critério de gestão de insumos químicos foi favorecido por medidas de armazenamento adequado, calibração de pulverizadores e uso de equipamentos de proteção individual, envio de embalagens vazias e registro dos tratamentos (índice = 4,75). Exceções à observância dessas regras se mostraram raras, e em processo de correção, inclusive por apontamentos trazidos pelo presente projeto. Por fim, os indicadores apontam ganho importante no critério relacionamento institucional (10,42), com o fortalecimento das ações dedicadas à assistência técnica, com parcerias cooperativas para inovação, e filiação tecnológica nominal definida na adoção do sistema plantio direto, rotação de culturas, integração lavoura-pecuária-floresta, razão essencial do êxito produtivo observado nas URTs.

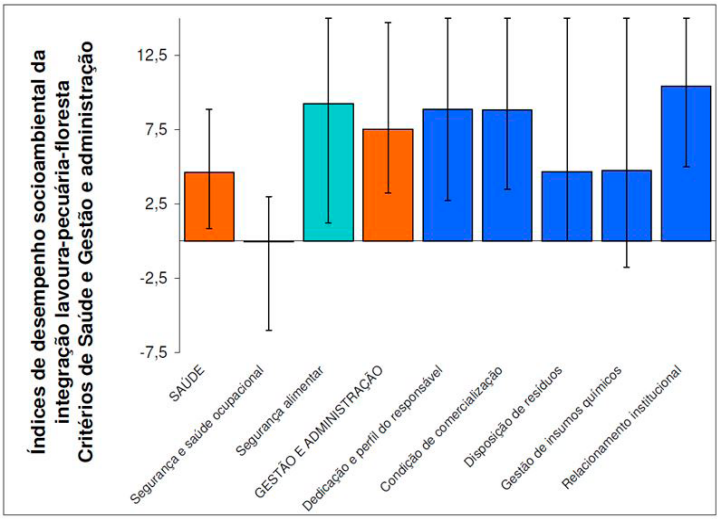

Figura 6. Índices de desempenho de sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta em relação aos aspectos 'Saúde' e 'Gestão e administração', conforme contextos de adoção em URTs selecionadas, obtidos a partir do Sistema de avaliação de impactos ambientais de inovações tecnológicas agropecuárias (Ambitec-Agro). As barras representam as médias dos critérios entre os seis estudos de caso, enquanto os desvios representam os maiores e menores valores observados.

Análise integrada e particularidades das URTs

O Índice geral médio de desempenho socioambiental da ILPF nas URTs estudadas alcançou o valor de 5,24, com tendência positiva para a maioria dos critérios analisados. Nos critérios que compõem a dimensão de Impactos ecológicos, destacou-se a característica de intensificação produtiva representada pela ILPF, mas acompanhada de expansão no uso de insumos de fertilidade, devido à implantação de lavouras e aumento no número de cultivos. Assim, devido mesmo à integração produtiva e a características de otimização no uso da terra, de conservação de recursos naturais, em especial a recuperação dos solos, e o notável aumento da produtividade, observou-se melhoria na qualidade ambiental.

Na dimensão de Impactos socioambientais consideram-se o valor da propriedade, a geração de renda, a capacitação, o bem-estar e a saúde animal, o relacionamento institucional e a segurança alimentar como os critérios que melhor definem o impacto socioeconômico da ILPF no desempenho das URTs – critérios que influenciam positivamente todos os demais nessa dimensão.

Na URT de Brotas (SP), a adoção da ILPF funcionou como um gatilho para a inovação, que atingiu outros setores da propriedade. A diversificação de produtos, com o processamento local e a venda direta ao consumidor, contribuiu para aumentar a autonomia dos produtores. A visibilidade alcançada com a visitação e a divulgação das atividades desenvolvidas na propriedade desencadearam amplo interesse regional e resultaram na adoção do sistema por outras propriedades do entorno. Os resultados do estudo de caso nessa URT apontaram para a necessidade de investir em segurança e saúde ocupacional, e recursos foram então direcionados para este setor.

Em relação ao conjunto de procedimentos produtivos adotados na URT em Paragominas (PA), a adoção da ILP alcançou influência no desenvolvimento local, em uma região na qual a diversificação agropecuária com conservação ambiental se faz muito relevante, dado o histórico de desmatamento para implantação de pecuária extensiva de baixa produtividade. Neste contexto, a ILP, conforme realizada no estabelecimento, em associação com investimentos em larga escala e ampla diversificação produtiva, promoveu tanto complementaridades no uso do solo, como na recomposição da paisagem, além de fortemente fomentar a economia e as condições de inserção do estabelecimento rural no mercado.

Na URT de Pium (TO), o sistema de ILP dirigido à reforma das pastagens, com produção de grãos para comércio, tem favorecido ganhos de produtividade na pecuária, com aumento da rentabilidade e importante valorização da propriedade, principalmente com a ampliação de

benfeitorias. Os ganhos de produtividade têm resultado em melhores condições de comercialização e relacionamento institucional, com ampliação das ações de assistência técnica e crescente disposição à adoção de inovações tecnológicas. Verificou-se que as capacitações realizadas, tanto in loco quanto fora da propriedade subsidiaram os responsáveis com elementos e informações para melhor gerenciamento e diminuição de riscos em relação à atividade desenvolvida. Nenhuma atividade é realizada sem prévio planejamento. Este é feito levando-se em consideração as demandas e a capacidade produtiva do estabelecimento, resultante da avaliação conjunta entre produtores, extensionistas e equipe técnica associada à URT. Dessas discussões elabora-se um documento que, depois de acordado entre as partes, é assinado por todos os participantes. O planejamento visa otimizar os recursos da propriedade definindo, por exemplo, a melhor estratégia de plantio, o calendário de compras de insumos agrícolas, a melhor época para coberturas, parições, descarte e comercialização dos animais, dentre outros. Em seguida, iniciam-se as visitas periódicas de extensionistas, que são responsáveis por relatar e discutir com a equipe técnica os desdobramentos das ações que, a depender do andamento, redefinem o planejamento proposto. Esse aspecto tem sido continuamente observado e contribuído para o efeito positivo dos indicadores de avaliação de impacto. Os índices de desempenho verificados, segundo o contexto produtivo e práticas de adoção tecnológica analisados, permitem apontar ganhos presentes e perspectivas positivas para o desempenho ambiental do estabelecimento, conforme as áreas restantes de pastagens sejam recuperadas com técnicas de integração.

Na URT de Nossa Senhora das Dores (SE) os sistemas de IPF e ILPF conduzidos em bases experimentais têm demonstrado a viabilidade de acréscimos de produtividade na pecuária, com repercussões no bem-estar e saúde animal. Os programas de capacitação e transferência de tecnologias, razão precípua da URT conduzida na Estação Experimental, têm favorecido a qualificação de trabalhadores e estudantes, que

promovem o relacionamento institucional e permitem concluir que ações de integração são viáveis em áreas do agreste. Essas ações podem contribuir positivamente para o desenvolvimento local sustentável, em uma região na qual a diversificação agropecuária com conservação ambiental se faz tão importante e de difícil alcance, dadas as estações secas severas e prolongadas.

Os índices de desempenho verificados para a adoção da ILP na URT de Boa Vista das Missões (RS) permitem concluir que a tecnologia representada pelas variedades de trigo duplo-propósito permite grandes aumentos de produtividade, mesmo frente a restrições climáticas impostas por invernos frios que reduzem a disponibilidade sazonal de forragem e o ganho de peso dos animais, mantidos a pasto.

Os ganhos de produtividade e diversidade de produtos observados em todos os estudos de caso mostraram-se especialmente valiosos na URT de Nova Canaã do Norte (MT), que resultaram em importante ampliação da segurança alimentar, tanto na garantia de produção quanto na quantidade de alimentos produzidos. Melhorias relevantes foram também observadas no aspecto 'Gestão e administração', com destaque para a dedicação e perfil do responsável, ao se aperfeiçoarem os mecanismos de planejamento das atividades produtivas e a participação em programas de certificação e rotulagem, que estendem influência favorável às condições de comercialização e fomento do relacionamento institucional, que envolve parcerias especificamente para acompanhamento e transferência de tecnologias em ILPF.

Discussão

A escala adimensional e tipicamente artificial (±15) empregada nos procedimentos de ponderação do sistema Ambitec-Agro visa enfatizar o viés absolutamente relativo das avaliações de impactos propostas pela abordagem metodológica, cada qual singular em alcance e identidade,

invariavelmente submetida a situações de adoção e contextos socioambientais os mais diversos e não passíveis de comparações ordinárias. O objetivo da realização de tais análises é permitir que se possam elaborar, com base nos impactos socioambientais verificados, recomendações de práticas de manejo e tecnologias que favoreçam a gestão ambiental dos estabelecimentos rurais estudados (RODRIGUES et al., 2013).

Entretanto, mesmo enfatizando-se que estudos de caso não devem ser comparados, mas visando situar o significado relativo dos resultados de diferentes análises, propõe-se dispor os índices gerais de desempenho obtidos, relativamente ao universo de observações anteriormente realizadas, na mesma base metodológica. Nesse sentido, pode-se observar, na Figura 7, que os índices de desempenho obtidos para a ILPF nas URTs estudadas (Tabela 1) encontram-se no quartil superior, em relação a um conjunto de 180 estudos de caso realizados com a abordagem metodológica Ambitec-Agro, nos mais variados contextos e alcances setoriais ou tecnológicos (RODRIGUES et al., 2010; RODRIGUES, 2015).

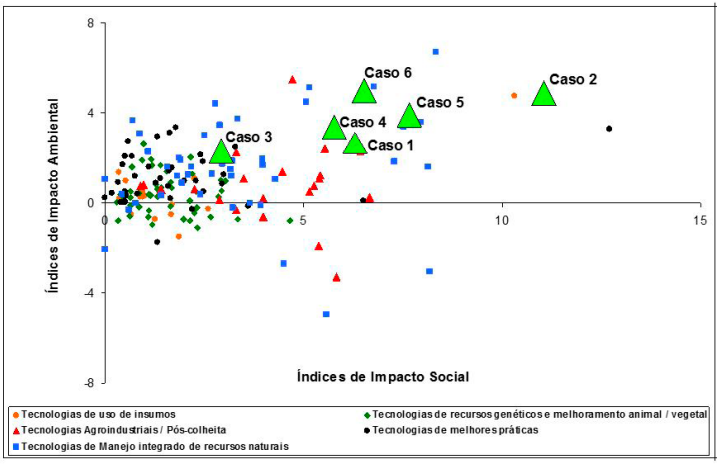

Figura 7. Disposição dos Índices de desempenho da ILPF em URTs selecionadas, em relação ao universo de 180 estudos de caso realizados com o sistema Ambitec-Agro (RODRIGUES et al., 2010; RODRIGUES, 2015).

Os índices de desempenho específicos das diferentes URTs, relativamente a esse conjunto de dados, se devem a particularidades dos contextos de adoção observados, antes que a limitações ou potencialidades características da intensificação e integração produtiva. Assim, observa-se, por exemplo, que o índice de desempenho obtido no Caso 3 (URT de Pium, TO), menor na amostra de URTs estudadas, deve-se principalmente ao menor alcance em área de adoção realizada até o momento, e ao propósito prioritário de reformar e recuperar pastagens via implantação de lavouras, com consequente geração de excedentes, além do menor período transcorrido desde a adoção (Figura 2). À sua vez, o elevado índice de desempenho observado no Caso 5 (URT de Boa Vista das Missões, RS), também referente a gestão familiar, denota a ênfase em integração produtiva e intensificação do uso da terra, com rotação anual soja/milho/trigo duplo propósito e forrageiras associadas, com pecuária intensiva a pasto e suplementação de inverno, além de mais longo período desde adoção. Por outro lado, as duas URTs com gestão empresarial (Casos 2 e 6, de Paragominas, PA e Nova Canaã do Norte, MT, respectivamente) alcançaram os mais elevados índices de desempenho, consequência da grande capacidade de investimento, elevados níveis de intensificação e integração produtiva implantados, capacidade de verticalicalização e encadeamento da produção e do aproveitamento de subprodutos, com intensificação da pecuária em confinamento, entre outras características, além de maiores períodos transcorridos desde a adoção.

Com esses resultados atestam-se as importantes contribuições da ILPF para o desenvolvimento local sustentável, ao favorecer a diversificação agropecuária com conservação ambiental, em situações nas quais a intensificação produtiva se faz tão importante, como mecanismo para melhor aproveitar a base de recursos naturais, frente a restrições climáticas que reduzem a disponibilidade sazonal de forragem e a produtividade agropecuária.

Assim, é possível concluir a partir da pequena mas diversa amostra de casos estudados, que a ILPF representa tecnologia de intensificação

produtiva recomendada para os mais diferentes tipos de estabelecimentos rurais, nas mais variadas condições ambientais, de disponibilidade de recursos naturais, capacidades de investimento, nível de tecnificação e escala de produção.

Agradecimentos

Os autores estendem sinceros agradecimentos a todos os participantes das 'Oficinas de Avaliação de Impactos e Desempenho Ambiental da ILPF', por suas contribuições à análise crítica do método e dos procedimentos realizados nos levantamentos de campo. Agradecimento especial é dedicado aos produtores e proprietários das Unidades de Referência Tecnológica nas quais foram realizados os estudos de caso, por sua dedicação e sua generosa entrega de conhecimentos, sem os quais a pesquisa não seria possível. Agradecemos a Embrapa e a Rede de Fomento ILPF pelo suporte à realização das oficinas e recursos para condução dos estudos.

Referências

ANDREOLI, M.; TELLARINI, V. Farm sustainability evaluation: methodology and practice. **Agriculture, Ecosystems and Environment.** v. 77, n. 1-2, p. 43-52, 2000.

BALBINO, L. C.; BARCELLOS, A. de O.; STONE, L. F. **Marco referencial:** integração lavoura-pecuária-floresta (iLPF). Brasília, DF: Embrapa, 2011. 130 p.

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).

GALHARTE, C. A.; CRESTANA, S. Avaliação do impacto ambiental da integração lavoura-pecuária: aspecto conservação ambiental no cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental.** v. 14, n. 11, p. 1202-1209, 2010.

MALAGUTTI, A. M. **Técnicas de sistemas de produção integrados lavoura-pecuária-floresta (ILPF):** relatório de avaliação dos impactos das tecnologias geradas pela Embrapa. Disponível em: <http://bs.sede.embrapa.br/2012/relatorios/pecuariasudeste_2012_ilpf.pdf>. 2013. Acesso em: 25 jun. 2015.

REIS, J. C. dos; RODRIGUES, R. de A. R.; CONCEIÇÃO, M. C. G. da; MARTINS, C. M. S. Integração Lavoura-Pecuária-Floresta no Brasil: uma estratégia de agricultura sustentável baseada nos conceitos da Green Economy Initiative. **Sustentabilidade em Debate**, v. 7, n. 1, p. 58-73, 2016.

RODRIGUES, G. S. **Avaliação de impactos socioambientais de tecnologias na Embrapa.** Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2015. (Embrapa Meio Ambiente. Documentos, 99). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1020852/4/2015DC01.pdf>. Acesso em: 25 jun. 2015.

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

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

RODRIGUES, G. S.; CAMPANHOLA, C.; KITAMURA, P. C. **Avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica agropecuária:** AMBITEC-AGRO. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2003b. (Embrapa Meio Ambiente. Documentos, 34). Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPMA/5806/1/documentos_34.pdf>. Acesso em: 25 jul. 2015.

RODRIGUES. I. A.; RODRIGUES, G. S.; CARVALHO, E. J. M.; ALVES, L. W. R. **Avaliação de impactos ambientais, sociais e econômicos do sistema plantio direto de grãos na fazenda Rio Grande, Paragominas, PA.** Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2013. (Embrapa Amazônia Oriental. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 86). Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/82537/1/Oriental-BPD86.pdf>. Acesso em: 25 jul. 2015.

Embrapa

Meio Ambiente

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO

BRASIL
GOVERNO FEDERAL