

**Avaliação de Impactos Ambientais,
 Sociais e Econômicos do Sistema
 Plantio Direto de Grãos na Fazenda
 Rio Grande, Paragominas, PA**



ISSN 1983-0483

Fevereiro, 2013

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

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 86

**Avaliação de Impactos
Ambientais, Sociais e
Econômicos do Sistema Plantio
Direto de Grãos na Fazenda Rio
Grande, Paragominas, PA**

*Izilda Aparecida Rodrigues
Geraldo Stachetti Rodrigues
Eduardo Jorge Maklouf Carvalho
Luis Wagner Rodrigues Alves*

Embrapa Amazônia Oriental
Belém, PA
2013

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Amazônia Oriental
Tv. Dr. Enéas Pinheiro, s/n.
Caixa Postal 48. CEP 66095-100 – Belém, PA.
Fone: (91) 3204-1000
Fax: (91) 3276-9845
www.cpatu.embrapa.br
cpatu.sac@embrapa.br

Comitê Local de Publicação
Presidente: *Michell Olívio Xavier da Costa*
Secretário-Executivo: *Moacyr Bernardino Dias-Filho*
Membros: *José Edmar Urano de Carvalho*
Márcia Mascarenhas Grise
Orlando dos Santos Watrin
Regina Alves Rodrigues
Rosana Cavalcante de Oliveira

Revisão Técnica:
Edmilson Evangelista da Silva – Embrapa Roraima
Alexandre Martins Abdão dos Passos – Embrapa Rondônia
Ana Elisa Alvim Dias – Embrapa Amapá

Supervisão editorial: *Luciane Chedid Melo Borges*
Revisão de texto: *Narjara de Fátima Galiza da Silva Pastana*
Normalização bibliográfica: *Luiza de Marillac P. Braga Gonçalves*
Tratamento de imagens: *Vitor Trindade Lôbo*
Editoração eletrônica: *Euclides Pereira dos Santos Filho*
Foto da capa: *Luis Wagner Rodrigues Alves*

1ª edição

Versão eletrônica (2013)

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 Amazônia Oriental

Avaliação de impactos ambientais, sociais e econômicos do sistema plantio direto de grãos na fazenda Rio Grande, Paragominas, PA / Izilda Aparecida Rodrigues ... [et al]. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2013.

34 p. il. color. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Amazônia Oriental, ISSN 1983-0483; 86).

1. Rotação de cultura. 2. Consorciação de cultura. 3. Impacto ambiental. 4. Planta de cobertura. 5. Plantio direto. I. Rodrigues, I. A. II. Título. III. Série.

631.58 CDD 21.ed.

© Embrapa 2012

Sumário

Resumo	5
Abstract.....	7
Introdução	9
Material e Métodos	12
Resultados e Discussão.....	18
Conclusão.....	31
Agradecimentos	31
Referências	32

Avaliação de Impactos Ambientais, Sociais e Econômicos do Sistema Plantio Direto de Grãos na Fazenda Rio Grande, Paragominas, PA

Izilda Aparecida Rodrigues¹

Geraldo Stachetti Rodrigues²

Eduardo Jorge Maklouf Carvalho³

Luis Wagner Rodrigues Alves⁴

Resumo

O presente trabalho refere-se à análise de indicadores de impactos ambientais, sociais e econômicos do Sistema Plantio Direto (SPD) de grãos na Fazenda Rio Grande, realizada em setembro de 2010, no município de Paragominas, PA, no âmbito do projeto “Sistema Plantio Direto: Alternativa de Produção Sustentável para Recuperação de Áreas Alteradas na Amazônia” (MP-02, Embrapa Amazônia Oriental). O estudo de caso empregou o Sistema de Avaliação de Impactos de Inovações Tecnológicas Agropecuárias (Ambitec-Agro), que consiste de um conjunto de indicadores de impactos socioambientais, referentes a 24 critérios de sustentabilidade, na escala do estabelecimento rural. São considerados sete aspectos essenciais de análise: i) Uso de Insumos e Recursos; ii) Qualidade Ambiental; iii) Respeito ao Consumidor; iv) Emprego; v) Renda; vi) Saúde; vii) Gestão e Administração. Os resultados desse estudo explicitam importantes contribuições da

¹Geógrafa, doutora em Demografia, pesquisadora na Embrapa Meio Ambiente, isisaprodrigues@hotmail.com

²Bacharel em Ecologia, doutor em Ecologia e Biologia Evolutiva, pesquisador na Embrapa Meio Ambiente, geraldo.stachetti@embrapa.br

³Engenheiro-agrônomo, doutor em solos e Nutrição de Plantas, pesquisador na Embrapa Amazônia Oriental, eduardo.maklouf@embrapa.br

⁴Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitotecnia, pesquisador na Embrapa Amazônia Oriental, luis-alves@embrapa.br

tecnologia de plantio direto de grãos adotada na propriedade rural avaliada para o desempenho socioambiental do estabelecimento, com impactos positivos em todos os aspectos de análise. Os manejos realizados na cultura de grãos em SPD favoreceram amplamente os índices relacionados aos indicadores de uso de insumos e recursos, ao melhorar a eficiência das operações com máquinas agrícolas e promover aumentos de produtividade que permitiram importantes reduções na demanda de áreas de cultivo. Esses ganhos de eficiência produtiva garantiram melhorias quanto às emissões de poluentes atmosféricos, redução no risco de contaminação das águas e recomposição da capacidade produtiva dos solos. Uma cuidadosa proteção contra incêndios traz valiosa recuperação das reservas florestais, com ganhos importantes para a conservação da biodiversidade e recomposição de corredores ecológicos. Iniciativas de capacitação dos trabalhadores favoreceram o desempenho do estabelecimento no aspecto relativo ao emprego. Repercussões positivas também foram verificadas nos critérios de desempenho econômico, como geração de renda e valor da propriedade. Significativas melhoras foram observadas no aspecto Gestão e Administração, em virtude das características de dedicação e perfil do responsável ou administrador, que aplica modelos de planejamento das atividades produtivas e de gestão financeira; promove a gestão de resíduos e, especialmente, fomenta o relacionamento institucional. A adoção de melhores práticas de manejo no SPD e a capacitação continuada são iniciativas que explicam o expressivo desempenho socioambiental verificado na Fazenda Rio Grande. Comparativamente a um conjunto de 180 estudos de caso anteriormente realizados, em relação a uma ampla variedade de tecnologias agropecuárias e contextos socioambientais, o índice de desempenho observado posiciona-se entre os 10% mais elevados, atestando as importantes contribuições da tecnologia de plantio direto de grãos, conforme modelo realizado na Fazenda Rio Grande, para o desenvolvimento local sustentável, em uma região submetida a pressões ambientais, como é o caso do Nordeste Paraense.

Palavras-chave: Sustentabilidade, planta de cobertura, rotação de culturas, cultivo em sucessão e consorciação de cultura.

Assessment of Environmental, Social and Economical Impacts of No-Tillage System of Grains in Rio Grande Farm, Paragominas, State of Pará

Abstract

This report refers to the sustainability indicators analysis in No-Tillage System (NTS) of grains in the Rio Grande Farm, carried out in September 29, 2010 in the Paragominas town, state of Pará (Brazil), within the context of the project "No-tillage system: alternative of sustainable production for the reclamation of altered areas in the Amazon (MP-2, Embrapa Amazonia Oriental). The case study used the System for Assessing Impacts of Agricultural Technological Innovations (Ambitec-Agro), which consists of a set of indicators of social and environmental impacts, referring to the 24 sustainability criteria, on the scale of rural setting. Seven essential aspects of analysis are considered: i. Use of inputs and resources, ii. Environmental Quality, III. Respect to the consumer, iv. Employment, v. Income, vi. Health and vii. Management and Administration. The results of this study explain important technology contributions of NTS of grain, as adopted in the Rio Grande Farm, to the environmental and social performance of the establishment, with positive impacts on all analysis aspects. The management adopted at the grain crop in NTS in Rio Grande Farm favored widely the indicators of inputs and resources, to improve the efficiency of operations with agricultural machinery and promote productivity increases that have allowed significant reductions in crop

areas. These gains in productive efficiency assured improvements regarding the emissions of air pollutants, reduction in the risk of water contamination and recomposition of the productive capacity of soils. A careful protection against fires has brought valuable recovery of forest reserves, with important gains for the conservation of biodiversity and recomposition of ecological corridors. Significant improvements were observed in management and administration due to the characteristics of dedication and profile of the responsible or trustee, who shall apply models of planning of productive activities and financial management; promotes the waste management and especially encourages the institutional relationship. The recovery of the technical assistance and the adoption of better management practices with the NTS and the continuous training are attributes that explain the prominent environmental performance found in the Rio Grande Farm. Compared to a set of 180 case studies previously conducted, in relation to a wide variety of agricultural technologies and environmental contexts, the index of performance observed ranks among the highest 10%. This index testifies the important technological contributions of NTS of grain, as performed in the Rio Grande Farm, for local sustainable development in a region subject to environmental pressures, as it is the case of northeast Pará State.

Index terms: *Sustainability, plant coverage, grains, crop rotation, crop succession and intercropping.*

Introdução

A exploração da região Amazônica, que teve como marca inicial o extrativismo, seguido da pecuária extensiva, tem acarretado degradação ambiental e comprometido a qualidade de vida das comunidades locais em geral e dos produtores rurais em particular. Alternativas para a recuperação de áreas degradadas e das terras agricultáveis de forma sustentável são importantes demandas sociais dirigidas a minimizar impactos negativos e impedir a incorporação de novas áreas nesse processo de ocupação regional. O declínio dessas atividades produtivas e formas convencionais de uso do solo, a conseqüente baixa do valor das terras na região e a concomitante expansão da agricultura intensiva de grãos no Centro-Oeste têm motivado produtores a migrarem para ocupar esses espaços, dando início ao ciclo de produção de grãos na região.

Com o intuito de abordar essa problemática e propor alternativas tecnológicas e de políticas de fomento ao desenvolvimento sustentável da região, a equipe da Embrapa Amazônia Oriental concebeu, em rede com outras unidades pertencentes à Embrapa na região Norte, o Projeto Sistema Plantio Direto: Alternativa de Produção Sustentável para Recuperação de Áreas Alteradas na Amazônia, integrado ao Macroprograma 2 (Competitividade e Sustentabilidade Setorial) do Sistema Embrapa de Gestão. O projeto objetivava adaptar, desenvolver e avaliar sistemas de cultivos agrícolas anuais em Sistema Plantio Direto (SPD), que promovessem competitividade e sustentabilidade para as condições amazônicas, além de avaliar os impactos ambientais e os benefícios oriundos das atividades agrícolas em estabelecimentos de referência selecionados para o estudo. Esse projeto, iniciado em outubro de 2008, teve duração de 3 anos, na expectativa de que as unidades da Embrapa na região Norte gerassem e transferissem informações suficientes para que os agricultores conduzissem o cultivo de grãos sob SPD na região Amazônica, de forma sustentável, técnica, econômica e ambiental.

O sistema de manejo do solo pode influenciar nas condições físico-hídricas do solo, o que foi confirmado por Klein e Libardi (2002), em que houve efeito positivo do SPD na estrutura do solo até a profundidade de 0,4 metros. Em outros trabalhos (DALMAGO, 2004; DALMAGO et al., 2004) foi verificado maior armazenamento de água no solo sob SPD, em relação ao preparo convencional, motivado pela maior mesoporosidade e maior condutividade hidráulica não saturada daquele.

A importância do tempo de adoção do SPD é ressaltada por Sá et al. (2004, 2007, 2010), em que, quanto maior o tempo de adoção do sistema mais se evidencia as alterações ambientais tais como: acúmulo de matéria orgânica, menor emissão de carbono, agregação do solo e ciclagem de nutrientes. Há melhor distribuição radicular da cultura de milho, com maior quantidade de raízes no perfil do solo (0-100 cm) no plantio direto em comparação ao preparo convencional. Ainda, as principais características da fase inicial do plantio direto (até 6 anos) são: o baixo acúmulo de palha, o restabelecimento da biomassa microbiana, a maior exigência de N e o rearranjo da estrutura do solo. Por sua vez, na fase de consolidação do sistema (acima de 10 anos) ocorre o maior acúmulo de palha associado ao acréscimo de C – resultando no aumento da CTC, a imobilização de N é menor do que a mineralização, além de haver maior ciclagem de nutrientes. Dessa forma, a adição de maior quantidade de palha na fase inicial de estabelecimento do SPD é mais impactante do que num sistema já consolidado.

A melhoria ambiental e econômica é importante contribuição do SPD, conforme demonstrado em trabalho realizado por Fernandes et al. (2008), em que foram avaliados densidade do solo, teor de água do solo, resistência do solo a penetração, consumo de combustível e custo energético, em diferentes operações agrícolas mecanizadas (preparo convencional, dois tipos de cultivo mínimo e plantio direto). O plantio direto foi o sistema que proporcionou menor consumo de combustível, seguido pelo sistema de cultivo mínimo

com grade de disco leve, preparo reduzido e preparo convencional, respectivamente. O plantio direto teve um custo energético de 52,72% do custo do sistema convencional e o cultivo mínimo foi de 77,52%, possibilitando economizar entre 1216,51 MJ ha⁻¹ e 578,39 MJ ha⁻¹, respectivamente, equivalente a 25,45 L e 12,10 L de óleo diesel para cada hectare trabalhado.

Na busca pela sustentabilidade, a Avaliação de Impactos Ambientais (AIA) configura-se como um conjunto de procedimentos adequados para a promoção da gestão ambiental dos estabelecimentos rurais (RODRIGUES, G. S. et al., 2010) e para a tomada de decisões quanto à adoção de inovações tecnológicas que favoreçam o desempenho socioambiental das atividades produtivas (RODRIGUES, G. S. et al., 2006; RODRIGUES, G. S. et al., 2003). As AIAs podem ser implementadas por meio de medidas e análises de indicadores de sustentabilidade organizados em sistemas de avaliação de impactos, que podem endereçar níveis crescentes de complexidade e exigência de metas de gestão ambiental (RODRIGUES, G. S.; RODRIGUES, I. A., 2007; IRIAS et al., 2004).

No intuito de sensibilizar os produtores, para que voluntariamente iniciem a adoção de práticas de gestão ambiental, demanda-se um sistema básico, voltado para a avaliação de indicadores simples, flexíveis e genéricos o suficiente para se adequar às diversas atividades rurais e situações socioambientais. Portanto, o presente estudo teve como objetivo avaliar os impactos ambientais, sociais e econômicos do SPD, para a produção de milho e soja, em um estabelecimento rural no Município de Paragominas, PA.

Material e Métodos

O Sistema de Avaliação de Impactos de Inovações Tecnológicas Agropecuárias (Sistema Ambitec-Agro) (RODRIGUES, G. S. 1998) consiste de módulos integrados de indicadores socioambientais para os setores produtivos rurais da agricultura, da produção animal e da agroindústria. O sistema compõe-se de um conjunto de critérios e indicadores relativos a sete aspectos de contribuição de uma dada inovação tecnológica para o desempenho socioambiental na produção agropecuária. Os aspectos: Uso de Insumo e Recursos e Qualidade Ambiental compõem a dimensão de Impactos Ambientais. Os aspectos: Respeito ao Consumidor, Emprego, Renda, Saúde e Gestão e Administração, compõem a dimensão de Impactos Socioeconômicos (Figura 1).

Cada um desses aspectos é composto por um conjunto de critérios organizados em matrizes de ponderação automatizadas, nas quais indicadores de desempenho são valorados com coeficientes de alteração, conforme verificação de campo, análise documental e conhecimento pessoal do produtor que adota a tecnologia. Esses indicadores servem para valorar o desempenho ecológico e socioambiental das atividades rurais, comparativamente a uma linha de base de referência para a situação anterior à adoção tecnológica, caracterizando a qualidade da gestão ambiental que se realiza no estabelecimento analisado, segundo o contexto local e socioeconômico definido para o estudo de caso.

Para analisar esse desempenho ambiental, o usuário do sistema, sempre em diálogo franco com o produtor e segundo o contexto da linha de base definida para o estudo de caso, identifica um coeficiente de alteração observado em vistoria de campo, em razão específica da aplicação da tecnologia à atividade e nas condições de manejo particular à situação estudada. Dessa forma, portanto, um estabelecimento rural representa uma unidade amostral de avaliação do impacto da inovação tecnológica estudada. Esses coeficientes de alteração dos indicadores são definidos conforme a Tabela 1.

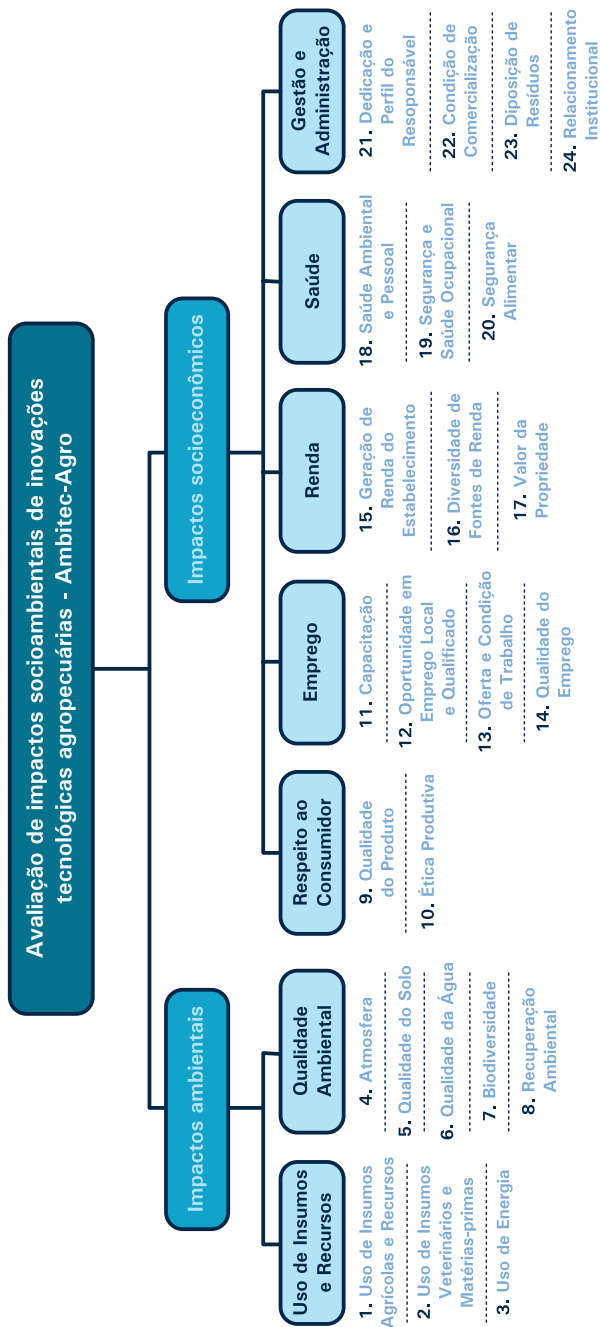


Figura 1. Diagrama de critérios e indicadores do sistema Ambitec-Agro para avaliação de impactos socioambientais.

Tabela 1. Impacto da inovação tecnológica estudada segundo o contexto de realização da atividade rural observado no estabelecimento e coeficientes de alteração a serem inseridos nas células das matrizes de avaliação de indicadores de desempenho ambiental do sistema Ambitec-Agro.

Impacto da atividade sob as condições específicas de manejo observadas	Coeficiente de alteração dos indicadores
Grande aumento no indicador	+ 3
Moderado aumento no indicador	+ 1
Indicador inalterado	0
Moderada diminuição no indicador	-1
Grande diminuição no indicador	-3

A inserção desses coeficientes de alteração dos indicadores diretamente nas matrizes e sequencialmente nas planilhas dos critérios de impactos socioambientais resulta na expressão automática dos índices de impacto, ponderados por fatores de escala da ocorrência e peso dos indicadores para composição do critério (Figura 2). Os resultados finais da avaliação de desempenho são expressos graficamente em uma planilha de Impacto Ambiental.

O sistema Ambitec-Agro visa ao estudo de indicadores de sustentabilidade de atividades rurais, com vistas à gestão ambiental do estabelecimento rural adotante da inovação tecnológica em estudo. A análise dos indicadores é realizada em três etapas, considerando inicialmente (i) o alcance e a delimitação da influência da inovação tecnológica sobre a atividade produtiva, no âmbito do estabelecimento rural; (ii) verificando-se em campo as alterações caracterizadas como impactos, sejam eles negativos ou positivos, e a importância dos indicadores para composição dos critérios de análise, segundo as características da atividade e do ambiente local; e (iii) a escala espacial de ocorrência das alterações, se ao nível da parcela onde se observa a aplicação da tecnologia, ou no estabelecimento rural como um todo, ou inclusive em seu entorno.

Tabela de coeficientes de alteração da variável						
Atmosfera	Variável de qualidade da atmosfera					
	Gases de efeito estufa	Material particulado / Fumaça	Odores	Ruídos	Averiguação fatores de ponderação	
Fatores de ponderação k	-0,4	-0,4	-0,1	-0,1	-1	
Escala da ocorrência						
Sem efeito						
Pontual	-3		0	-1		
Local						
Entorno		-3				
Coefficiente de impacto = (coeficientes de alteração * fatores de ponderação)	1,2	6	0	0,1	7,30	

Figura 2. Exemplo de matriz de ponderação do Sistema Ambitec-Agro, relativa ao critério e indicadores de emissões de poluentes atmosféricos. O sistema é composto por 24 matrizes similares, com um total de 125 indicadores socioambientais.

As considerações sobre os impactos são realizadas em vistoria de campo, bem como por entrevista com o produtor ou responsável pelo estabelecimento rural e preenchimento das matrizes de ponderação do sistema, gerando índices parciais e agregados de impacto expressos graficamente. Finalmente, de posse desses índices e análises gráficas, procede-se à interpretação e formulação do relatório de gestão ambiental, com indicação de alternativas de formas de manejo e de adoção tecnológica que permitam minimizar os impactos negativos e potencializar os impactos positivos, contribuindo para o desenvolvimento local sustentável.

Localização e característica produtiva do estabelecimento

A descrição de Sistemas de Plantio Direto típicos, existentes nos estados da região Norte, foi efetuada como atividade transversal ao projeto. Em paralelo, foi realizado um levantamento do uso da terra em escala de semidetalhe, a partir do emprego de imagens TM/Landsat nas regiões produtoras de grãos dos estados do Pará, Rondônia e Roraima. Segundo esse contexto, foram selecionados os estabelecimentos rurais de referência para avaliação ambiental, visando o desenvolvimento e a adaptação dos sistemas de cultivos agrícolas anuais em SPD.

Dentre os estabelecimentos de referência do projeto, a Fazenda Rio Grande está localizada no Município de Paragominas, PA, no domínio do Bioma Floresta Amazônica, pertencente à Bacia Hidrográfica do Rio Gurupi, nas coordenadas geográficas 02°59'58,5" Latitude Sul e 47°17'37,7" Longitude Oeste (Figura 3) e 130 metros de altitude.

A Fazenda Rio Grande insere-se nesse projeto com o cultivo de grãos (rotação 2 anos soja e 1 ano milho) em SPD desde 2004, como principal atividade, em 400 ha dos 927 ha da área total do estabelecimento. O proprietário arrenda outros 1.200 ha nos arredores, onde também desenvolve a atividade desde o final de 2004. Mantém-se como Reserva Legal uma área florestada que corresponde a aproximadamente 60% do estabelecimento, pequenas criações de ovinos, bovinos e frangos, estes últimos destinados essencialmente ao consumo doméstico, além de uma horta e uma área de cultura de pimentão, vendido no comércio do local.

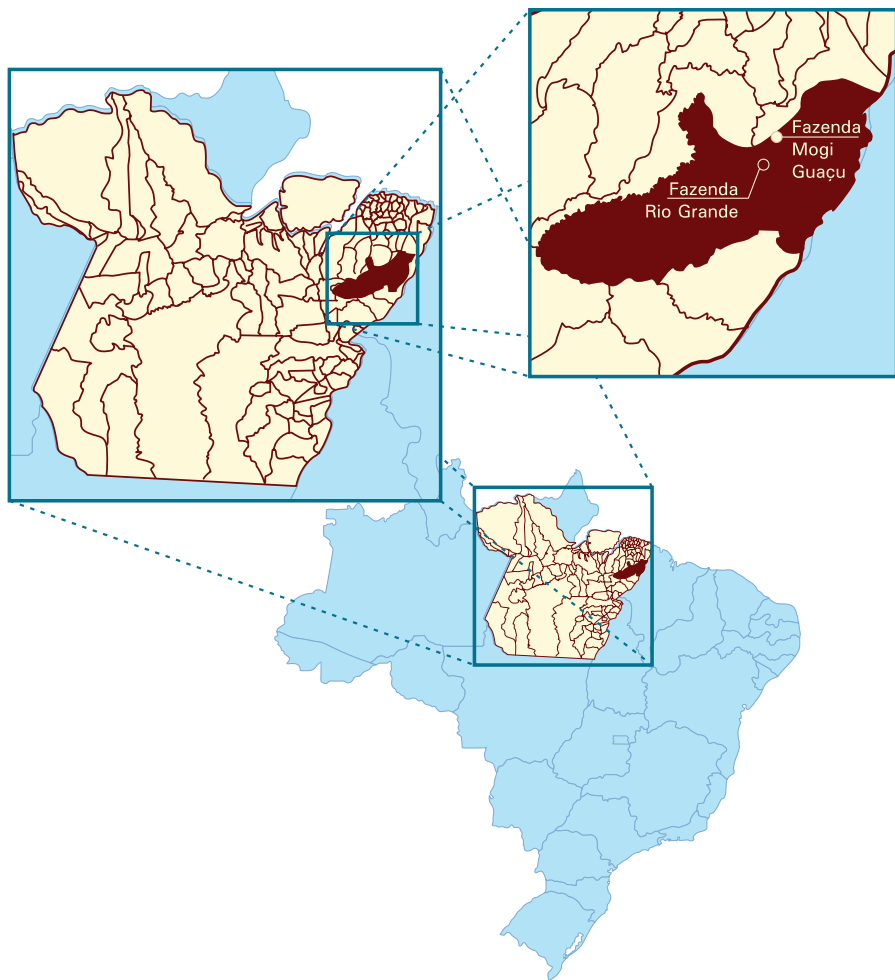


Figura 3. Localização do Município de Paragominas no Estado do Pará e da Fazenda Rio Grande.

O estudo dos indicadores de sustentabilidade foi realizado em 29 de setembro de 2010, com o proprietário e administrador do estabelecimento. Indagado quanto aos principais problemas para o desenvolvimento da atividade “Produção de grãos no Sistema Plantio Direto”, antes de iniciar a vistoria do estabelecimento e o debate quanto ao desempenho dos indicadores componentes do sistema Ambitec-Agro, o proprietário apontou: (i) o excesso de chuvas e altas temperaturas, que promove rápida decomposição da palhada e, com isso, reduz a eficiência do SPD em suas influências na redução da compactação do solo, conservação da água, controle da erosão, entre outros; (ii) carência de mão de obra qualificada na região, para promover a adoção das tecnologias associadas ao PD.

Resultados e Discussão

O sistema Ambitec-Agro apresenta uma página com expressão gráfica dos resultados para cada aspecto que reúne os critérios e indicadores e cálculo dos respectivos índices de impacto obtidos nas matrizes de ponderação correspondentes. Os 24 critérios de desempenho do estabelecimento rural são descritos a seguir, conforme os resultados obtidos na Fazenda Rio Grande e apresentados na Figura 4.

Dimensão Impactos Ambientais

Nessa dimensão são tratados os impactos da atividade sobre o ambiente, considerados em duas vertentes. A montante do processo produtivo considera-se o uso de insumos e recursos, enquanto à jusante consideram-se os efeitos da atividade sobre a qualidade do ambiente, seja em virtude da emissão de poluentes, seja quanto à conservação e recuperação de habitats naturais e áreas de conservação da biodiversidade. Dois aspectos são considerados com essa abrangência: Uso de Insumos e Recursos, com três critérios, e Qualidade Ambiental, composto por cinco critérios.

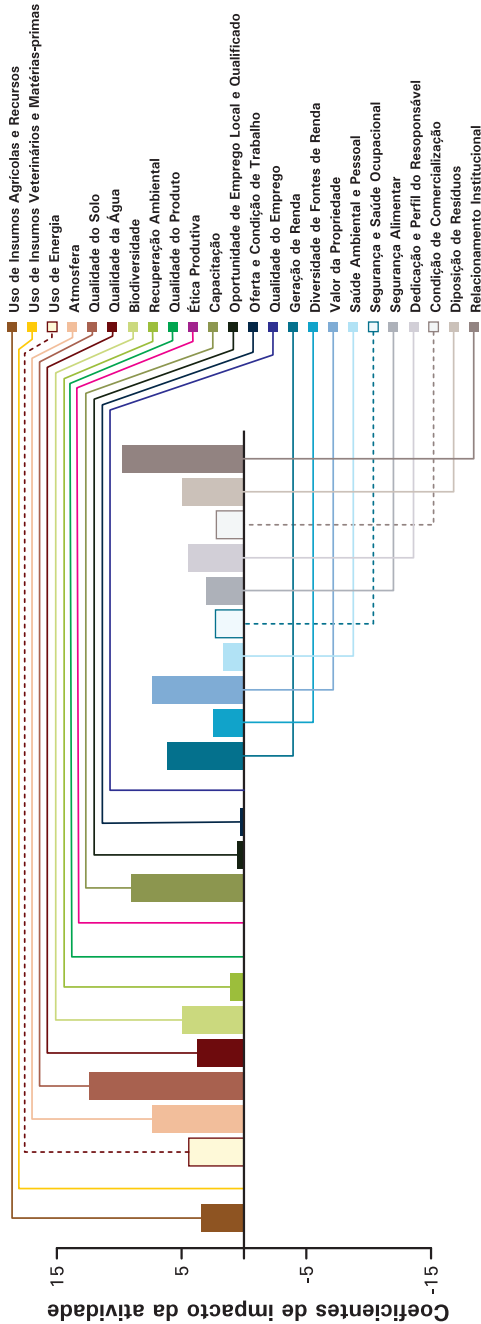


Figura 4. Coeficientes de impacto da atividade 'produção de grãos em SPD' na Fazenda Rio Grande, Paragominas, PA.

Entre os indicadores do aspecto Uso de Insumos e Recursos, o ‘Uso de insumos veterinários e matérias-primas’ foi considerado sem efeito nesse estudo, restando os dois outros para a análise (Tabela 2). O primeiro – uso de insumos agrícolas e recursos – apontaram uma moderada diminuição no uso de pesticidas, que são utilizados em duas aplicações contra a lagarta e na dessecação das plantas para colheita. Apontou-se diminuição no uso da água para os processos de pulverizações e utilização de menos área (solo) de cultivo (relativamente ao aumento na produtividade), fato confirmado a partir do segundo e terceiro ano de realização da atividade, registrando-se um aumento da produção em torno de 30%.

Tabela 2. Média Geral dos Índices de Impacto no Aspecto Uso de Insumos e Recursos, aplicado à cultura de grãos em SPD na Fazenda Rio Grande, segundo os critérios do sistema Ambitec-Agro.

Critérios	Aplicação (Sim/Não)	Média Geral
Uso de insumos agrícolas e recursos	Sim	3,50
Uso de insumos veterinários e matérias-primas	Não	0
Uso de energia	Sim	4,50

O critério Uso de energia apresentou resultado positivo essencialmente devido à grande diminuição do uso de combustíveis fósseis, pela importante redução na utilização de máquinas para o manejo, reduzindo de seis para duas operações culturais com a adoção do SPD, corroborando com resultados de trabalho de Fernandes et al. (2008), em que o plantio direto foi o sistema que proporcionou menor consumo de combustível, seguido pelo sistema de cultivo mínimo com grade de disco leve, preparo reduzido e preparo convencional, respectivamente. Ainda, o plantio direto teve um custo energético de 52,72% do custo do sistema convencional e 77,52% do cultivo mínimo, possibilitando economizar entre 1216,51 MJ ha⁻¹ e 578,39 MJ ha⁻¹, respectivamente, equivalente a 25,45 L e 12,10 L de óleo diesel para cada hectare trabalhado.

Reflexos também positivos foram observados no aspecto Qualidade Ambiental, no qual se considera a contaminação do ambiente pelos resíduos gerados pela atividade, a situação dos habitats naturais e da diversidade biológica. Esses impactos são avaliados por indicadores de emissão de poluentes relacionados com a conservação da qualidade ambiental dos compartimentos: Atmosfera, Solo, Água e Biodiversidade, além do indicador de contribuição para a Recuperação Ambiental (Tabela 3).

Tabela 3. Média Geral dos Índices de Impacto no Aspecto Qualidade Ambiental, aplicado à cultura de grãos em SPD na Fazenda Rio Grande, segundo os critérios do sistema Ambitec-Agro.

Critérios	Média Geral
Atmosfera	7,3
Qualidade do solo	12,5
Qualidade da água	3,8
Biodiversidade	5,0
Recuperação ambiental	1,0

No critério Atmosfera, a grande diminuição da emissão de gases de efeito estufa e a moderada diminuição de ruídos se devem, sobretudo, à redução já mencionada nas operações com maquinários. Ainda como ponto positivo, observou-se redução da emissão de material particulado e fumaça, dada a adoção de medidas de controle da queima de resíduos domésticos, como coleta seletiva, disposição adequada e reutilização da matéria orgânica, além da incorporação da palha à produção, a qual restava passível de queima.

O maior ganho nesse aspecto ocorreu no critério Qualidade do Solo que revela, com o manejo adotado, grande diminuição da erosão, sobretudo laminar, pelo acúmulo da palha, evitando a perda de matéria orgânica e reduzindo, em certa medida, a perda de nutrientes. Isso tudo

reflete em grande diminuição da compactação, embora seja salientada sua ocorrência potencial depois de determinado tempo, em razão da supressão da gradagem, o que ainda não se observou no presente caso. Esses aspectos positivos da conservação do solo são suficientes para promover diminuição de carreamento de solo para corpos d'água, reduzindo a turbidez das águas dos córregos, até a escala do entorno do estabelecimento rural.

Os efeitos sobre a biodiversidade, ponderados com moderada redução em todos os indicadores (quais sejam: perda da vegetação nativa, corredores de fauna e espécies e variedades), resultam positivos, sobretudo pelo controle do fogo como medida efetivamente adotada no estabelecimento. É possível observar claramente o processo de aumento da biomassa verde e recomposição da vegetação nas áreas florestais, que ainda apresentam as marcas de incêndios pretéritos. O critério Recuperação Ambiental registra um grande aumento na capacidade produtiva dos solos, reforçando os indicadores anteriores, agora no sentido da recuperação do ambiente.

Dimensão de Impactos Socioeconômicos

Nessa dimensão são abordados os aspectos relativos à contribuição do SPD de grãos para o desenvolvimento local sustentável e para a contínua melhoria dos processos produtivos e de gestão, que interferem diretamente no desempenho socioambiental em sentido amplo. Os indicadores, agrupados nos cinco aspectos que formam essa dimensão, são dirigidos à avaliação das implicações da atividade na qualidade de vida das pessoas envolvidas com a produção, como apresentados a seguir.

Como observado na Figura 4, o aspecto Respeito ao Consumidor, que traz os indicadores relativos à Qualidade do Produto e à Ética Produtiva, foi considerado inteiramente sem efeito para a atividade em estudo. O primeiro por não haver alterações marcantes na qualidade dos grãos em função das técnicas do SPD, em comparação com o cultivo convencional, enquanto o segundo por se referir especificamente à produção animal, não focada na presente análise.

No aspecto emprego, salienta-se o critério Capacitação como aquele que apresenta os indicadores com maiores contribuições positivas da tecnologia de SPD para o desempenho do estabelecimento (Tabela 4).

Tabela 4. Média Geral dos Índices de Impacto no Aspecto Emprego, aplicado à cultura de grãos em SPD na Fazenda Rio Grande, segundo os critérios do sistema Ambitec-Agro.

Critérios	Média Geral
Capacitação	9,0
Oportunidade e emprego local qualificado	0,5
Oferta e condição de trabalho	0,2
Qualidade do emprego	0,0

Nesse critério foram considerados cursos de curta duração realizados anualmente no estabelecimento, com a participação de aproximadamente 200 pessoas, correspondentes a dias de campo dedicados ao SPD, ao conhecimento sobre sementes e variedades. Ainda foram registrados os treinamentos realizados em nível técnico para os trabalhadores e colaboradores.

Aos demais indicadores (Tabela 4) não foram atribuídas alterações significativas sob influência da atividade, salientando-se as boas condições já existentes no estabelecimento, anteriores à adoção do SPD. Registrou-se um moderado aumento no número de trabalhadores temporários envolvidos com a atividade, enquanto em relação ao critério Qualidades do Emprego destacam-se as condições adequadas já anteriormente existentes (sem alteração no índice de desempenho) que correspondem ao atendimento da legislação trabalhista no que se refere à prevenção do trabalho infantil, jornada de até 44 horas, carteira assinada (ou registro como produtor rural), com garantia à contribuição previdenciária, além de outros benefícios oferecidos aos trabalhadores envolvidos com a atividade em estudo.

No aspecto Renda, o critério geração de renda apontou importante contribuição da atividade no que diz respeito à segurança de sua obtenção, balizada pelo aumento na produtividade e retorno dos investimentos. Ainda, mesmo de forma moderada, apontou-se para um ganho no montante e na distribuição da renda associada ao manejo adotado no estabelecimento. Atribuiu-se, da mesma maneira, uma moderada contribuição para elementos importantes no critério Diversidade das fontes de renda, com a atuação do responsável como consultor, configurando uma ramificação empresarial do negócio e possibilitando até mesmo aplicações financeiras do montante recebido (Tabela 5).

Tabela 5. Média Geral dos Índices de Impacto no Aspecto Renda, aplicado à cultura de grãos em Sistema Plantio Direto na Fazenda Rio Grande, segundo os critérios do sistema Ambitec-Agro.

Critérios	Média Geral
Geração de renda	6,3
Diversidade de fontes de renda	2,5
Valor da propriedade	7,5

Dos ganhos ligados aos atributos da renda apresentados, uma grande contribuição da atividade está associada ao indicador Valor da propriedade. De um lado, esse desempenho resultou dos investimentos em benfeitorias, como a aquisição de máquinas e implementos agrícolas apropriados às operações de plantio direto na escala observada no estabelecimento, bem com da construção de uma casa. De outro lado, o desempenho desse indicador se deveu à conservação e recuperação dos recursos naturais, tanto os solos quanto as áreas de proteção ambiental e de conservação da biodiversidade.

No aspecto Saúde, referência positiva se fez em todos os critérios, com consideração de alteração positiva ao menos moderada na maioria dos indicadores. Apontou-se redução da emissão de poluentes hídricos com

a diminuição do uso de agrotóxicos, o que favoreceu a saúde pessoal e ocupacional, e aumento do tempo e incentivo às atividades de lazer, com a redução comparativa do tempo de trabalho requerido para realização das atividades sob o Sistema Plantio Direto (Tabela 6).

Tabela 6. Média Geral dos Índices de Impacto no Aspecto Saúde, aplicado à cultura de grãos em Sistema Plantio Direto na Fazenda Rio Grande, segundo os critérios do sistema Ambitec-Agro.

Critérios	Média Geral
Saúde ambiental e pessoal	1,6
Segurança e saúde ocupacional	2,3
Segurança alimentar	3,0

Associado à atividade reafirmam-se essas contribuições positivas nos indicadores de segurança e saúde ocupacional, seja pela menor exposição à periculosidade e a fatores de insalubridade, pelas mudanças no uso de produtos químicos, seja pelos cuidados no uso de EPIs pelos trabalhadores na fazenda. O SPD mostra alterações no critério segurança alimentar, sobretudo na garantia da produção e quantidade do alimento produzido, atingindo a escala do entorno por força dos volumes de produção, que alcançam o mercado local, além da melhoria da regularidade da oferta.

Esse contexto de influência positiva da produção de grãos em SPD na Fazenda Rio Grande se consolida quando se verifica o aspecto gestão e administração, que apontou ganhos importantes nos critérios que tratam da capacitação e dedicação do responsável ao manejo produtivo, bem como aos mecanismos de gerenciamento dos recursos e produtos.

Isso pôde ser verificado no grande esforço empreendido na capacitação dirigida à atividade, no critério dedicação e perfil do responsável. Isso se torna ainda bastante favorável ao se contar com elementos

preexistentes, como um adequado sistema contábil, aprimorado pelo uso de um modelo formal de planejamento, ligado ao SPD, e apoiado em um sistema de certificação de qualidade (Tabela 7).

Tabela 7. Média Geral dos Índices de Impacto no Aspecto Gestão e Administração, aplicado à cultura de grãos em SPD na Fazenda Rio Grande, segundo os critérios do sistema Ambitec-Agro.

Critérios	Média Geral
Dedicação e perfil do responsável	4,5
Condição de comercialização	2,3
Disposição de resíduos	5,0
Relacionamento institucional	9,8

No critério disposição de resíduos, aparecem alterações importantes no reaproveitamento e seletividade de coleta, como busca de alternativas para os resíduos domésticos, sob a influência da atividade. Ainda mais acentuado se dá o reaproveitamento dos resíduos da produção, mantendo-se a disposição adequada realizada no estabelecimento.

Por fim, reafirma-se a tendência positiva da adoção do SPD no indicador relacionamento institucional, com grande alcance desde a definição da filiação tecnológica nominal e ênfase na utilização de assistência técnica apropriada, até empreendimentos na capacitação continuada do gerente e dos trabalhadores especializados para o desenvolvimento da atividade.

Avaliação de desempenho socioambiental

Na apresentação do desempenho socioambiental do estabelecimento rural, conforme o contexto de adoção tecnológica definido para a análise dos impactos, procede-se uma normalização dos índices parciais. Esse método visa corrigir a eventual exclusão de critérios de análise ou enfatizar possíveis particularidades relativas à situação específica do estabelecimento rural e às características de adoção da inovação tecnológica em apreço no estudo de caso. No presente caso, por exemplo, os critérios relativos ao uso de insumos veterinários,

à qualidade do produto e à ética produtiva foram considerados sem efeito, portanto excluídos da composição do índice final. Uma vez executados esses procedimentos, expressam-se os resultados na escala final de desempenho ambiental atribuída no sistema Ambitec-Agro (com valores entre -15 e +15).

A Figura 5 apresenta o resultado de ponderação da importância para os critérios de desempenho da atividade (soma dos fatores igual à unidade) e o gráfico que expressa o Índice de Desempenho Socioambiental.

O Índice Geral de Desempenho da cultura de grãos em Plantio Direto na Fazenda Rio Grande alcançou o valor de 4,81, com uma tendência positiva para todos os critérios e indicadores analisados. Nos aspectos que compõem a dimensão de Impactos Ambientais (índice geral igual a 4,29), destaca-se a contribuição do manejo adotado na redução do uso de insumos agrícolas e recursos, resultando em um aumento na produtividade e uma moderada diminuição no uso de energia fóssil, pela redução no tempo de uso de máquinas agrícolas comparado ao manejo convencional. Mais acentuada foi a melhoria no aspecto qualidade ambiental, sobretudo da atmosfera e do solo, com importante contribuição pela redução de emissão de gases de efeito estufa, material particulado e fumaça e nos benefícios diretos à qualidade do solo e contenção de erosão, que influenciou positivamente a qualidade das águas.

Na dimensão de impactos socioeconômicos consideram-se emprego e renda como os aspectos que melhor definem o impacto da atividade no desempenho do estabelecimento. No aspecto emprego, que afirma uma boa condição já anteriormente à implantação da atividade, destaca-se a oportunidade de emprego qualificado e o atendimento aos direitos e benefícios atribuídos por lei aos trabalhadores do estabelecimento. Salienta-se também a capacitação dirigida ao pessoal envolvido, em cursos de curta duração e especialização, inclusive de nível técnico. Os quesitos ligados à geração de renda também apontaram alteração positiva com a atividade, confirmado no ganho no valor da propriedade com investimentos em benfeitorias e retorno pela conservação dos recursos naturais.

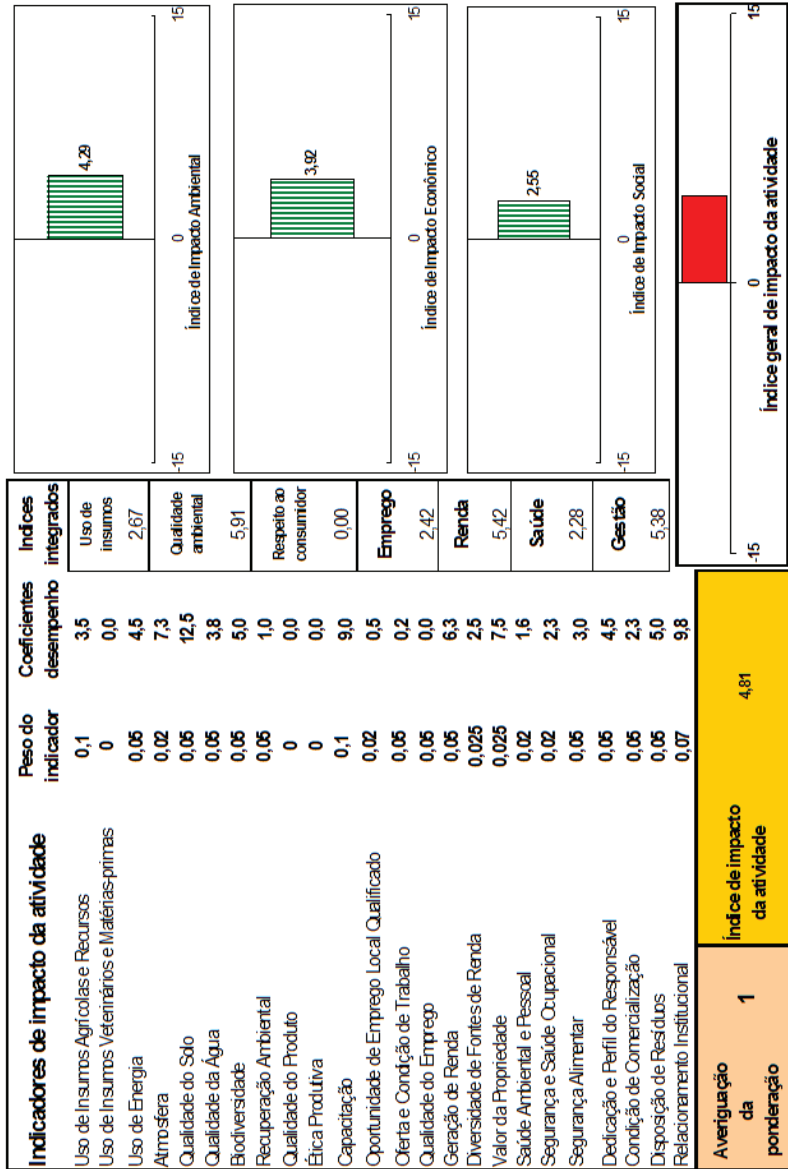


Figura 5. Ponderação dos critérios e gráfico-síntese do Índice Geral de Desempenho da cultura de grãos em SPD na Fazenda Rio Grande em Paragominas, PA, segundo os critérios do sistema Ambitec-Agro.

Nessa dimensão, o impacto social é averiguado com os aspectos respeito ao consumidor, saúde e gestão e administração. Nesse estudo, respeito ao consumidor foi considerado sem efeito para a análise que se propõe. Deve-se reforçar o reflexo positivo que esses aspectos proporcionam no coeficiente geral de impacto com a inserção do produto no mercado, ampliação das relações institucionais de apoio ao uso de tecnologias, acompanhamento e monitoramento da produção, qualificando o responsável para a atividade e transferência das formas de manejo, com dedicação exclusiva ao desenvolvimento da atividade. Da mesma forma, repercute no manejo dos resíduos e melhor aproveitamento dos recursos naturais, firmando a contribuição da conservação ambiental como mecanismo de desenvolvimento produtivo, garantindo ainda a melhoria da qualidade de vida do produtor e dos trabalhadores associados.

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 de inovações tecnológicas, 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 de se realizarem tais análises é permitir que se possa elaborar, com base na análise dos impactos socioambientais da adoção tecnológica, recomendações de práticas de manejo e tecnologia que favoreçam a gestão ambiental dos estabelecimentos rurais estudados.

Entretanto, mesmo enfatizando-se que estudos de caso não devem ser passíveis de comparações, mas visando situar o significado relativo dos resultados de diferentes análises, propõe-se dispor o índice geral de desempenho obtido, relativamente ao universo de observações, para um conjunto de análises anteriormente realizadas na mesma base metodológica. Nesse sentido, pode-se observar na Figura 6 que o índice de desempenho obtido no caso do SPD de grãos na Fazenda Rio Grande encontra-se entre os 10% superiores, em relação a um conjunto de 180 estudos de caso realizados com abordagem metodológica similar.

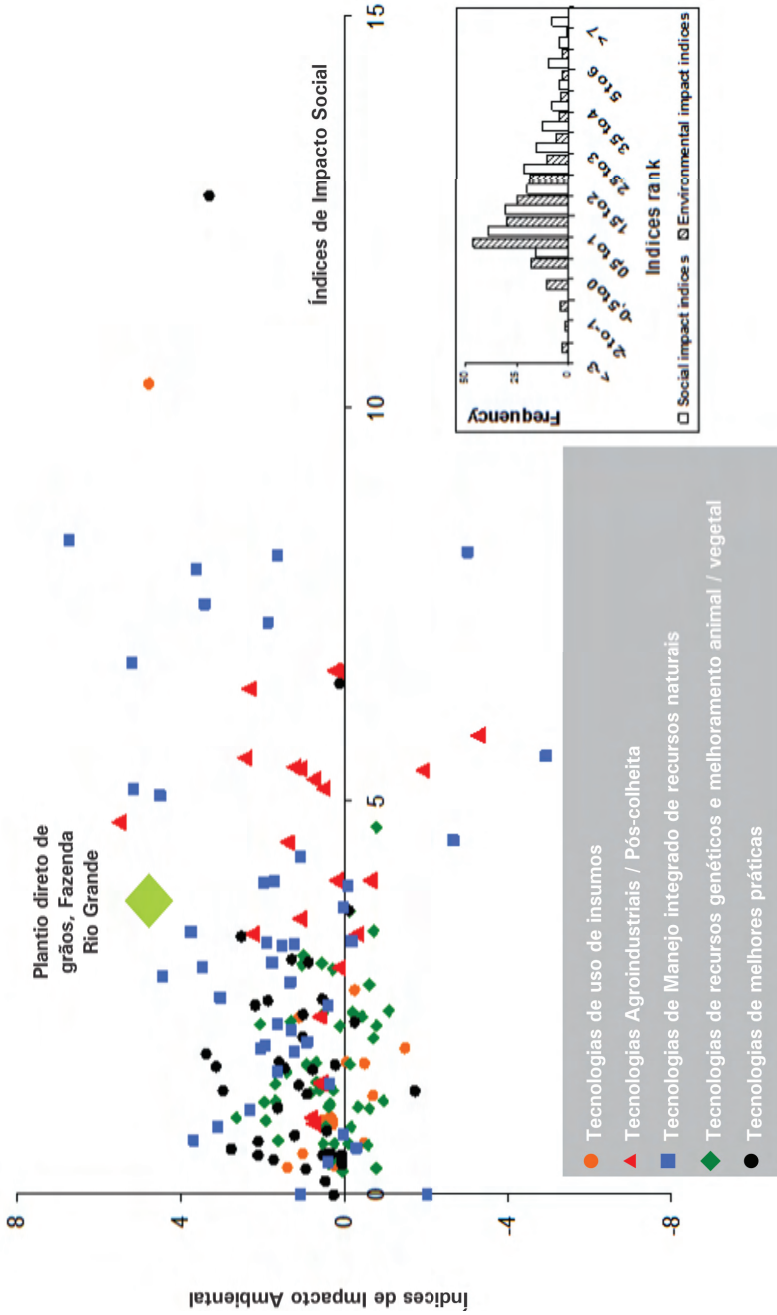


Figura 6. Disposição do Índice Geral de Desempenho da cultura de grãos em SPD na Fazenda Rio Grande, em Paragominas, PA, em relação ao universo de 180 estudos de caso realizados com o sistema Ambitec-Agro.

Conclusão

A análise dos impactos ambientais, sociais e econômicos das culturas de grãos em Sistema Plantio Direto, na Fazenda Rio Grande, foi positiva para os critérios e indicadores analisados.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao continuado apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp), do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), do Programa Cooperativo para el Desarrollo Tecnológico Agroalimentario y Agroindustrial del Cono Sur (Procisur) e da Embrapa. Agradecimento especial é devido ao engenheiro-agrônomo e produtor rural de Paragominas, PA, Bazílio Wesz Carloto. Agradecimentos também são devidos aos demais produtores rurais, agentes locais, participantes de eventos e estudos de caso, estudantes e pesquisadores que oferecem seu tempo, conhecimento e senso crítico em favor do conhecimento dessa abordagem de gestão ambiental e de suas aplicações.

Referências

- DALMAGO, G. A. **Dinâmica da água no solo em cultivos de milho sob plantio direto e preparo convencional**. 2004. 245 f.. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- DALMAGO, G. A.; BERGAMASCHI, H.; COMIRAN, F.; BIANCHI, C. A. M.; BERGONCI, J. I.; HECKLER, B. M. M. Soil temperature in maize crops as functions of soil tillage systems. In: ISCO 2004. INTERNATIONAL SOIL CONSERVATION ORGANIZATION CONFERENCE, 13., 2004, Brisbane. **Conserving soil and water for society: sharing solutions: resumos expandidos**. Brisbane: ISCO, 2004. 4 p.
- FERNANDES, H. C.; SILVEIRA, J. C. M.; RINALDI, P. C. N. Avaliação do custo energético de diferentes operações agrícolas mecanizadas. **Revista Ciencia e Agrotecnologia**, v. 32, n. 5. p.1582-1587. set/out. 2008.
- IRIAS, L. J. M.; RODRIGUES, G. S.; CAMPANHOLA, C.; KITAMURA, P. C.; RODRIGUES, I.; BUSCHINELLI, C. C. de A. **Sistema de avaliação de impacto ambiental de inovações tecnológicas nos segmentos agropecuário, produção animal e agroindústria (SISTEMA AMBITEC)**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2004. (Embrapa Meio Ambiente. Circular Técnica, 5). 8 p.

KLEIN, V. A.; LIBARDI, P.L. Densidade e distribuição do diâmetro dos poros de um latossolo vermelho sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.26, n. 4, p.857-867, 2002.

RODRIGUES, G. S. **Avaliação de impactos ambientais em projetos de pesquisas - fundamentos, princípios e introdução à metodologia**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 1998. 66p. (Embrapa Meio Ambiente. Documentos, 14).

RODRIGUES, G. S.; RODRIGUES, I. A.; Avaliação de impactos ambientais na agropecuária; In: GEBLER, L.; PALHARES, J. C. P. (Ed.). **Gestão ambiental na agropecuária**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho; Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2007. 310 p. p. 285–310il. color.

RODRIGUES, G. S.; CAMPANHOLA, C.; KITAMURA, P. C. **Avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica agropecuária: AMBITEC-AGRO**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2003. 95 p. (Embrapa Meio Ambiente. Documentos, 34).

RODRIGUES, G. S.; BUSCHINELLI, C. C de A.; RODRIGUES, I.; MONTEIRO, R. C.; VIGLIZZO, E. **Sistema base para avaliação e eco-certificação de atividades rurais**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2006. 39 p. (Embrapa Meio Ambiente. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 37). 4 p.

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.

SÁ, J. C. M.; CERRI, C. C.; PICCOLO, M. C.; FEIGL, B. E.; FORNARI, A.; SÁ, M. F. M.; VENZKE FILHO, S. P.; SEGUY, L.; BOUZINAC, S.; PAULLETI, V. O plantio direto como base do sistema de produção visando o sequestro de carbono. **Revista Plantio Direto**, v. 84, p. 45-61, 2004.

SÁ J. C. M.; SANTOS, J. B.; CARDOSO, E. G.; SIUTA JUNIOR, D.; FERREIRA, C. F.; FERREIRA, A. O.; MASSINHAM, A.; SÁ, M. F. M. Manejo de fertilizantes nitrogenados em sistemas de produção envolvendo os cultivos de soja /trigo e soja /milho safrinha no sistema plantio direto. In: YAMADA, T.; ABDALLA, S. R. S. e; VITTI, G. C. (Ed.). **Nitrogênio e enxofre na agricultura brasileira**. Piracicaba: IPNI, 2007. v. 1, P. 567-649.

SÁ, J. C. de M.; CANALLI, L. B.; SANTOS, J. B.; FLORENT, T.; BRIEDIS, C.; FERREIRA, A. O. Sistema plantio direto como a estratégia para acumular carbono no solo e reduzir as emissões de gases do efeito estufa. In: ENCONTRO NACIONAL DE PLANTIO DIRETO NA PALHA, 12., 2010, Foz do Iguaçu. **Tecnologia que mudou a visão do produtor**: resumos. Ponta Grossa: FEBRAPDP, 2010. 190 p.

Embrapa

Amazônia Oriental

Ministério da
**Agricultura, Pecuária
e Abastecimento**

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PAÍS RICO É PAÍS SEM POBREZA

CGPE 10265