

A SUSTENTABILIDADE DA CADEIA PRODUTIVA DE SOJA: AVALIAÇÃO DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE NA MICRORREGIÃO DE CASCAVEL – PARANÁ/BRASIL

CAMILA CRISTINA FERREIRA

Universidade Estadual de Londrina (UEL), Departamento de Administração, Brasil
cah.mg@hotmail.com

CAMILA MOLIANI FERRI

Universidade Estadual de Londrina (UEL), Departamento de Administração, Brasil
camila_moliani@hotmail.com

NATÁLIA DA SILVA MALAGUTTI SANTOS

Universidade Estadual de Londrina (UEL), Departamento de Administração, Brasil
nataliamalagutti@gmail.com

MARCELO HIROSHI HIRAKURI

Embrapa Soja – Londrina/PR, Brasil
marcelo.hirakuri@embrapa.br

SAULO FABIANO AMÂNCIO VIEIRA

Universidade Estadual de Londrina (UEL), Departamento de Administração, Brasil
saulo@uel.br

RESUMO

A cultura da soja ocupa significativa parcela da área agrícola do Brasil. Tal fato se dá pela importância que o grão possui na carteira de exportação do país, representando cerca de 11% das exportações nacionais (MDIC, 2016) com 59,5 milhões de toneladas (CONAB, p.127, 2017). Mas o quão sustentável é o cultivo da soja da forma como é realizado? Este artigo consiste em um estudo de caso que tem como objetivo mensurar a sustentabilidade da cadeia produtiva da soja na microrregião de Cascavel/Paraná. Para tanto será utilizada como base de análise a metodologia desenvolvida pela Embrapa Soja, cuja finalidade é avaliar a sustentabilidade da produção de soja em âmbito regional. Quanto aos procedimentos metodológicos trata-se de um estudo quantitativo e exploratório, em que foram avaliados indicadores de sustentabilidade ambiental-agronômicos, sociais e econômicos, sendo que cada indicador é norteado por um atributo como: utilização de agrotóxicos, utilização de fertilizantes e corretivos, inoculação de sementes de soja, manejo do solo, entre outros. Com relação aos resultados alcançados observa-se que a metodologia utilizada auxilia gestores públicos no processo de formulação de políticas públicas voltadas para a sustentabilidade da cadeia de soja além de fornecer ferramentas e informações para outros pesquisadores da área.

Palavras chave: Cadeia Produtiva; Sustentabilidade; Indicadores; Embrapa.

1. INTRODUÇÃO

O início do cultivo de soja no Brasil se deu por volta de 1908 por imigrantes japoneses nos estados da região Sul (Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul), contudo, somente nos anos 1970, houve crescimento da produção do país. A partir desta década, a sojicultura se expandiu na região Sul e no estado de São Paulo, devido às suas condições edafo-climáticas e infraestrutura logística mais favoráveis, além do estabelecimento de uma rede cooperativa que permitiu viabilizar a produção de soja tanto no âmbito agrônômico quanto econômico (APROSOJA, 2017).

Hoje, o cultivo de soja pode ser encontrado em mais da metade dos estados brasileiros e no Distrito Federal. Do ponto de vista econômico, houve um aumento na demanda por soja em grão, tanto do mercado externo quanto no mercado doméstico (USDA, 2017; CONAB, 2017). Este aspecto, unido a outros fatores como depreciação do Real frente ao Dólar, culminou no aumento do preço nominal da saca de 60 kg do grão (CONAB, 2017), o que criou mercado favorável à expansão territorial da cultura. Do ponto de vista agrônômico, além do aporte de recursos públicos e privados, houve um avanço tecnológico significativo que permitiu desenvolver tecnologias essenciais ao sojicultor brasileiro como: Sistema Plantio Direto (SPD), cultivares de soja adaptadas aos diferentes ambientes produtivos, Manejo Integrado de Pragas (MIP), cultivares de soja resistentes ao herbicida glifosato, fungicidas para controle da ferrugem asiática e fixação biológica de nitrogênio, entre outras. Diversas empresas públicas e privadas foram responsáveis por este avanço e contribuíram para um crescimento mais sustentável, como organizações estaduais de pesquisa agrônômica (e.g. Iapar e Instituto Agrônômico), empresas de extensão rural (e.g. Emater), associação de produtores (e.g. Aprosoja), Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), entre outras.

O país é o segundo maior produtor de soja do mundo com 104 milhões de toneladas produzidas na safra 2016/2017, ficando atrás apenas dos Estados Unidos com 117,21 milhões de toneladas produzidas no mesmo período (CONAB, p. 126, 2017). No que se refere aos dados sobre exportações, o país está em primeiro lugar com 54,38 milhões de toneladas na safra 2015/2016, Estados Unidos está em segundo com 59,5 milhões de toneladas e Argentina em terceiro com 9 milhões de toneladas (CONAB, p. 127, 2017). Segundo Conab (Companhia Nacional de Abastecimento), a China é a maior importadora de soja atualmente, com 86 milhões de toneladas importadas. Desta forma, reiterando a importância deste produto básico para o Brasil, segundo o MDIC (Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços), a produção de soja foi responsável por 13,74% de toda a exportação brasileira, em 2016, e 14,64% em 2015, sendo o produto com maior participação na balança de exportação brasileira.

Concernente à produção nacional, o Paraná é o 2º maior produtor de soja no Brasil com 18,25 milhões de toneladas na safra 2016/2017 (CONAB, p. 125, 2017), gerando uma participação de 17% na produção brasileira de soja. Embora a soja seja fundamental para a economia brasileira, as questões sociais e ambientais também devem ser consideradas para se analisar a sustentabilidade da sojicultura brasileira. Uma vez que a produção agrícola incorre na interação homem-ambiente e utiliza insumos produtivos (e.g. fertilizantes, calcário, agroquímicos e sementes), faz-se necessário mensurar a sustentabilidade da cadeia produtiva da soja, não só no que tange ao ambiental, mas também ao social e econômico.

Desta forma, este estudo tem por interesse mensurar a sustentabilidade do cultivo de soja na microrregião de Cascavel/PR, para identificar fatores que afetam e colocam em risco esta sustentabilidade. Foi utilizada a metodologia desenvolvida pela EMBRAPA-SOJA, que permite

avaliar o nível de sustentabilidade de determinada região através de indicadores definidos para a escala microrregional. Ao avaliar as cidades que compõem uma microrregião é possível verificar os impactos econômicos, sociais e ambientais positivos ou negativos, decorrentes do cultivo microrregional da soja, além de identificar fatores a serem aperfeiçoados.

2. SUSTENTABILIDADE

Definir sustentabilidade é uma tarefa difícil, tendo em vista que o conceito remete primeiramente a cuidados ambientais, porém sua definição é mais ampla. Este conceito ficou popularmente conhecido a partir do termo desenvolvimento sustentável, definido após o ano de 1980, depois da divulgação do conceito no relatório Brundtland, publicado no relatório *Our Common Future*, elaborado pela WCED (World Commission on Environment and Development). Para Veiga (2005, p.189), o relatório Brundtland, de 1987, da Comissão Mundial Sobre Meio Ambiente, acentuou o desenvolvimento sustentável como “desenvolvimento que responde as necessidades do presente sem comprometer as possibilidades das gerações futuras de satisfazer suas próprias necessidades”. Desta forma, para cumprir o conceito citado anteriormente, era necessário analisar e repensar o uso de recursos naturais.

O uso desses recursos permite o bem-estar populacional, porém o grande questionamento que move a sustentabilidade é sobre a possibilidade de usar os recursos naturais permitindo que, ao mesmo tempo, as gerações futuras desfrutem dos mesmos benefícios usufruídos hoje? A crítica advinda de muitos teóricos a este ponto é também uma crítica ao conceito utilizado pela WCED, de que como é possível fazer tal modificação social e estrutural que garanta um futuro saudável para a próxima geração com o mesmo sistema de produção atual?

A produção agrícola tem como desdobramentos a geração direta ou indireta de alimentos e, assim, é essencial para a vida humana, estando calcada em uma interação homem-ambiente, que pode desencadear uma série de impactos, em diferentes tipos de dimensões (ambiental, social, econômica, política, etc.). Nesse sentido, se tornou imperativo pesquisar sobre a sustentabilidade em sistemas agrícolas, especialmente em cadeias produtivas com abrangência territorial significativa, como ocorre com a soja no Brasil. Para Pretty (2008), sustentabilidade em sistemas agrícolas incorpora conceitos de resiliência (a capacidade dos sistemas para amortecer choques e tensões) e persistência (a capacidade dos sistemas para continuar por longos períodos), abordando e englobando resultados mais amplos nas dimensões econômicas, sociais e ambientais. O crescimento populacional significativo da população brasileira, advindo de problemas sociais, incide em um olhar preocupante para oferta e distribuição de alimentos, uso de energia, emissão de poluição (aérea, terrestre, marítima, fluvial e lacustre), esgotamento dos recursos naturais, degradação dos solos, etc.

Desta forma, pretende-se entender e identificar o estado da arte da sustentabilidade na cadeia produtiva da soja na microrregião de Cascavel/PR, pois uma se trata de uma cultura agrícola pode utilizar vários insumos produtivos em seu processo de produção e seu sistema de cultivo está diretamente associado operações mecanizadas sobre o solo. Adicionalmente, a agricultura causa profundas mudanças econômicas e sociais em regiões produtoras, promovendo o crescimento econômico e melhoria na qualidade de vida, os quais podem ser verificados por indicadores como o Produto Interno Bruto (PIB) e o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH).

Conforme Steffen et al. (2004), as mudanças nas relações existentes entre o ambiente natural e as

atividades humanas se intensificaram nos últimos séculos e estão promovendo complexas e profundas mudanças globais sem precedentes. Ratificando, é importante observar que estas tem afetado não só os ecossistemas, mas sim a vida das pessoas que deles necessitam.

Um dos fatores possíveis que originam problemas ambientais é a expansão e modernização da agricultura. Este ponto causa impactos de ordem socioambiental nas diferentes áreas ocupadas pelo cultivo de soja, colocando a prova a sua sustentabilidade (MUELLER, 1995). Frente ao exposto, é preciso analisar e monitorar a sustentabilidade da soja pois na agricultura, práticas não racionais podem ter impactos negativos como: a) compactação e impermeabilização dos solos; b) erosão; c) contaminação do solo, da água e do ar por resíduos químicos; d) impactos detrimenais da retirada da vegetação nativa de áreas contínuas extensas, como o risco à sobrevivência de espécies vegetais e animais com a perda de habitat natural (CUNHA, 1994); e) assoreamento de rios e reservatórios; f) aparecimento de novas pragas ou aumento das já conhecidas (MUELLER, 1992).

Para se prevenir de impactos negativos ao ambiente, a WWF (World Wide Fund for Nature) publicou em 2003, o relatório “Avaliação de Sustentabilidade da Expansão do Cultivo da Soja para Exportação no Brasil”, que propôs uma série de medidas para que a soja mantenha a integridade ambiental, bem como contribua para o desenvolvimento sustentável. As três políticas são:

- **POLÍTICAS NO ÂMBITO INTERNACIONAL - COMÉRCIO E SUBSÍDIOS:** conjunto de recomendações políticas que inclui ações que podem ser tomadas no âmbito internacional por meio dos diversos fóruns de negociação dos quais o Brasil participa. Estas focam possíveis mudanças nas condições de comercialização da soja e de outros produtos derivados, além de ter o intuito de estimular o Brasil a promover um aumento no valor agregado de suas exportações.
- **POLÍTICAS INTERNAS RELACIONADAS AO SETOR DE SOJA:** conjunto abrange políticas internas que podem ser implementadas visando atingir várias metas de sustentabilidade no Brasil, desde a promoção do uso de terra mais sustentável no âmbito nacional até o estímulo a melhores práticas agrícolas nas propriedades rurais. A implementação dessas políticas, entre elas o zoneamento para o planejamento do uso da terra, políticas fiscais e tributárias, pesquisa e desenvolvimento, se baseia em uma combinação de incentivos econômicos e medidas de comando e controle.
- **POLÍTICAS TRANSVERSAIS:** inclui iniciativas de alcance transversal que são de fundamental importância para diversos setores produtivos, inclusive o da soja. Entre elas, destacam-se a conscientização e educação, governança social e o cumprimento da legislação.

Apesar do relatório ser voltado para o Brasil, ressalta-se que diversas práticas e ações protetivas já estão previstas na legislação ambiental nacional, que é bastante rígida em relação às legislações ambientais de outros países. Por exemplo, a legislação ambiental brasileira impõe manutenção de áreas de preservação permanente (matas ciliares, escarpas, topos de morro, manguezais), às custas do proprietário rural (GAZZONI, 2013), o que geralmente não ocorre na maioria dos países.

Outro mecanismo de proteção ambiental é a Moratória da Soja, sob a qual o setor produtivo se comprometeu a não adquirir o grão que seja produzido em áreas desmatadas da Amazônia. Mais do que isto, foi criado o Grupo de Trabalho da Soja (GTS), com membros da cadeia produtiva da soja e entidades ambientais (e.g. Greepeace), que tem a função de monitorar a evolução do desmatamento na Amazônia e realizar ações para que a moratória atinja seu compromisso. Desse modo, com mais de 10 anos de atuação, não apenas houve a diminuição do desmate na Amazônia,

mas comprovou-se que a soja não é um vetor de desmatamento de florestas.

Pode-se afirmar que a sustentabilidade possui diferentes aspectos, a saber: ambiental, ecológica, social, econômica, demográfica, cultural, institucional e espacial. Devido a este vasto número de dimensões, o pleno alcance da sustentabilidade, por si só, já é um desafio árduo. Para completar este desafio, a busca pela sustentabilidade em uma determinada dimensão pode gerar antagonismos difíceis de serem tratados. Por exemplo, a combinação entre mecanização, agricultura de precisão e uso racionais de insumos pode gerar benefícios ao produtor (e.g. redução de custos e qualidade de vida) e meio ambiente, mas ocasionar uma diminuição na oferta por mão de obra e menor fluxo de capital em regiões produtoras (e.g. menor venda de insumo). Além disso, até por desconhecimento, produtores rurais podem adotar práticas não recomendadas pela pesquisa agrícola e que geram efeitos negativos ao ambiente e sociedade, como a degradação dos solos, disposição de resíduos tóxicos no solo, água e/ou ar, emissão de GEE (gases de efeito estufa), desequilíbrio ambiental e acidentes de trabalho (e.g. morte de inimigos naturais de pragas), entre outros.

Deste modo emerge o questionamento: O quão sustentável é feito o cultivo da soja? Pois a mesma é um produto relevante para a economia do Brasil, porém ao mesmo tempo pode trazer prejuízos se não for cultivada de maneira sustentável.

3. METODOLOGIA DA EMBRAPA

A crescente necessidade de aumento da produção e as mais diversas restrições ambientais para impedir a expansão das fronteiras agrícolas, além do crescimento das exigências do mercado consumidor pedem que o segmento da agricultura seja criativa e proponha opções inovadoras para atender minimamente as exigências propostas. A sustentabilidade da cadeia produtiva torna-se uma demanda que pede por processos mais eficientes na logística e maior qualidade do produto. A adoção de mecanismos, que monitorem os sistemas de produção de soja, ajudando a identificar os riscos para a produção, acaba sendo relevante para a verificação dos perigos ambientais, sociais, agronômicos, mercadológicos, estruturais ou tecnológicos (HIRAKURI et al., 2014).

Assim como citado anteriormente, a soja representa os maiores índices de exportações do agronegócio do país e sendo o principal produto do agronegócio brasileiro, representa também um forte alvo de questionamentos ambientais. A sustentabilidade em sistemas agrícolas engloba conceitos como resiliência e persistência, de modo que a cadeia produtiva seja capaz de se perpetuar, amortecendo os consequentes choques e tensões. Por isso, é interessante adotar indicadores de desenvolvimento sustentável, já que são instrumentos que guiam as ações, subsidiando o acompanhamento do progresso rumo ao desenvolvimento sustentável. Tais indicadores podem orientar as políticas públicas, as pesquisas, o desenvolvimento tecnológico e técnico investido na cadeia produtiva (HIRAKURI et al., 2014).

Hirakuri et al. (2014) elaboraram uma metodologia para avaliação da sustentabilidade da cadeia produtiva da soja, baseada em indicadores de sustentabilidade, que contemplam as dimensões ambiental-agronômica, social e econômica. O objetivo desta ferramenta é identificar as vulnerabilidades existentes no sistema produtivo da soja, fornecendo parâmetros para pesquisas, desenvolvimento de tecnologias e políticas públicas. Para cada indicador foram estabelecidos limites quantitativos que permitissem enquadrar os sistemas de produção em níveis mais ou menos sustentáveis, conforme pontuação (HIRAKURI et al., 2014).

TABELA 1 – Dimensões e Atributos Norteadores dos Indicadores da Embrapa

Ambiental-Agronômica	Econômica	Social
Utilização de agrotóxicos	Produção de grãos	Utilização de agrotóxicos
Utilização de fertilizantes e corretivos	Remuneração do sojicultor	Emprego de renda para o trabalhador na atividade agropecuária
Inoculação de sementes de soja	Capacidade de armazenagem	Desenvolvimento humano
Manejo do solo	Posse de terra	
Física do solo	Escoamento de produção para exportação de grãos	
Manejo da resistência de pragas e plantas daninhas	Retorno de investimento	

Fonte: HIRAKURI *et al.* (2015)

A dimensão ambiental-agronômica é a que apresenta mais indicadores para classificação da sustentabilidade, sendo que seis atributos norteadores são referência para esses indicadores. O atributo norteador sobre “uso de agrotóxicos”, conta apenas com o indicador periculosidade ao ambiente, que diz respeito ao risco que os agrotóxicos representam para o ambiente. O atributo “utilização de fertilizantes e corretivos”, relaciona os seguintes indicadores: uso de fertilizante químico nitrogenado, uso e resposta do fertilizante fosfatado por tonelada de grão produzido, uso e resposta do fertilizante potássico por tonelada de grão produzido, número de adubações foliares, forma de aplicação do fertilizante fosfatado e realização de análise de solo e de tecido. Estes indicadores estão atrelados às quantidades e frequências para classificação de sustentabilidade. O atributo norteador “inoculação de sementes de soja” é formado apenas pelo indicador de frequência de inoculação, o que pode garantir ganhos em produtividade quando feito com certa frequência. O “manejo do solo” é formado por três indicadores: diversificação de culturas agrícolas, número de cultivos por ano e sistema de manejo do solo. A opção por colocar em prática, a frequência e o modo de realizar as ações indicam as classes de sustentabilidade desse atributo. O atributo norteador “física do solo” é composto somente pelo indicador textura do solo, que está relacionado à capacidade de retenção de água e nutrientes no solo, garantindo qualidade à produção. E por fim o atributo norteador “manejo da resistência de plantas daninhas, pragas e doenças” conta com os indicadores: manejo da resistência de plantas daninhas, manejo da resistência de pragas e manejo da resistência de doenças. As escolhas tomadas nesse contexto são capazes de interferir na qualidade do solo e da produção e, portanto, classificar a sustentabilidade desse norteador.

A dimensão econômica é composta por seis atributos norteadores, que visam avaliar: (1) os ganhos que a produção é capaz de propiciar ao produtor, de maneira que seja possível identificar se o negócio é ou não favorável; (2) fatores restritivos à competitividade da sojicultura regional, “dentro” e “fora” da porteira.

O atributo “produção de grãos” é formado por três indicadores: produtividade regional da soja, estabilidade de produção, variabilidade da produtividade regional. Eles indicam se as práticas adotadas são corretas, se a região é adequada ao cultivo do grão e, principalmente, se há ou não necessidade (e pressões) para o aumento das áreas plantadas. O atributo norteador “remuneração do sojicultor” engloba os indicadores: preço pago ao produtor, variação dos custos operacionais, diferença entre custos operacionais, remuneração financeira média regional (da soja). Juntos, esses quatro indicadores fornecem informações ao fluxo de capital na sojicultura. A “capacidade de armazenagem” é o atributo que diz respeito ao indicador capacidade de armazenamento regional de soja e milho. A “posse de terra” é o atributo norteador que conta apenas com o indicador de percentual de área cultivada com soja por meio de arrendamento, já que o fato do produtor ser dono

da terra evita a ocorrência de outros custos. O atributo “escoamento da produção para exportação do grão” é composto pelo indicador distância rodoviária ponderada entre a região produtora de soja e o principal porto utilizado para a exportação de grãos, já que o principal modal utilizado é o transporte por caminhões, encarecendo os custos operacionais. E o atributo norteador, “retorno de investimento”, formado pelo indicador vida de retorno do investimento (VRI), diz respeito ao tempo necessário para que a produtividade do grão pague os investimentos feitos para viabilizar a produção.

Por fim, os indicadores relacionados à dimensão social estão subdivididos em três atributos norteadores que juntos têm o intuito de mapear a qualidade de vida, a questão dos empregos e do desenvolvimento da região produtora de grãos. O atributo norteador “utilização de pesticidas” conta com o indicador periculosidade à vida humana (IPH), analisando as classes de sustentabilidade conforme o agrotóxico utilizado, bem como o número de aplicações e a relação que podem ter na qualidade de vida do ser humano. O atributo “emprego e renda para o trabalhador na atividade agropecuária” é formado pelos indicadores: salário agropecuário local versus salário agropecuário nacional, salário agropecuário local versus salários locais dos outros setores, equidade de gênero na remuneração média agropecuária, equidade de gênero na oportunidade de emprego agropecuário. Esses indicadores trazem à tona as diferenças salariais entre regiões e entre homens e mulheres, bem como a oferta de empregos. E o atributo norteador “desenvolvimento humano” é formado por dois indicadores: desenvolvimento da região sojicultora pelo IFDM (Índice de Desenvolvimento Municipal), desenvolvimento dos municípios da região sojicultora pelo IDH-M (Índice de Desenvolvimento Humano Municipal). Eles têm a função de identificar o nível de desenvolvimento da região produtora e do município.

4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Com o intuito de responder à questão da pesquisa e atender os objetivos propostos realizou-se uma pesquisa de natureza quantitativa. Pois os indicadores são obtidos a partir de métodos estatísticos, que classificam os indicadores, determinando assim seu grau de sustentabilidade. O presente estudo é de natureza exploratória tendo em vista que o objetivo é proporcionar maior familiaridade com o problema.

Como população para o presente estudo tem-se o estado do Paraná que é um dos maiores exportadores de soja. Como amostra, selecionou-se a microrregião de Cascavel composta por 18 cidades, por motivo de disponibilidade das informações, bem como relevância da microrregião no cultivo de soja do Paraná.

Para a análise dos indicadores de sustentabilidade na cadeia produtiva da soja será utilizada a metodologia desenvolvida pela EMBRAPA SOJA. De acordo com Hirakuri et al. (2015) “para cada indicador, foram estabelecidos limites quantitativos que permitem enquadrar os sistemas de produção em diferentes classes de sustentabilidade (mais ou menos sustentável)”. Sendo assim, a análise se embasa nas dimensões ambiental-agronômica, social e econômica, conforme os indicadores já apresentados na seção da metodologia da Embrapa.

Grande parte das informações e valores foram obtidos em painéis com especialistas, realizados pela EMBRAPA, além de instituições como IBGE e CONAB. Após a coleta das informações, podem ser indicados os valores e respectivas classes de sustentabilidade conforme a metodologia de Hirakuri et al. (2015).

5. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Todos os indicadores são analisados com base em classes de sustentabilidade que podem ser qualificadas como classe 1 (excelente), classe 2 (boa), classe 3 (baixa) e classe 4 (muito baixa).

Em relação aos indicadores relacionados ao uso de agrotóxicos, ressalta-se que é comum o produtor não utilizar um produto específico em 100% da área de soja. Por exemplo, o mesmo pode realizar uma dessecação pré semeadura em 80% da área ocupada pela cultura. Desse modo, variáveis utilizadas no cálculo deste tipo de indicadores, como inclusões de agrotóxicos e mecanismos de ação, podem ter valores fracionados.

TABELA 2 – Indicadores, Valores e Classes da Dimensão Ambiental Agrônômica

Nº	Indicador	Valor	Classe
1	Periculosidade ao ambiente	29,37	2
2	Uso de fertilizante químico nitrogenado	16,00	2
3	Uso e resposta do fertilizante fosfatado por ton. de grão produzido	22,22	3
4	Uso e resposta do fertilizante potássico por ton. de grão produzido	16,67	3
5	Número de adubações foliares	Um produto foliar	1
6	Forma de aplicação do fertilizante fosfatado	Semeadora de hastes	1
7	Realização de análise de solo e de tecido	Bianual	1
8	Frequência de inoculação	Bianual	2
9	Diversificação de culturas agrícolas	Três espécies	2
10	Número de cultivos por ano	Três espécies	1
11	Sistema de manejo do solo	Sistema Plantio Direto	1
12	Textura do solo	+ ou - 65% de argila	1
13	Manejo da resistência de plantas daninhas	-	1
14	Manejo da resistência de pragas	-	3
15	Manejo da resistência de doenças	-	3

Fonte: Elaborado pelos autores, com base nos dados da Embrapa (2017)

O primeiro indicador diz respeito ao potencial de periculosidade, número de aplicações e a dose de agrotóxicos. Conforme a metodologia apresentada pela Embrapa, este indicador é qualificado com classe de sustentabilidade 2 (boa), pois o índice de periculosidade ao ambiente (IPA) foi estimado em 29,37, pouco acima do limiar de 29,00. Isto indica que o manejo fitossanitário da microrregião é adequado e eficiente, mas ainda não atingiu o ponto de excelência.

O indicador 2 relaciona a quantidade de nitrogênio via fertilizante químico nitrogenado, predominantemente utilizado na região. Com o uso de 16 kg por hectare deste tipo de fertilizante, o indicador se enquadrou na classe 2 (boa) de sustentabilidade, ou seja, embora ocorra o uso de fertilizante químico nitrogenado, a dose utilizada fica dentro do limite aceito (de 1 a 20 kg ha⁻¹ de nitrogênio).

Os indicadores 3 e 4 verificam, respectivamente, as quantidades de fertilizantes fosfatados e potássicos utilizados para a produção de determinada quantidade de grãos de soja na região produtora. Para o caso da microrregião de Cascavel, por tonelada de grão produzido, foram estimados os usos de 22,2 kg/ha de fertilizantes fosfatado e 16,7 kg/ha de fertilizante potássico. Ambos os indicadores foram classificados como classe 3, mas por razões diferentes. O uso de fertilizante fosfatado por tonelada de grão produzido ficou significativamente acima do limite de excelência (10 a 15 kg por t/grão). O uso desse fertilizante pode não ter atingido uma classe superior devido o mesmo ser importado, cerca de 51% do fósforo utilizado na agricultura brasileira é

importado.

O uso de fertilizante potássico por tonelada de grão produzido ficou um pouco abaixo do limite de excelência (20 a 25 kg por t/grão), o que pode indicar uma possível diminuição da reserva deste nutriente no solo. Cerca de 90% deste fertilizante é importado e é segundo nutriente mais consumido pela soja. O uso de quantidades inferiores do fertilizante potássico pode reduzir a produtividade da soja, ou seja, implica não só na sustentabilidade ambiental como na econômica.

O indicador 5 está relacionado ao número regional médio de aplicações de adubos foliares durante o ciclo da cultura da soja. Uma vez que foi utilizado apenas um produto foliar, a microrregião se encontra em condição de excelência (classe 1). O que significa que é possível que a produtividade da soja seja maior.

O indicador 6 relaciona o tipo de aplicação regionalmente predominante do fertilizante fosfatado nos últimos cinco anos. O sistema predominante na microrregião foi qualificado com classe 1 (excelente), sendo que a aplicação do fertilizante ocorre sempre no sulco de semeadura, por meio de semeadoras equipadas com hastes. A aplicação correta deste fertilizante garante uma boa nutrição da planta e ajuda a evitar erosão do solo.

O indicador 7 diz respeito à periodicidade na realização da análise de solo e de tecido na região produtora. Ao identificar a recomendação de nutrientes necessárias ao solo é possível reduzir um desequilíbrio nutricional do solo, garantindo assim que o mesmo não perca nutrientes importantes. A situação foi considerada excelente (classe 1), o que significa que tanto no solo quanto no tecido é feita verificação bianual, com um intervalo de 2 em 2 anos, ao menos. Por sua vez, no indicador 8, que analisa a periodicidade predominante de inoculação das sementes de soja nos últimos cinco anos, a situação foi considerada boa (2), pois os sojicultores realizam inoculação a cada duas safras, bianualmente. É importante que se realize a inoculação das sementes para que aumente o rendimento dos grãos, este indicador também está relacionado à produtividade da soja.

O indicador 9 identifica o número de diferentes culturas agrícolas nos últimos cinco anos, predominante na região produtora. Nesse caso, o sistema microrregional de produção foi qualificado como bom (2), pois o produtor cultivou três diferentes culturas agrícolas nos últimos 5 anos. A diversificação biológica é importante para que se garanta a sustentabilidade dos sistemas agrícolas, pois ajudam a capacidade de absorção de nutrientes do solo. Ainda nesse aspecto de manejo do sistema de produção, o indicador 10 identifica o número de cultivos com diferentes culturas agrícolas por ano, na região produtora. Como houve a adoção de três cultivos por ano com espécies diferentes em ciclos de 1 a 2 anos, este indicador recebeu classificação excelente

Outro indicador que alcançou excelência (1) foi o número 11, que analisa o sistema de preparo do solo, nível de mobilização do solo e tempo de adoção do sistema plantio direto, predominantes na região produtora, em função da adoção do Sistema Plantio Direto (SPD).

No que diz respeito à textura do solo, no indicador 12, que se refere à porcentagem de argila na camada de solo de 0 a 20 cm, predominante na região produtora. Na microrregião predominam solos com, mais ou menos, 65% de argila, sendo que a classe 1 (excelente) indica uma situação de excelência para microrregiões cujos solos tenham teor médio de argila acima de 35%.

Os indicadores 13, 14 e 15 relacionam a periculosidade ao ambiente (indicador 1) de um determinado agrotóxico, o número de inclusões do mesmo na lavoura e o número de mecanismos de ação utilizados, considerando o manejo fitossanitário padrão adotado utilizado na microrregião (geralmente cinco safras, caso não tenha ocorrido mudanças). Nesse sentido, verificou-se:

- Indicador 13 (manejo da resistência de plantas daninhas): em primeiro lugar, o uso de herbicida ficou dentro do estabelecido como padrão aceitável de periculosidade ao ambiente (indicador 1). Uma vez que a relação entre mecanismos de ação e número de inclusões de herbicidas usados no sistema de produção regional com soja foi superior a 0,5, o indicador recebeu classe 1 (excelente);
- Indicador 14 (manejo da resistência de pragas): embora a relação entre mecanismos de ação e número de inclusões de inseticidas no sistema de produção regional com soja tenha sido superior ao limite considerado (0,4), o uso de inseticidas foi superior ao padrão aceitável de periculosidade ao ambiente. Desta forma, o indicador foi qualificado com sustentabilidade baixa (3);
- Indicador 15 (manejo da resistência de doenças): assim como ocorreu com o uso de inseticidas, a relação entre mecanismos de ação e número de inclusões de fungicidas no sistema de produção com soja foi superior ao limite considerado (0,5), mas o uso de fungicidas foi superior ao padrão aceitável de periculosidade ao ambiente. Com isto, o indicador apresentou classe de sustentabilidade 3.

Dentro dos indicadores ambientais os atributos com maior peso são relacionados ao solo, utilização de fertilizantes e corretivos, o que demonstra um caráter preventivo e de correção dos possíveis danos que possam ser causados ao solo devido o cultivo da soja. Na dimensão ambiental, os indicadores têm intuito de medir a produtividade da soja e garantir que o solo tem recebido tratamento adequado, a fim de evitar erosão, perda ou falta de nutrientes que são importantes no cultivo da soja. Dos 15 indicadores da dimensão ambiental, 7 foram classificados como excelente, 4 como boa e 4 como baixa. O que demonstra que na dimensão ambiental-agronômica a microrregião de Cascavel pode ser considerada sustentável.

TABELA 3 – Indicadores, Valores e Classes da Dimensão Econômica

Nº	Indicador	Valor	Classe
16	Produtividade regional da soja	1,17	2
17	Estabilidade de produção	3 quebras > 20%	3
18	Variabilidade da produtividade regional	13,91%	2
19	Preço pago ao produtor	0,89	2
20	Variação dos custos operacionais	Não tem como comparar	-
21	Diferença entre custos operacionais	0,98	3
22	Remuneração financeira média regional (da soja)	189,22	2
23	Capacidade de armazenamento regional de soja e milho	0,8054	3
24	Percentual de área cultivada com soja por meio de arrendamento	90% (área própria)	1
25	Distância rodoviária ponderada entre a região produtora de soja e o principal porto utilizado para a exportação de grãos	601,60	2
26	Vida de retorno do investimento (VRI)	Não retorna em 60 anos	4

Fonte: Elaborado pelos autores, com base nos dados da Embrapa (2017)

Na dimensão econômica, as fontes de dados são mais variadas do que o indicador ambiental-agronômico, pois foram obtidos por meio de informações do IBGE, de site de cotações, de painel com especialistas e de dados da CONAB. O indicador 20 não pode ser analisado, devido à dificuldade de levantamento de custos operacionais para posterior comparação da variação dos mesmos.

O indicador 16 relaciona a produtividade regional média (kg ha⁻¹) e a produtividade nacional média (kg ha⁻¹), nas três últimas safras. A partir dos dados disponíveis, foi estimado o valor de

1,17. Assim o indicador foi qualificado como bom (2), já que a produtividade regional esteve entre 1,0 e 1,2 da produtividade nacional, nas últimas três safras. Aqui, tem-se que a produtividade da soja na microrregião de Cascavel está consideravelmente acima da produtividade nacional do grão, próximo ao nível de excelência, que diz respeito ao rendimento 20% superior à média brasileira.

O indicador 17 se refere à estabilidade da produtividade de soja dos municípios que compõem a região (kg ha⁻¹), calculada a partir da moda matemática das produtividades regionais (kg ha⁻¹), visando obter o número de safras com quebra de produção superior a 20%, nos últimos 10 anos. Na microrregião, houve três quebras maiores que 20% no período considerado, o que indicou baixa sustentabilidade (3), isto é, indicação de 3 a 4 safras com quebra superior a 20%.

O indicador 18, identifica o coeficiente de variação (CV) da produtividade regional, complementando a análise de estabilidade do cultivo de soja. A produtividade da soja na microrregião apresentou variabilidade de 13,91%, sendo qualificada como boa (2), ou seja, quando o CV é maior que 5% e menor que 15%.

Ao analisar os indicadores 17 e 18 conjuntamente, tem-se que, embora a variabilidade da produtividade da soja na microrregião seja considerada adequada (boa), houve um número elevado de quebras produtivas, que prejudicam a remuneração do produtor e podem caracterizar um importante risco à prática produtiva.

O indicador 19 diz respeito à relação entre o preço de venda da soja (R\$/saca) na microrregião com o preço estabelecido no Porto de Santos, que apresentou valor de 0,89. O indicador foi classificado com sustentabilidade boa (2), pois o preço regional da saca foi maior ou igual a 0,85 e menor que 0,90 em Santos.

O indicador 21 analisa a diferença entre os custos operacionais na microrregião e no Médio Norte Mato-grossense. O mesmo incorpora o custo dos insumos produtivos (R\$ ha⁻¹), custo das operações mecanizadas (R\$ ha⁻¹) e custos de serviços pós-colheita (R\$ ha⁻¹), na região produtora. A Embrapa demonstrou um valor de 0,98, o que qualifica a instituição com baixa sustentabilidade (3), já que nesse quesito o custo operacional regional se mostra maior que 0,90 custo operacional no Médio Norte (MT) e menor ou igual a 1,00 custo no operacional Médio Norte (MT). A análise integrada dos indicadores 19 e 21 revela que a microrregião tem dois aspectos opostos (receita e custos) favoráveis à remuneração do produtor da microrregião. Caso tivesse sido obtido, o indicador 20 complementaria estes dois indicadores, apontando a movimentação dos custos operacionais.

O indicador 22 mede a remuneração financeira média regional ao relacionar a área de soja média nas propriedades regionais (hectares), lucro financeiro unitário regional (R\$/ha). A produção de soja na microrregião apresentou uma remuneração de 189,22 salários mínimos, que indica uma boa sustentabilidade (classe 2). Com isto, a produção de soja demonstrou capacidade de remunerar satisfatoriamente o produtor rural.

O indicador 23 verifica a capacidade de armazenamento microrregional de soja, milho e trigo, por isso, relaciona a capacidade regional de armazenagem a granel (t), com as produções microrregionais de soja (t), milho (t) e trigo (t). A relação apresentou valor de 0,8054 e, com isto, o indicador apresentou sustentabilidade baixa (3), significativamente abaixo do limite de excelência (1,2).

O indicador 24 analisa o percentual regional de área de produção de soja arrendada. Nesse quesito, a em torno de 90% das áreas produtoras são próprias, o que a classificou o indicador como

excelente (1). Para ser qualificada como 1 é preciso indicar uma área regional própria maior ou igual a 80%.

O indicador 25 examina a distância rodoviária entre a região analisada e o principal porto de escoamento para exportações (km). A partir dos dados de produção, observou-se uma distância ponderada de 601,60 km, que corresponde à classe 2 (boa). Ou seja, a distância percorrida ficou significativamente abaixo das distâncias percorridas pelos grãos exportados que são produzidos na Região Centro-Oeste, as quais podem alcançar até 2.000 km. Mas, não alcança a excelência, pois existem regiões produtoras localizadas a menos de 500 km de um porto exportador do grão.

E por fim, o último indicador referente à dimensão econômica se refere à vida de retorno do investimento (VRI) que analisa a receita (R\$ ha-1), o custo financeiro (R\$ ha-1), o lucro financeiro (R\$ ha-1), os investimentos em infraestrutura (R\$ ha-1) e investimentos em terra (R\$ ha-1). Resumidamente, é o tempo que leva para o negócio se pagar e retornar para o produtor. Assim, a sojicultura da microrregião apresentou classe 4, muito baixa, para esse indicador, pois foi identificado que o negócio não retorna os investimentos realizados pelo produtor dentro de um período inferior a 30 safras.

Com relação aos indicadores econômicos somente o indicador 24 foi considerado excelente. Percebe-se que com relação à sustentabilidade econômica a soja ainda necessita tornar-se mais viável. Um dos fatores que se pode considerar relevante para esse resultado, pode ser a logística do Brasil que custa caro aos produtores.

TABELA 4 – Indicadores, Valores e Classes da Dimensão Social

Nº	Indicador	Valor	Classe
27	Periculosidade à vida humana (IPH)	-	1
28	Salário agropecuário local <i>versus</i> salário agropecuário nacional	1,21	1
29	Salário agropecuário local <i>versus</i> salários locais dos outros setores	0,91	3
30	Equidade de gênero na remuneração média agropecuária	17,50%	3
31	Equidade gênero na oportunidade de emprego média agropecuária	78% M; 22% F.	4
32	Desenvolvimento da região sojicultora pelo IFDM	2 > 0,8; 12 > 0,7; 4 > 0,6	2
33	Desenvolvimento dos municípios da região sojicultora pelo IDH-M	8 > 0,7; 10 > 0,6	3

Fonte: Elaborado pelos autores, com base nos dados da Embrapa (2017)

Na dimensão social, os dados foram obtidos de variadas fontes, pois puderam ser retirados do site do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), do site Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil, do site do Sistema FIRJAN e da própria Embrapa. A dimensão social tem como propósito avaliar os impactos da produção de soja para a sociedade.

O indicador 27 analisa o potencial de periculosidade à vida humana e o número de aplicações. Nesse sentido, a Embrapa informou que apresenta IPH menor ou igual a 30,50, podendo, portanto, ser qualificada com classe 1 (excelente) de sustentabilidade. O que demonstra que os trabalhadores da área na região estão seguros com relação à saúde ocupacional.

O indicador 28 verifica a diferença entre o salário agropecuário local e o salário agropecuário nacional. Nesse quesito, foi identificado, com a ajuda do site do Ministério do Trabalho, um valor de 1,21, o que representa uma classe de sustentabilidade 1 (excelente) para esse indicador, já que o salário agropecuário local é maior ou igual a 1,20 x salário agropecuário nacional. Isso significa que o salário local é maior que o salário pago em nível nacional. Indicando que é uma região competitiva.

O indicador 29 observa a diferença do salário agropecuário local versus salários locais dos outros

setores. Vale observar que são considerados como “outros setores” a extração mineral, a indústria de transformação, os serviços industriais de utilidade pública, a construção civil, o comércio, os serviços e a administração pública. O valor encontrado para esse indicador foi 0,91, o que permite atribuir classe de sustentabilidade 3 (baixa), uma vez que o salário agropecuário é maior ou igual a 0,80 x salário de outros setores, mas também é menor que 1,00 x salário de outros setores. Apesar do salário estar acima da média nacional, quando se trata de compará-lo à outros setores o mesmo não é superior, ou seja, na região é possível que as pessoas não se interessem tanto em atuar na área da soja, se o fator relevante for o salário.

No indicador 30, que relaciona o salário agropecuário médio local masculino (R\$) e salário agropecuário médio local feminino (R\$), as informações retiradas do MTE indicaram, do total pago, um percentual de 17,50% a favor do sexo masculino. Assim, a Embrapa qualifica-se com classe 3 (baixa), já que valor referente a esse indicador ficou entre 16% a 30% a favor de qualquer um dos gêneros, no caso o gênero masculino. Por tratar-se de uma área de maior atuação masculina, como demonstra o indicador 31, torna-se comum que as mulheres sejam minorias e tenham um salário inferior, até mesmo com relação às atividades desempenhadas, provavelmente homens desempenham trabalhos de maior complexidade enquanto mulheres atuam em áreas mais leves.

O indicador 31 também identifica diferenças de gênero, relacionando número local de empregos agropecuários para homens e para mulheres. As informações obtidas pelo MTE indicaram que, do total de empregos, 78% eram ocupados por homens e apenas 22% por mulheres. Então, houve uma diferença de 56% a favor do sexo masculino, sendo possível qualificar a Embrapa com classe de sustentabilidade 4 (muito baixa), pois apresentou mais de 30% a favor do gênero masculino.

O indicador 32 considera o valor do IFDM (Índice de Desenvolvimento Municipal). Nesse caso, a partir dos dados de cada município, foi possível obter as seguintes informações: dos 18 municípios da microrregião de Cascavel, apenas 2 apresentaram índice maior que 0,80, 12 tiveram índices acima de 0,70 e 4 ficaram com 0,60. Assim, a Embrapa qualificou-se com classe 2 (muito boa), pois 50% dos municípios ficaram com mais de 0,70 e 100% dos municípios ficaram acima de 0,60.

E o indicador 33, por fim, considera o valor do IDH-M (Índice de Desenvolvimento Humano Municipal). Foram obtidas as seguintes informações a respeito dos 18 municípios da microrregião de Cascavel: 8 deles apresentaram índices maiores que 0,70 e 10 ficaram com valores maiores que 0,60. A Embrapa, portanto, pode ser qualificada com classe 3 (baixa), já que nesse caso, 50% dos municípios devem demonstrar índices maiores que 0,60 e 100% dos municípios devem ficar com valores acima de 0,50.

A dimensão social teve maioria de seus indicadores classificados como sustentabilidade baixa, apesar de ser um setor importante da economia, pelo menos na região tem causado impactos relativamente pequenos para a população em geral.

Através da tabela abaixo é possível verificar a classificação final e peso de cada dimensão através dos indicadores analisados.

TABELA 5 – Resumo percentual de dimensões e indicadores

Dimensões	Participação (%)	Indicadores (QT)
Ambiental agrônômica	48%	15
Econômica	34%	11
Social	18%	7
Soma	100,00%	33

Fonte: Elaborado pelos autores, com base nos dados da Embrapa (2017)

Ao concentrar todos indicadores em suas dimensões percebe-se que a participação da dimensão ambiental-agronômica é responsável por quase metade do total. Enquanto a dimensão social representa apenas 18%. Na dimensão ambiental agrônômica grande parte dos indicadores foram classificados como sustentabilidade boa, enquanto no social e econômico foram em maior parte classificados como sustentabilidade baixa. Através da análise dos indicadores pode-se afirmar que a micro-região de Cascavel é sustentável.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa teve como objetivo mensurar a sustentabilidade da cadeia produtiva da soja na microrregião de Cascavel/Paraná. Para tanto utilizou-se da metodologia da Embrapa-Soja pois a mesma possui um conjunto de variáveis que permitem analisar os impactos da produção de soja no âmbito ambiental, econômico e social.

No que diz respeito aos indicadores ambientais os atributos com maior peso são relacionados ao solo, utilização de fertilizantes e corretivos, o que demonstra um caráter preventivo e de correção dos possíveis danos que possam ser causados ao solo devido o cultivo da soja. Dos 15 indicadores da dimensão ambiental, 7 foram classificados como excelente, 4 como boa e 4 como baixa, ou seja, demonstra que na dimensão ambiental-agronômica a microrregião de Cascavel pode ser considerada sustentável.

Na dimensão econômica, os indicadores apontam a região como sustentável, tendo em vista que grande parte dos valores classificados ficaram como “sustentabilidade boa”. Todavia, ao calcular o VRI o resultado apresentado demonstra que o agricultor recebe o investimento de volta em um prazo superior a 30 safras. Sendo assim, fica a dúvida, pode-se considerar como sustentável economicamente uma atividade que proporciona desenvolvimento, porém para seu investidor parece não oferecer um retorno satisfatório devido ao tempo?

Com relação aos indicadores sociais, os mesmos se voltam para a análise da equidade de renda do setor e também de gêneros. Observa-se que a dimensão social teve maioria de seus indicadores classificados como sustentabilidade baixa, apesar de ser um setor importante da economia, pelo menos na região tem causado impactos relativamente pequenos para a população em geral.

Analisando as três dimensões abordadas no estudo conjuntamente verifica-se uma elevada concentração da dimensão ambiental-agronômica (48% do total), econômica (34%) e a dimensão social representa apenas 18%. Ao todo foram analisados 33 indicadores sendo que para a primeira dimensão foi considerado um total de 15 indicadores, para a dimensão econômica foram 11 indicadores e para social 7 indicadores. Na dimensão ambiental agrônômica grande parte dos indicadores foram classificados como sustentabilidade boa, enquanto no social e econômico foram em maior parte classificados como sustentabilidade baixa. Considerando-se a metodologia adotada pode-se afirmar que a micro-região de Cascavel é sustentável.

Esse foi um primeiro estudo empírico utilizando-se da metodologia, desse modo sugere-se que sejam realizadas novas pesquisas em microrregiões diferentes do mesmo estado, bem como em diferentes regiões do país para fazer estudos comparativos e verificar como a sustentabilidade se dá no setor agropecuário. Espera-se também que o presente estudo contribua com a própria metodologia, sendo possível aperfeiçoá-la e identificar possíveis pontos a melhorar, como por exemplo o melhor balanceamento dos pesos atribuídos as dimensões econômica, ambiental e

social.

REFERÊNCIAS

- APROSOJA BRASIL. 2017. Disponível em <<http://aprosojabrasil.com.br/2014/sobre-a-soja/a-historia-da-soja/>>. Acesso em: 30 março 2017.
- CONAB. *Acompanhamento da Safra Brasileira*. Março 2017. Disponível em <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_12_22_12_08_27_boletim_graos_marco_2017>. Acesso em: 30 março 2017.
- CUNHA, A. S. (coord.) *Uma avaliação da sustentabilidade da agricultura nos cerrados*. Brasília: IPEA, 1994.
- EMBRAPA.2015. Disponível em<<https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/historia>>. Acesso em 29 dezembro 2016.
- HIRAKURI, Marcelo Hiroshi; CASTRO, Cesar de; FRANCHINI, Julio Cezar; DEBIASI, Henrique; PROCÓPIO, Sérgio de Oliveira; BALBINOT JR, Alvadi Antonio. *Indicadores de sustentabilidade da cadeia produtiva da soja no Brasil*. Londrina: Embrapa Soja, 2015.
- _____. *Metodologia para Avaliação de Sustentabilidade da Cadeia Produtiva da Soja no Brasil*. Londrina: Embrapa Soja, 2015.
- STEFFEN, W. et al. *Global change and the Earth System: a planet under pressure*. New York: Springer, 2004.
- MDIC Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços. Dezembro 2016. Disponível em <<http://www.mdic.gov.br/comercio-exterior/estatisticas-de-comercio-exterior/outras-estatisticas-de-comercio-exterior>>. Acesso em: 29 dezembro 2016.
- MUELLER, C. C. *Dinâmica, condicionantes e impactos socio-ambientais da evolução da fronteira agrícola no Brasil*. Instituto Sociedade, População e Natureza – Documento de Trabalho n.7, 1992. (mimeo)
- PRETTY, J. *Agricultural sustainability: concepts, principles and evidence*. *Philosophical Transactions of the Royal Society B-Biological Sciences*, London, v. 363, n. 1491, p.447-465, 2008.
- VEIGA, J. E. *Desenvolvimento sustentável: o desafio do século XXI*. Rio de Janeiro, Garamond, 2005.