

Fundamentos para a implantação e avaliação da produção sustentável de grãos

Carlos Magri Ferreira

PATROCÍNIO



Faz pela sociedade,
faz por você.

APOIO



Fundamentos para a implantação e avaliação
da produção sustentável de grãos





Fundamentos para a Implantação e Avaliação da Produção Sustentável de Grãos

Carlos Magri Ferreira

*Embrapa Arroz e Feijão
Santo Antônio de Goiás, GO
2008*

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Arroz e Feijão
Rod. GO 462, Km 12
Caixa Postal 179
Fone: (0xx62) 3533 2123
Fax: (0xx62) 3533 2100
sac@cnpaf.embrapa.br
www.cnpaf.embrapa.br
Santo Antônio de Goiás , GO
CEP 75375-000

Comitê de Publicações

Supervisor Editorial: *André Ribeiro Coutinho*
Revisor de Texto: *Vera Maria Tietzmann Silva*
Normalização Bibliográfica: *Ana Lúcia Delalibera de Faria*
Tratamento das Ilustrações: *Fabiano Severino* e *Sebastião José de Araújo*
Editoração Eletrônica: *Fabiano Severino*
Ilustração da Capa: Artista plástico Alfredo Faria
<http://www.alfredofaria.com/manutencao/galeria/galeria.asp>

1ª edição

1ª impressão 2008: 1.000 exemplares

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Arroz e Feijão

Ferreira, Carlos Magri.

Fundamentos para a implantação e avaliação da produção sustentável de grãos / Carlos Magri Ferreira. – Santo Antônio de Goiás : Embrapa Arroz e Feijão, 2008.

228 p. : il. ; 22 cm.

ISBN 978-85-7437-032-3

1. Agricultura sustentável. 2. Desenvolvimento sustentável.
3. Inovação tecnológica. 4. Sistema de produção – Grão.
I Título. II. Embrapa Arroz e Feijão.

CDD 338.16 (21. ed.)

© Embrapa 2008

Autor

Carlos Magri Ferreira
Engenheiro Agrônomo
Doutor em Desenvolvimento Sustentável,
Embrapa Arroz e Feijão
Rod. GO 462, Km 12
75375-000 Santo Antônio de Goiás, GO
magri@cnpaf.embrapa.br

Apresentação

Os Conselhos Regionais de Engenharia, Arquitetura e Agronomia são autarquias federais cuja missão básica é a fiscalização do exercício das profissões de Engenheiros, Arquitetos, Engenheiros Agrônomos, Geólogos, Geógrafos, Meteorologistas, Tecnólogos e Técnicos de 2º Grau. Um órgão que se propõe a zelar pela legalidade e a boa prática profissional não o faz por preciosismo pela legalidade ou pela técnica, mas com o intuito de defender a sociedade. Os princípios utilizados para se fazer cumprir tal meta são a orientação e o aperfeiçoamento do profissional.

A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) tem como missão viabilizar soluções para o desenvolvimento sustentável do espaço rural, com foco no agronegócio, por meio da geração, adaptação e transferência de conhecimentos e tecnologias, em benefício dos diversos segmentos da sociedade brasileira.

Existe grande vínculo entre as missões dessas entidades, ambas preocupadas primordialmente com o conhecimento, sua difusão e correta aplicação de tecnologias a serviço das pessoas. Olhando para o novo desafio imposto pela transição da economia para um padrão de desenvolvimento sustentável, que surge com força no debate político, no meio acadêmico e em outros segmentos da sociedade, o CREA-GO e a Embrapa Arroz e Feijão se valem de sua afinidade para realizarem em parceria a publicação deste livro, com a esperança de que os leitores repensem suas convicções, considerem e operacionalizem o desenvolvimento sustentável em seus atos.

Pedro Antônio Arraes Pereira
Chefe-Geral da Embrapa Arroz e Feijão

Francisco Antonio Silva de Almeida
Presidente do Conselho Regional de Engenharia,
Arquitetura e Agronomia do Estado de Goiás - CREA-GO

Sumário

Introdução	9
-------------------------	----------

Capítulo 1 - Agricultura Versus Desenvolvimento Sustentável

1.1. Evolução tecnológica na agricultura e na abordagem do desenvolvimento sustentável	16
1.2. Evolução e o estado da arte do conceito de desenvolvimento sustentável na agricultura	21
1.3. Ameaças à sustentabilidade da agricultura brasileira	36
1.4. Caracterização de um sistema de produção de grãos	41
1.5. Limitações para adequar atividades agrícolas ao desenvolvimento sustentável	43
1.6. Noção de sustentabilidade agrícola	46

Capítulo 2 - Estrutura, Fatores, Mecanismos Estressores e Impactos Negativos Causados por Um Sistema de Produção de Grãos

2.1. Características e funções do solo	51
2.2. Descrição de operações e práticas realizadas num sistema de produção de grãos e os impactos gerados	55
- Limpeza da área	55
- Preparo do solo	58
- Plantio	62
- Tratos culturais - correção do solo, fertilização, controle de plantas daninhas, pragas, doenças e manejo dos agrotóxicos	63
- Colheita	68
- Secagem	69
- Armazenamento	70
- Industrialização/beneficiamento, transporte, comercialização e distribuição	70
- Recursos naturais e na territorialidade	72
- Sistemas de produção de grãos e os impactos provocados na água .	73
- Sistemas de produção de grãos e os impactos provocados no ar ...	77
- Sistemas de produção de grãos e os impactos na territorialidade ...	78

Capítulo 3 - Conjunto de Caracteres Essenciais Avaliativos da Sustentabilidade da Produção de Grãos

3.1. Maneiras de considerar a sustentabilidade agrícola	83
- Noções fragmentadas da sustentabilidade agrícola	83
- Sustentabilidade agrícola local ou intrínseca do modelo de produção .	83
- Sustentabilidade agrícola ampliada ou sistêmica	84
3.2. Digressão sobre os temas degradação, conservação e reposição	85

3.3.	Características relacionadas com a dimensão ambiental	87
3.4.	Características relacionadas à dimensão sociocultural	97
3.5.	Características relacionadas com a dimensão econômica	103
3.6.	Características relacionadas com a dimensão territorial	110
3.7.	Direcionamento para a sustentabilidade agrícola	112
3.8.	Ecologia industrial versus ecologia agrícola	114
3.9.	Indicadores de sustentabilidade	124

Capítulo 4 - Recomendações Gerais para Alcançar a Sustentabilidade de Um Sistema de Produção de Grãos

4.1.	Práticas agrícolas e cuidados necessários para alcançar a sustentabilidade de um sistema de produção de grãos	129
-	Na limpeza da área	129
-	No preparo do solo	129
-	No plantio	135
-	Nos tratamentos culturais - correção do solo, fertilização, controle de plantas daninhas, pragas, doenças e manejo dos agrotóxicos	136
-	Na colheita	137
-	Na secagem, armazenamento, beneficiamento e industrialização ..	138
-	No recurso natural água	139
-	No recurso natural ar	139
-	Na territorialidade	140

Capítulo 5 - Abordagem da Sustentabilidade de Sistemas de Produção de Grãos

5.1.	Construção de uma ferramenta analítica para avaliação da sustentabilidade agrícola	143
5.2.	Etapas necessárias para a construção de uma ferramenta para avaliação da sustentabilidade de um sistema de produção de grãos .	145
	Etapa 1: Planejamento preliminar do estudo	149
	Etapa 2: Determinação de processos e referenciais teóricos a serem utilizadas na elaboração de instrumentos que sejam capazes de atender aos objetivos propostos	149
	Etapa 3: Escolha do local do estudo de campo	150
5.3.	Ferramenta operacional visando à gestão da sustentabilidade de um sistema de produção de grãos	150
5.4.	Escopo estrutural do instrumento analítico para abordagem da sustentabilidade de sistemas de produção de grãos	153

Capítulo 6 - Método de Percepção da Sustentabilidade do Arroz de Terras Altas - MPSAT

6.1.	Método para a Percepção da Sustentabilidade do Arroz de Terras Altas – MPSAT	167
6.2.	Resultados encontrados pelo MPSAT	178

Referências	183
--------------------------	------------

Anexos	197
---------------------	------------

Introdução

Nesse livro pretende-se descrever conceitos teóricos e propor uma abordagem da sustentabilidade¹ de sistemas² de produção de grãos. Procura-se caracterizar como os agentes podem gerir a sustentabilidade de uma atividade agrícola, diante das questões e limitações que se apresentam em função dos parâmetros estabelecidos em fundamentos do desenvolvimento sustentável.

Para Enzensberger (1976), o debate entre sociedade e meio natural até a década de 1960 possuía um forte viés conservacionista, teses alarmistas e uma dissensão capitalista, uma vez que o debate sobre a degradação do meio ambiente era acompanhado de uma hostilidade contra o modo de produção. Esse debate ganhou consistência e tomou outras formas de abordagem e atualmente é tratado sob a égide do desenvolvimento sustentável. Para Keffer et al. (1999), no desenvolvimento sustentável há a percepção de que as sociedades dependem da natureza, que não é possível alcançar desenvolvimento sem utilizar recursos naturais e que na geração de produtos e serviços deve-se reduzir ao máximo o consumo de material e energia, além de agregar valor aos produtos finais.

Esse debate tem crescido nas sociedades de países desenvolvidos ou em desenvolvimento. Apesar de nas últimas décadas ter ocorrido uma maior internalização e compreensão das limitações para utilização do “capital natural³” em processos que buscam satisfazer as necessidades humanas, não se pode afirmar que existe um princípio universal de consciência ecológica, mas uma opinião ecológica⁴, pública e generalizada. Em outras palavras, embora os fundamentos gerais do desenvolvimento sustentável estejam

¹ Nesse trabalho, o termo sustentabilidade é utilizado para expressar a adaptação ou não a um conceito de desenvolvimento sustentável. Portanto, para indicar se uma determinada atividade é ou não sustentável, deve-se ter uma definição de desenvolvimento sustentável e um conjunto de medidas e técnicas que permita fazer a avaliação.

² Esse conceito será visto com detalhes. Como uma explicação preliminar, considera-se como uma maneira de descrever traços da realidade, de tal modo que se criem como referenciais um conjunto de componentes (recursos naturais, pessoas, leis, indústrias e outros) que se relacionam e se conectam formando uma unidade do todo. No caso em foco, uma organização da produção de grãos.

³ Serviços relacionados com o meio ambiente e os recursos naturais (LAARNAN, 1993).

⁴ A hesitação entre os termos consciência e opinião ocorre porque, se por um lado nota-se uma maior utilização do termo “desenvolvimento sustentável”, por outro, percebe-se que, muitas vezes, ele é empregado como retórica. Dessa forma, pode-se inferir que as sociedades ainda titubeiam quanto às iminentes ameaças de que o planeta padece.

consolidados, o conceito continua em construção, sujeito a disputa entre os diferentes grupos de atores⁵. De tal modo que ainda são vários os entraves e dificuldades para discutir o desenvolvimento sustentável, por exemplo:

- a) o entendimento da sustentabilidade não é semelhante em todos os níveis de uma comunidade. O grau de aceitabilidade, questionamento, percepção e comportamento de uma proposta para o desenvolvimento sustentável de uma atividade são influenciados por vários fatores como: i) variáveis culturais e geográficas; ii) grau de desenvolvimento econômico e o peso da atividade na economia local, regional ou nacional; iii) grau de interação que o sistema social atribui à atividade.
- b) a reciprocidade de uma proposição de desenvolvimento sustentável está relacionada com seus reflexos na operacionalização de práticas e processos bem como nas implicações e limitações impostas à atividade abordada. Isso porque muitas propostas de adequação para a sustentabilidade vão de encontro ao paradigma econômico, onde a lógica ortodoxa é a busca de eficiência econômica, desprezando, ou dando pouca importância, aos custos ambientais e sociais. Dessa forma, enquanto a lógica do desenvolvimento sustentável não for completamente incorporada ao modo de vida das sociedades, enquanto predominar a lógica da competitividade econômica a qualquer custo, enquanto não se contabilizarem os custos ambientais e sociais⁶, que indubitavelmente serão socializados seja imediatamente ou no futuro⁷, ficará a sensação de paradoxo quando se consideram aspectos econômicos, sociais e ambientais.
- c) controvérsias derivadas dos conflitos gerados pelos pontos de vista apresentados pelos atores que colocam ênfase sobre as questões ambientais, com aqueles que valorizam a ecologia dos recursos naturais e aqueles que defendem as questões institucionais e suas regulamentações (VIVIEN, 2005).

⁵ Nesse estudo, consideram-se como atores o conjunto formado por empresários, empregados, prestadores de serviço, fornecedores, consumidores, comunidade e governo. Ou seja, equivale ao termo inglês "stakeholders".

⁶ Isso implica mudanças de paradigma, visto que os recursos limitados são tanto de ordem financeira (por exemplo, recursos naturais) como não financeiros. Os primeiros são limitados a curto prazo e dependem de imobilização de recursos com alta liquidez ou de comprometimento em dívidas, por isso os atores preferem o segundo caso, apesar dos esforços ainda não contabilizados, e, quando cobrados, são baratos.

⁷ Isto quer dizer que a necessidade econômica ainda se sobrepõe às demais dimensões e se desprezam ou não se contabiliza os custos de recuperação da degradação e contaminação do ambiente que, de alguma forma, em algum momento, terá que ser feita aplicando recursos que poderiam ser utilizados pela sociedade em outras coisas.

- d) dificuldade para determinar os níveis e a intensidade de exploração⁸ que poderiam ser considerados aceitáveis pela sociedade, atentando para os aspectos de economia, meio ambiente e globalização.
- e) complicações para a caracterização precisa da sustentabilidade devido as freqüentes crises de legitimidade oriundas da quebra de paradigma de algum parâmetro teórico norteador (SILVA, 2003).
- f) obstáculos para o estabelecimento de interações e a definição dos pesos e ponderações relativas das variáveis no resultado final da sustentabilidade.

Esse problema deriva da quantidade e complexidade das variáveis envolvidas no processo produtivo. A combinação desses fatores, que são decisivos na definição de um processo de abordagem do desenvolvimento sustentável, torna praticamente impossível a definição precisa para estabelecer um ponto de equilíbrio da sustentabilidade de um sistema.

Essas são algumas relações e interdependências que explicam por que, mesmo quando há interesse e compromisso com a sustentabilidade, não há uma visão única e homogênea sobre como atingir o desenvolvimento sustentável.

A abordagem da sustentabilidade nos sistemas agrícolas apresenta outras objeções como: a) a natureza da atividade agrícola envolve um conjunto de fatores fortemente intrincados, que abrangem questões humanas, mercadológicas, políticas, condições naturais e eventos climáticos, heterogeneidade de recursos naturais, tipos de sistemas de produção e níveis tecnológicos usados pelos produtores. Os resultados e o comportamento desses componentes não são perfeitamente previsíveis; b) o grau de impacto das práticas agrícolas e da utilização de insumos varia de acordo com o tipo de solo, teor de matéria orgânica, topografia, profundidade do lençol freático, atributos físico e químicos do solos. Além disso, as práticas e os insumos provocam interações biológicas, químicas e físicas intrincadas com os recursos naturais, sendo que muitos fenômenos ainda não são completamente entendidos; c) dificuldade para determinar os pontos críticos em que os danos se tornam irreversíveis, ou seja, os limites em que os custos socioambientais possam ser considerados aceitáveis; d) limitações para avaliar características ligadas ao fator humano e família. Essas questões, que são essenciais quando se trata da sustentabilidade agrícola, tornam as análises mais complexas.

⁸ A manipulação direcionada, duradoura e intencional de processos naturais provoca resultados que tendem a ser irreversíveis, tanto para a natureza quanto para as sociedades (MATHIS, 2001).

O apelo das sociedades tem sido maior que as dificuldades. Dessa forma, todos os setores produtivos tem buscado entender e colocar em prática medidas proativas que visam à sustentabilidade. Para Fischer-Kowalski e Haberl (1998), a causa primária da acelerada degradação do meio ambiente não é o crescimento econômico, mas o aumento da quantidade de energia e de matéria-prima que a sociedade processa.

Portanto, apesar da convergência de vários aspectos, há algumas resistências e dificuldades para estabelecer formas de se avaliar o impacto ambiental⁹ e social das atividades econômicas e humanas, gerando, conseqüentemente, dificuldades para se colocar em prática medidas que tornem os processos mais ajustados à sustentabilidade.

Dessa situação deriva o objetivo desse trabalho, que é socializar alguns conhecimentos, explicitar as dificuldades e apresentar uma proposta de abordagem do desenvolvimento sustentável voltado para sistemas de produção de grãos. Para atingir esse objetivo, dividiu-se o livro em seis capítulos, assim distribuídos: no capítulo 1, o foco está na evolução da agricultura e nas mudanças exigidas pelas sociedades frente ao desenvolvimento sustentável. No capítulo 2, descreve-se mecanismos que causam estresses que afetam a sustentabilidade de sistemas de produção de grãos. No terceiro e quarto capítulos, é apresentado um conjunto caracteres essenciais que influenciam na sustentabilidade. No capítulo 5, expõe-se uma proposta de estrutura analítica da sustentabilidade, contemplando os elementos considerados nos capítulos anteriores. No capítulo 6, são apresentados e descritos os resultados de um método com o objetivo de avaliar a sustentabilidade de sistemas de produção de arroz de terras altas, concebido à luz dos preceitos apresentados ao longo do livro.

⁹ No Artigo 1º da Resolução CONAMA Nº 001, de 23 de janeiro de 1986, define-se impacto ambiental como qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: I) a saúde, a segurança e o bem-estar da população; II) as atividades sociais e econômicas; III) a biota; IV) as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; V) a qualidade dos recursos ambientais.

1 – AGRICULTURA VERSUS DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Questionar o paradigma científico e tecnológico faz parte da ciência e de seus reflexos na evolução dos seres humanos na terra. A ciência vive em permanente estado de revolução, e sua história é uma sucessão de conjunturas e refutações (BLAUG, 1999). Essa lógica se aplica à abordagem do agronegócio que, até 1957, era visto de forma descontínua, separando as atividades dentro e fora da propriedade. A viabilidade do setor agrícola era avaliada tão somente pelo resultado da relação custo/benefício. Naquele ano, Davis e Goldberg criaram o conceito de *agribusiness*, que relaciona a soma de todas as operações que abarcam a produção e distribuição de insumos e produtos, armazenamento e processamento.

Na década de 1960, os franceses criaram o conceito de *filière*, que no Brasil é conhecido como cadeia produtiva¹, ou seja, sucessão de operações de transformações dissociáveis, que podem ser analisadas em forma de diferentes elos e atores. Como exemplo, apresenta na Fig. 1 um esquema de cadeia produtiva de grãos.

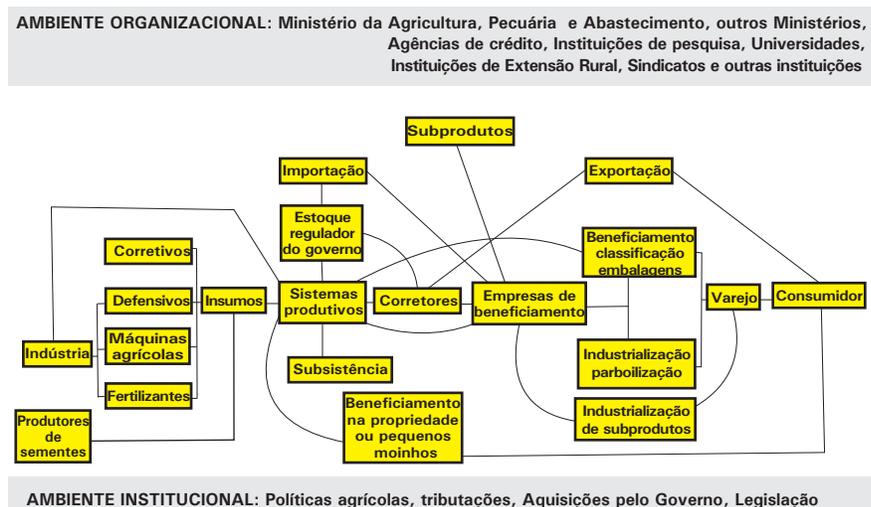


Fig. 1. Esquema de cadeia produtiva de grãos.

Fonte: Adaptado de Ferreira e Yokoyama (1999).

Os fundamentos dos estudos de cadeia produtiva se baseiam nas análises sistêmicas e integradas da produção rural da estrutura de mercado, com o objetivo de identificar estrangulamentos ao longo do fluxo do produto e propor soluções para viabilizar o setor. A abordagem de cadeia produtiva foi útil para entender as relações da agricultura em si.

¹ Cadeia produtiva é o conjunto de componentes interativos entre os sistemas produtivos, fornecedores de serviços e insumos, indústrias de processamento e transformação, distribuição e comercialização, além de consumidores finais do produto e subprodutos (CASTRO et al., 1994).

No entanto, atualmente o estudo isolado de cadeias produtivas não é capaz de satisfazer às indagações subjacentes da sustentabilidade, visto que os estudos de cadeia produtiva são limitados por não tratarem as conexões da atividade agrícola em questão com outras atividades agrícolas e setores da economia (BOURGEOIS; HERRERA, 1998). Outra insuficiência da abordagem da cadeia produtiva é que ela trata de qualidades do produto final que satisfaçam o consumidor, mas não avalia com detalhes fatores ambientais e sociais envolvidos na sua produção.

A meta atual é definir sistemas de produções que respeitem a capacidade do ambiente fornecer recursos naturais e garantir o aumento do bem-estar e padrão de vida das atuais e futuras gerações. Portanto, atuais exigências demandam abordagem mais complexa do que as feitas no passado. Para Ribeiro (2002) os problemas decorrentes das atuais relações das sociedades com o meio ambiente são típicos de um sistema que envolve a política, o processo histórico e a percepção e outros elementos considerados no desenvolvimento sustentável.

1.1. Evolução tecnológica na agricultura e na abordagem do desenvolvimento sustentável

Os ambientes integralmente naturais não conseguem satisfazer adequadamente todas as necessidades humanas. Assim, os seres vivos modificam e interagem com a natureza, criando ambientes sintéticos para realizar seus desejos e necessidades. A intensificação das atividades humanas no planeta provocou alterações e degradações que colocaram em risco toda a biosfera². As causas e as seqüelas do tipo de desenvolvimento advindo do processo de industrialização que teve início no final do século XVIII e se intensificou nos séculos XIX e XX, principalmente no Pós-Guerra, tornaram-se alvo de preocupação. Esses fatos alteraram substancialmente o relacionamento entre o ser humano e a natureza, isto é, a população cresceu nas cidades, as pessoas passaram a trabalhar em fábricas e outras atividades urbanas, e, portanto, passaram de produtores para consumidores de alimentos.

Até o final do século XIX, as atividades agrícolas eram realizadas sob conhecimentos locais e tradicionais que, normalmente, eram recebidos dos antepassados. As técnicas utilizadas dependiam intensivamente dos recursos naturais e da mão-de-obra. As tecnologias aplicadas e as relações de oferta e procura dos produtos tinham uma forte aderência com o ambiente físico, climático e com o padrão sociocultural da região. No início do século XX

² Biosfera, ou ambiente natural, é a camada de vida que recobre a superfície da terra, localizada entre a crosta terrestre e a atmosfera.

uma série de descobertas científicas, aliadas ao grande desenvolvimento tecnológico, como fertilizantes químicos, motores de combustão interna, melhoramento genético de plantas acabaram por impor um novo padrão de desenvolvimento para a agricultura, principalmente na Europa e nos Estados Unidos.

Após a Segunda Guerra Mundial, esse padrão de desenvolvimento para a agricultura se intensificou na busca por maiores produtividades. Até então, os processos e as atividades agrícolas eram desenvolvidos por unidades produtivas que praticamente não mantinham relações entre si. Nos anos de 1960, a partir da Revolução Verde, foi instaurado um novo padrão, que recebeu várias denominações, agricultura moderna, produtivista, convencional, agroquímica ou de consumo.

Na Tabela 1, visualizam-se as taxas de crescimentos da produção agrícola, animal e agropecuária agregada, encontradas num estudo de Ávila e Evenson (2005). Na Tabela 2, observam-se as taxas médias de crescimento da produtividade total de fatores na produção agrícola, animal e agropecuária. De acordo com Vicente (2003), a produtividade total dos fatores é um quociente da soma ponderada da quantidade produzida pela soma ponderada dos fatores utilizados. A evolução representa deslocamentos na função e produção (progresso tecnológico), assumindo-se eficiência técnica, ou seja, a plena realização de potencial de determinada tecnologia. Gasques e Conceição (2000) recorrem aos estudos de Kuznets³ para lembrar que parte do aumento da produção não é obtida pelo acréscimo da quantidade de insumos, mas pela mudança da produtividade dos fatores de produção e mudanças estruturais.

Analisando a Revolução Verde pela conjugação do conceito de Vicente (2003) e as observações de Kuznets, bem como dos dados visualizados nas Tabelas 1 e 2 e nas Figs. 2, 3, 4 e 5, que destacam o aumento da produtividade e a redução do preço de alguns produtos agrícolas no Brasil no período de 1990 a 2005, pode-se inferir que os desdobramentos das tecnologias atenderam a seus objetivos. Houve um extraordinário salto na produtividade agrícola, ao ponto de derrubar a teoria de Malthus⁴. Porém, esse feito não exime a Revolução Verde de críticas, pois surgiram outros problemas de natureza social e ambiental que serão tratados ao longo do trabalho.

³ Simon Smith Kuznets (1901/1985) era economista e em 1971 recebeu o prêmio Nobel de ciências econômicas por sua interpretação empírica sobre o crescimento econômico baseado em novas estruturas sociais e econômicas do processo de desenvolvimento.

⁴ Malthus apregoava que o progresso no mundo e a felicidade das pessoas estariam ameaçados pelo fato que o crescimento populacional era maior que o crescimento da oferta de alimentos.

Tabela 1. Taxas de crescimento da produção agrícola, animal e agropecuária agregada, no período de 1961 a 2001, em três continentes e no Brasil.

Região	Agricultura		Pecuária		Agricultura agregada	
	1961/1980	1981/2001	1961/1980	1981/2001	1961/1980	1981/2001
África	1,76	2,24	2,51	1,95	1,86	2,11
Ásia	2,38	2,15	2,96	3,55	2,40	2,80
América Latina/Caribe	2,55	1,57	3,56	2,38	2,74	1,89
Brasil	3,20	3,60	4,28	4,58	3,72	3,41

Fonte: Ávila e Evenson (2005).

Tabela 2. Taxa média de crescimento da produtividade total de fatores na produção agrícola, animal e agropecuária, período de 1961 a 2001, em três continentes e no Brasil.

Região	Agricultura		Pecuária		Agricultura agregada	
	1961/1980	1981/2001	1961/1980	1981/2001	1961/1980	1981/2001
África	1,03	1,74	1,49	1,09	1,20	1,68
Ásia	1,71	2,02	2,20	3,45	1,92	2,50
América Latina/Caribe	1,45	2,26	1,39	2,13	1,36	2,24
Brasil	0,38	3,00	0,71	3,61	0,49	3,22

Fonte: Ávila e Evenson (2005).

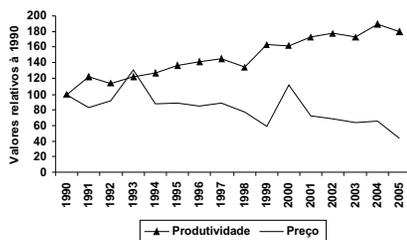


Fig. 2. Produtividade e preços relativos do arroz no Brasil, tendo como ano base 1990.
Fonte: Embrapa (2005), IBGE (2007).

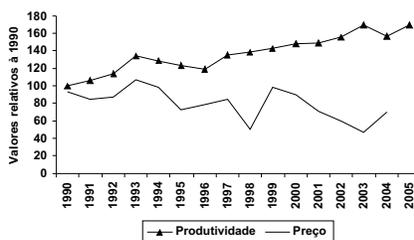


Fig. 3. Produtividade e preços relativos do feijão no Brasil, tendo como ano base 1990.
Fonte: Embrapa (2005), IBGE (2007).

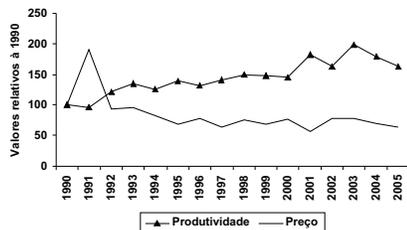


Fig. 4. Produtividade e preços relativos do milho no Brasil, tendo como ano base 1990.
Fonte: Embrapa (2005), IBGE (2007).

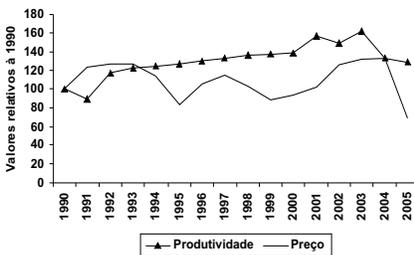


Fig. 5. Produtividade e preços relativos da soja no Brasil, tendo como ano base 1990.
Fonte: Embrapa (2005), IBGE (2007).

Críticas mais contundentes, sob a ótica estritamente econômica, feitas à Revolução Verde são direcionadas ao fato de que quase a totalidade da produção agrícola passou a depender de tecnologias e insumos, que são patenteados e exclusivos de grandes empresas transnacionais, que passaram a controlar a qualidade dos produtos, industrialização e acesso aos mercados.

Os céticos, diante da Revolução Verde, alegam também que o incentivo à produção ocorre por meio de políticas macroeconômicas e, principalmente, pela liberação de créditos subsidiados, que se destinam praticamente à aquisição de grandes máquinas agrícolas, agrotóxicos e equipamentos de irrigação. Dessa forma, os créditos disponíveis para a agricultura são direcionados à grande produção.

Outro momento histórico que acompanha as idéias da Revolução Verde é a política de substituição de importações que, na opinião dos críticos, incentivou a intensificação, a concentração, a baixa diversificação da produção e o comércio oligopolizado dos produtos agrícolas. As críticas concluem que esse conjunto de idéias prioriza a produção e processos para exportação (VEIGA et al., 2003).

Para Veiga et al. (2003), a natureza e a amplitude dos impactos da Revolução Verde não se devem somente à introdução indistinta de uma base tecnológica desenvolvida para regiões temperadas e eventualmente inaptas aos ecossistemas tropicais, mas também por incorporar uma lógica baseada na corrida pela lucratividade imediata e no caráter especulativo.

Existem ainda censuras ao modo de produção preconizado pela Revolução Verde devido a seu poder de degradação de grandes áreas e intensificação da contaminação dos solos, água, ar, animais, seres humanos e alimentos por agrotóxicos e fertilizantes químicos. São apontados como principais elementos causadores desses problemas a incorporação e utilização de áreas não aptas a determinadas explorações, situação conseguida graças ao artificialismo que os insumos proporcionam. A exploração de áreas não aptas contribui para o abandono de muitas parcelas após poucos anos de cultivo. As críticas apontam que os recursos produtivos são canalizados para áreas limitadas, provocando uma intensificação de utilização, favorecendo a degradação (SILVA, 1982; REIJNTJES ET AL., 1994; MOREIRA 2000; FERRAZ, 2003; PIORR, 2003).

Para Gallopin et al. (1995), as conseqüências do conjunto de circunstâncias da Revolução Verde foram: a) os preços dos alimentos, principalmente dos básicos, que, em grande parte, são produzidos pelos pequenos produtores foram reduzidos; b) redução nos investimentos em ações dirigidas para cuidar dos solos, florestas e água; c) desfavorecimento da equidade. Portanto, prejudicaram o nível de vida da maioria dos agricultores.

Nota-se também que, através dos tempos, os produtores perderam a autonomia de decidir o que e quanto produzir. Passou a vigorar uma organização intra e interempresas, um gerenciamento da produção, um padrão qualitativo, assim como os conceitos de flexibilização⁵ e competitividade. A atividade agrícola passou a ser dominada por valores e crenças culturais diferentes das que vigoravam em outras épocas.

Paralelamente às alterações, à emergência de processos e novas técnicas no modo de produção, ocorreram mudanças nos valores sociais, ou seja, as transformações técnicas foram acompanhadas de modificações de comportamento dos consumidores. No entanto, atualmente, os consumidores estão deixando de ser agentes passivos para serem co-participantes ativos no processo de transformação da agricultura, estando mais interessados em conhecer a origem e as técnicas utilizadas na produção agrícola.

Outro tipo de abordagem quando se trata da Revolução Verde é a explícita assimetria entre quantidade e qualidade, ou seja, antigamente a preocupação era com a quantidade, principalmente pelo lado do poder público, porém, com a urbanização crescente e a produção de alimentos em larga escala, passou a vigorar a valorização da qualidade. Para Sousa (2001), surge a partir desse momento, a necessidade de se estabelecerem normas oficiais de classificação e padronização dos produtos agrícolas e pecuários.

O modo de produção gerado pela Revolução Verde influenciou de forma significativa a agricultura brasileira. De acordo com Balsan (2006), modificou a estrutura, os processos e a distribuição espacial da produção. Os produtos para exportação foram mais valorizados, impulsionou-se a expansão da fronteira e a concentração fundiária, aumentou-se a pobreza no campo e o êxodo rural, promoveu-se a substituição de produtos, geraram-se incentivos governamentais diferenciados, gerou-se instabilidade do trabalho e aumentou-se a dependência do setor com os sistemas econômicos não rurais e com os complexos agroindustriais. Para Almeida (1997), a modernização da agricultura fez surgir um agricultor individualista, competitivo, questionador da tradicional concepção orgânica da vida social.

O modo de produção predominante na agricultura brasileira é considerado por alguns, como Moreira (2000) e Veiga et al. (2003) de modernização parcial e socialmente conservadora. Posto dessa forma, grande parte da responsabilidade dos problemas apontados nos parágrafos anteriores recaem sobre os produtores rurais, que foram eficientes e alcançaram resultados satisfatórios frente aos desafios que lhes foram impostos, ou seja,

⁵ É um termo bastante usado no sentido de facilitar adaptações rápidas no modo produtivo ou operacional de setores da economia via a desregulamentação de leis e normas.

produzir mais por unidade de área. Assim, talvez a forma justa de colocar o problema é dizer que as políticas da época não foram eficientes para calcular os reflexos negativos. Dessa forma, é prudente avaliar e identificar os pontos críticos e procurar estabelecer planos capazes de apontar estratégias de desenvolvimento sustentável para a agricultura brasileira.

1.2. Evolução e o estado da arte do conceito de desenvolvimento sustentável na agricultura

O ambientalismo contemporâneo vem sendo moldado desde os anos 60. Nessa época, havia nos países da Europa Ocidental, Estados Unidos, Canadá e Japão, um nível material de vida nunca antes alcançado pela humanidade. Nesse contexto, nasceram vários movimentos socioculturais⁶ que desafiavam os pilares da civilização ocidental e os valores da sociedade industrial de consumo (SILVA, 2003). Um desses movimentos foi o ambientalista, que contestava o modelo econômico e o tipo de desenvolvimento instaurado após a II Guerra.

No movimento ambientalista da década de 1960 havia um ceticismo quanto à capacidade das inovações tecnológicas contribuir para o uso mais racional dos recursos utilizados na produção de bens e serviços. Enzensberger (1976) considera que no período em questão não havia tecnologias apropriadas às expectativas ambientalistas e que isso inviabilizou a elaboração de planejamentos condizentes com as aspirações que se apresentavam. Faltavam, principalmente, tecnologias que alterassem questões físicas relacionadas com os fluxos de energia e de matéria. Portanto, havia uma incompatibilidade entre a velocidade com que se propunha implantar as mudanças e a capacidade de adaptação dos sistemas produtivos. Dessa forma, se fossem realizadas mudanças nas proporções sugeridas, provavelmente ocorreriam rupturas econômicas, institucionais, sociais e éticas, estéticas e culturais de proporções incontroláveis para o equilíbrio das sociedades.

Outras dificuldades enfrentadas por esses pioneiros foi a falta de nitidez entre objetivos, causas e efeitos das relações econômicas com o meio ambiente. Isso conduziu a indefinições e a falta de clareza de algumas propostas. Às vezes, cultuava-se a volta de tecnologias obsoletas, ignoravam-se as transformações, principalmente aquelas decorrentes dos avanços nos meios de transportes e comunicação, que influenciaram e modificaram substancialmente o comportamento das sociedades.

⁶ De acordo com Silva (2003), os movimentos feministas, indigenistas, ambientalistas e pelos direitos humanos, justiça étnica, equidade social, participação da sociedade civil e outros denunciaram: (i) a inconsistência do desenvolvimento derivado das "regras do jogo" do industrialismo; (ii) a conseqüente vulnerabilidade da humanidade e das demais formas de vida no planeta; e (iii) a necessidade de novas premissas para a prática sistêmica de um desenvolvimento que seja apropriado ao presente e sustentável em relação ao compromisso com as gerações futuras.

A estratégia utilizada pelos defensores do *status quo* foi outro obstáculo para a maior aceitação das questões levantadas nos anos 1960. Os que se opunham às mudanças qualificaram o movimento como uma manifestação de um grupo ecológico radical e inseqüente. Consideravam infundadas as argumentações expostas pelos ambientalistas de que a demanda das sociedades por produtos e serviços era a principal causadora da degradação da natureza. Portanto, na década de 1960, o movimento não conseguiu adesão de grande parte da sociedade, que preferiu alinhar-se à corrente dominante e entendeu que as propostas apresentadas eram antidesenvolvimentistas, ou seja, as determinações do movimento era um contra-senso com o pensamento da época, que exaltava o crescimento econômico a qualquer custo.

Em virtude do nível de adesão dos setores produtivos e da sociedade às idéias apresentadas não ter sido suficiente para promover as mudanças imediatas, os militantes do movimento ambientalista nos anos 1960 começaram a cobrar a presença do Estado nessa questão. Isso foi o primórdio da transformação da questão ambiental em questão política também.

O movimento ambientalista dessa década foi uma fase importante para o evolução da sustentabilidade. Dentre outras contribuições destacam-se a de ter despertado de maneira definitiva a atenção para os problemas ambientais e mostrar que era necessário mudar o modo de produzir, o comportamento e o relacionamento das sociedades com o meio ambiente.

A questão ambiental na década de 1970 apresentou dois marcos distintos. O primeiro foi o ceticismo e negativismo sobre o futuro. Os principais trabalhos⁷ publicados foram: “a tragédia dos comuns”, “a bomba demográfica”, “a estratégia do desenvolvimento do ecossistema”, “fechando o círculo”, “o limite do crescimento”, publicados respectivamente por Hardin em 1968, Ehrlich em 1969, Odum em 1969 e Commoner em 1971 e Meadows em 1972 (NELISSEN et al., 1997). Em 1971, Georgescu-Roegen, economista romeno, escreveu o livro, *A Lei da Entropia e o Processo Econômico*⁸. No quadro evolutivo da sustentabilidade, os trabalhos publicados na década de 1970, apesar de serem imprecisos quanto ao prognóstico do grau da ameaça causada pelo ritmo de crescimento e pelo padrão de produção, contribuíram para não deixar dúvidas quanto à gravidade do problema, provocar e acelerar a busca de novas situações.

⁷ Alguns autores desses trabalhos foram chamados de profetas do apocalipse.

⁸ Título original “The Entropy Law and the Economic Process”. Nesse trabalho, ele demonstra como o crescimento econômico vigente transforma de forma acelerada e inexorável materiais e energias de baixa entropia em outros de alta entropia. Afirma que isso intensifica e amplifica a produção de calor e, portanto, gera o aquecimento global, além de ir esgotando as fontes não-renováveis desses materiais e energias de baixa entropia (a matéria organizada e útil).

Outro marco importante na década de 1970 foram os grandes passos para a mudança em decorrência das conferências convocadas e organizadas por organismos com atuação mundial. Em 1971 ocorreu em Founex (Suíça) uma reunião de especialistas em desenvolvimento e meio ambiente. No ensejo foi lançado o programa “O Homem e a Biosfera”. Em 1972 ocorreu a Conferência de Estocolmo – Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano⁹. Na oportunidade foi criado o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA). Nesses eventos não se discorreu em detalhes sobre como resolver os problemas ambientais, mas tratou-se de mostrar que essa questão inspirava maiores cuidados e que as soluções dos conflitos passavam por uma ação coletiva entre os países.

As movimentações na década de 1970 ocorreram sob o arrimo de que o desenvolvimento estava atrelado aos seguintes valores: a) progresso tecnológico; b) ambição de um pleno domínio sobre a natureza; c) escassez dos recursos naturais frente à demanda; e d) perda incessante de biodiversidade. Nessa época praticamente não havia alternativas tecnológicas com capacidade de conciliar o desempenho das atividades econômicas e a preservação do meio ambiente. Esse fato pode ser evidenciado pelo antagonismo das proposições apresentadas para solucionar o impasse. As propostas variavam de um plano de crescimento zero¹⁰ até uma proposta oposta, ou seja, uma alta taxa de crescimento. A justificativa no primeiro caso era poupar os recursos, no segundo, acreditava-se que com o crescimento seria mais fácil financiar a pesquisa e a difusão de inovações. Nessa época não se discutiam formas de corrigir as distorções de mercado e nem caminhos alternativos para aumentar a eficiência material e energética. Para Godard (1997), a distância entre as propostas apresentadas evidenciava a necessidade de novos modelos de desenvolvimento.

Em suma, na década de 1970 houve um pessimismo quanto ao futuro da humanidade. O debate ocorrido nesse período foi muito importante para romper a inércia da sociedade e dos governos com relação aos problemas apresentados. Provocou-se uma reação dos organismos internacionais, que

⁹ Na Conferência de Estocolmo os países em desenvolvimento refutaram a tese de que era a pobreza a principal causa dos problemas ambientais, mas sim o estilo de produção utilizado nos países industrializados, tanto nos países capitalistas quanto nos socialistas. Argumentavam que esses países requeriam grande quantidade de recursos e energia do planeta e produziam grande parte da poluição e do impacto ambiental negativo. Para Gallopin et al. (1995), diminuir os níveis e o padrão de consumo individual das minorias mais ricas não é o caminho mais factível, visto que as coisas devem ser consideradas de forma integrada.

¹⁰ De acordo com Vivien (2005), com essa proposta o Clube de Roma pretendia promover uma redistribuição de riqueza em âmbito mundial, ou seja, reduzir o crescimento nos países do norte e aumentar o desenvolvimento nos países pobres do sul.

passaram a discutir o assunto com os governos. No entanto, a geração de tecnologia apresentou poucos resultados. Por outro lado, os ambientalistas tornaram-se mais holísticos¹¹ e entraram na política como forma de colocar em pauta suas opiniões.

Um marco meritório na trajetória ambientalista foi a Assembléia Geral do *World Commission on Environment and Development* em 1987, que apontou três pontos importantes: a) necessidade de reexaminar as críticas ambientais e de desenvolvimento e formular uma proposta de relacionamento real entre elas; b) proposição de novas formas de cooperação internacional sobre esses tópicos; c) ampliação do nível de entendimento dos objetivos, metas e papel das organizações, empresas, institutos e governos.

Um documento importante foi o relatório “Nosso Futuro Comum”, elaborado pela Comissão Brundtland em 1987, feito sob a responsabilidade da Comissão Mundial para o Ambiente e Desenvolvimento¹². Esse documento identificou os principais e possíveis problemas ambientais que tolhiam o desenvolvimento de muitos países e colocou de modo incisivo o tema meio ambiente como prioridade internacional. Foi nele que pela primeira vez apareceu a expressão “desenvolvimento sustentável”¹³.

O texto da Comissão Brundtland não repete as questões entre a pobreza versus crise ambiental e poluição¹⁴, abordadas com veemência em trabalhos anteriores¹⁵. Ao contrário, tratou da possibilidade de uma nova era de crescimento econômico, baseada em políticas que sustentassem e

¹¹ Entendendo como holístico a abordagem complexa e organizada de um processo.

¹² Criada em 1983 pela Resolução no 38/161 da Assembléia Geral das Nações Unidas.

¹³ “A humanidade é capaz de tornar o desenvolvimento sustentável - de garantir que ela atenda as necessidades do presente sem comprometer a capacidade de as futuras atenderem também às suas ...” (COMISSÃO MUNDIAL SOBRE O MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO, 1991).

¹⁴ O termo poluição tem sua origem no verbo latino *polluere*, que significa “sujar”. Entretanto, as alterações ambientais, hoje observadas, têm alcançado outros níveis de complexidade, determinando uma abrangência maior por designar o significado dessa palavra, inclusive com a inclusão de problemas como poluição sonora e visual. Em tempos modernos o termo refere-se a qualquer alteração provocada no meio ambiente (IBGE, 2005). A Lei nº. 6.938, de 31 de agosto de 1981, que estabelece as bases para a Política Nacional do Meio Ambiente no Inciso III, define poluição com sendo a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente: a) prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população; b) criem condições adversas às atividades sociais e econômicas; c) afetem desfavoravelmente a biota; d) afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente; e) lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos.

¹⁵ No capítulo “Da terra ao mundo” está escrito: “Este relatório (Nosso Futuro Comum) não é uma previsão de decadência, pobreza e dificuldades ambientais cada vez maiores num mundo cada vez mais poluído e com recursos cada vez menores. Vemos ao contrário, a possibilidade de uma era de crescimento econômico, que tem de se apoiar em práticas que conservem e expandam a base dos recursos naturais ...”. (COMISSÃO MUNDIAL SOBRE O MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO, 1991).

expandissem o uso dos recursos básicos. A proposta tinha como princípio que a produção de riqueza é absolutamente essencial, mas deve ocorrer com a geração de bem-estar social e sem comprometer o futuro da espécie humana.

Portanto, a partir da década de 1980, a discussão da complexidade da vida e das atividades econômicas nas sociedades adquiriu novos contornos e dimensões, e o ambientalismo ganhou consistência. Houve uma ampliação da questão ambiental e um maior alinhamento dos cientistas. Dois fatores que contribuíram para essa nova situação: a maior organização dos ambientalistas e o aprofundamento dos estudos científicos mostrando que as externalidades negativas das atividades econômicas poderiam provocar desastres nas proporções previstas pelos especialistas¹⁶, portanto, era necessário mudar o padrão de produção. Para McCormick (1992), esse movimento foi mais racional do que os anteriores.

Nos anos 1990, John Elkington criou o termo *triple bottom line accounting*, que significa expandir a tradicional estrutura de avaliação das empresas, que tem em conta quase exclusivamente os resultados econômicos, para que fosse também considerado o desempenho ambiental e social.

Nas últimas décadas surgiram várias correntes e propostas de modos de produção agrícola, como agricultura natural, biodinâmica¹⁷, biológica¹⁸, ecológica, permacultura¹⁹ e outras. De um modo geral, estes tipos de produção propõem a baixa utilização de insumos. Essas propostas não conseguiram estabelecer-se como paradigmas de produção, ou seja, o nível de adesão não foi suficiente para alterar o modo de produção vigente. De certa forma, foram consideradas tecnologias alternativas.

¹⁶ Malthus tinha certa dose de razão ao tratar da possibilidade de carência absoluta. A crítica, apoiada nas leis de termodinâmica e a recomendação de usar fontes de baixa entropia, devido à excessiva utilização de insumos e energias nos processos de transformações, são alguns exemplos de que os alertas possuem coerência entre as hipóteses levantadas e a realidade. Essas teorias e outras certamente contribuíram para a sociedade perceber que as ameaças apresentadas ao longo dos tempos estão, em maior ou menor grau, se concretizando.

¹⁷ Desenvolvida na Suíça, em 1924, por Rudolf Steiner, vê a propriedade agrícola como um organismo, considerando fundamental a interação entre a produção animal e a produção vegetal (MARZALL, 1999).

¹⁸ Desenvolvida na França, por Claude Aubert, não vê como essencial a associação com a pecuária. Defende que a fertilização do solo seja feita a partir da utilização de matéria orgânica, mas não exclui a fertilização mineral a partir de rochas moídas (MARZALL, 1999).

¹⁹ A palavra Permacultura foi introduzida por Bill Mollison para descrever a transformação da agricultura convencional em uma agricultura permanente. Ou seja, a manutenção de ecossistemas produtivos e da diversidade, estabilidade e resistência dos ecossistemas naturais. Busca a integração harmoniosa e sustentável entre pessoas, paisagem, produção de alimentos, energia e habitação, entre outras necessidades materiais e não-materiais.

Como referencial sobre a sustentabilidade na agricultura, citam-se três exemplos: a visão da Política Agrícola Comum (PAC) da União Européia, que nos últimos anos tem dado menor importância aos mecanismos de mercado e preocupando-se em satisfazer a demanda de grande parte da população por segurança alimentar, qualidade dos gêneros alimentícios, diferenciação dos produtos, bem-estar dos animais, qualidade ambiental e a conservação da natureza (COMMISSION EUROPÉENNE, 2004).

Outra maneira de tratar da sustentabilidade é a posição do World Business Council for Sustainable Development (1999), que considera os seguintes critérios como essenciais quando se deseja promover a produção e o consumo sustentável: a) estimular as forças de mercado; b) promover maior eficiência no uso de materiais e energia; c) estabelecer sistemas de preços que internalizem os custos ambientais; d) considerar todos os efeitos do ciclo de vida do produto, promover e incentivar a reciclagem e reuso de matérias-primas; e) promover flexibilidade para escolher soluções efetivas; f) promover melhorias contínuas nos processos; g) estimular o crescimento econômico; h) promover inovações; i) minimizar barreiras comerciais; j) promover e apoiar tecnologias e sistemas participativos.

Uma terceira abordagem da sustentabilidade considera as afirmativas da *Organization For Economic Co-operation and Development* (OECD, 2006), de que os desafios para promover a produção e o consumo sustentável são: a) produção suficiente de alimentos para atender à atual e a um eventual crescimento da demanda mundial; b) que a atividade apresente condições de competir com as outras atividades econômicas existentes na região; c) adoção de tecnologias mantenham ou aumentem os efeitos ambientais benéficos, como, por exemplo, contribuir para a acumulação de águas e controle de enchentes, aumentar a eficiência do seqüestro de carbono e a qualidade do ar e da água; d) garantir de sustentabilidade do uso de recursos naturais, mantendo a produtividade dos solos; e) redução da taxa de emissão de gases²⁰ de efeito estufa²¹; f) impedimento do uso excessivo de agrotóxicos, que por

²⁰ Estima-se que a agricultura nos países do OECD é responsável por 9% da do total da emissão de gases de efeito estufa (GEE). Os Principais GEE são: Vapor d'água (H₂O), Ozônio (O₃), Dióxido de carbono (CO₂), Metano (CH₄), Óxido nitroso (N₂O), Clorofluorcarbonos (CFCs), Hidrofluorcarbonos (HFCs) e Perfluorcarbonos (PFCs).

²¹ O efeito estufa é um fenômeno natural. Sem esse efeito, a temperatura da terra seria de 17 graus negativos. Portanto, dentro de certos limites, este fenômeno possibilita as atuais formas de vida na terra (PEREIRA; MAY, 2003). O problema é que a maior concentração dos gases de efeito estufa faz com que a temperatura da Terra esteja em constante crescimento, o que pode ocasionar grandes distúrbios climáticos.

deflúvio pode causar contaminações; g) conservação dos habitats naturais; h) proteção da biodiversidade²², vida selvagem e paisagens.

Em suma, as empresas e produtores rurais devem estar compromissados com a reposição dos recursos utilizados. Essa pode ser considerada uma exigência mínima, pois o ideal é que se promovam melhorias. Se por alguma circunstância os atores não conseguirem recuperar o meio ambiente, deve haver uma compensação. Nesse contexto, ficam implícitas as idéias de passivo ambiental²³, da necessidade de se ter instrumentos de avaliação, de gestão, dos princípios da precaução²⁴, do poluidor-pagador²⁵ e dos mecanismos de reciclagem e conservação, bem como da realização de investimentos em tecnologia de processos de contenção ou eliminação de poluição.

²² A biodiversidade traz intrinsecamente valores ecológicos, sociais, genéticos, econômicos, científicos, educacionais, culturais, recreativos e estéticos. Uma característica importante para se preocupar com a biodiversidade é o fato de que a especialização e a homogeneização causada pela monocultura destroem a biodiversidade, conseqüentemente quebram as retroações reguladoras do meio ambiente e causam a degradação, que, por sua vez, pode, no longo prazo, causar a morte do sistema ou até mesmo do ecossistema em que está inserido. No Brasil, essa questão está normatizada pelo Decreto no 4.339, de 22 de agosto de 2002, que instituiu princípios e diretrizes para implantar a Política Nacional de Biodiversidade.

²³ Em termos contábeis, passivo são as obrigações das empresas com terceiros, sendo que tais obrigações, mesmo sem uma cobrança formal ou legal, devem ser reconhecidas. Passivo ambiental é o conjunto de obrigações efetivas ou potenciais representados pecuniariamente e que oneram o patrimônio de uma determinada empresa, ou seja, a obrigação e a responsabilidade social de uma empresa reparar os efeitos ambientais adversos gerados pela sua atividade produtiva, sejam eles de natureza física, biológica e/ou antrópica.

²⁴ Deve ser utilizado quando não há plena certeza científica dos efeitos que um procedimento ou medida pode causar sobre a vida, saúde ou meio ambiente.

²⁵ O princípio do pagador-poluidor (*polluter-pays principle*) também é chamado de princípio da responsabilidade ou responsabilização. Essa última designação está sendo utilizada para evitar a interpretação equivocada de que é permitido poluir mediante o pagamento de um montante financeiro, pois a verdadeira aceção é evitar o dano ambiental. O princípio tem caráter preventivo, mas caso ocorra o dano haverá uma indenização, uma reparação. O primeiro passo oficial para colocar esse princípio em prática foi a Declaração do Rio (1992), em seu Princípio 16; “As autoridades nacionais devem esforçar-se para promover a internalização dos custos de proteção do meio ambiente e o uso dos instrumentos econômicos, levando-se em conta o conceito de que o poluidor deve, em princípio, assumir o custo da poluição, tendo em vista o interesse público, sem desvirtuar o comércio e os investimentos internacionais”. O princípio do poluidor-pagador foi introduzido em nosso ordenamento jurídico pelo art. 4, VII, sendo complementado pelo art. 14, §1º, ambos da Lei de Política Nacional do Meio Ambiente (6.938, de 31.08.1981)(1). Acrescenta-se o fato de a Constituição de 1988 ter incluído tal princípio entre os seus artigos, os §§ 2º e 3º, do art. 225, que obriga o poluidor (explorador) a recuperar e reparar eventuais danos ao meio ambiente (RODRIGUES, 2006).

A nova ordem econômica mundial possui um caráter corporativo e transnacional, e as cadeias produtivas estão-se adaptando a essa nova forma. Finalmente, é importante compreender que o capitalismo global está penetrando em novas esferas da existência humana. No princípio, o capitalismo controlava os meios de produção, depois passou a controlar a oferta dos produtos comerciais e agora está controlando a demanda e os consumidores (SILVA, 2003).

Os consumidores estão, desde o final do século XIX²⁶, preocupados em se instrumentalizarem para conhecer a origem e a qualidade dos bens e produtos que adquirem. Os programas de rotulagem de produtos servem como instrumentos de informações acuradas a serem prestadas aos consumidores, ou seja, fornecem elementos que subsidiam os consumidores a conhecerem como um produto foi obtido. São instituídas normas que buscam adotar medidas para garantir um ambiente de trabalho limpo e seguro para todos os funcionários, prevenir e eliminar efeitos de potenciais fontes de contaminação dos produtos alimentícios. Para tanto, são abordados temas como o uso de terras, de fertilizantes, água, controle de pragas e monitoramento do uso de defensivos, práticas de colheita e armazenamento.

O objetivo da rastreabilidade e da certificação de um produto é permitir uma correlação entre o produto e a documentação associada a ele, possibilitando reconhecer sua história (CAMPANHOLA, 2004). Essa informação tem como objetivo permitir que os consumidores comparem o desempenho ambiental de produtos semelhantes e façam opção por aquele cujo ciclo de vida cause menores danos ambientais. Os processos de rastreabilidade e de certificação estão sendo implantados em todos os países do mundo. Um sinal da força destas medidas é que nos Estados Unidos e na Europa, que são os maiores mercados consumidores e determinam o comportamento mundial, esses mecanismos estão-se ampliando e se aperfeiçoando cada vez mais.

²⁶ Os programas de rotulagem tiveram origem em 1894 nos Estados Unidos. Os primeiros rótulos eram etiquetas de advertência referentes aos efeitos negativos que um produto podia causar sobre a saúde ou o meio ambiente. Mas a preocupação por padrões de referência é bem mais antiga. Já em 1906 a organização International Electrotechnical Commission (IEC) estabeleceu normas para os eletrodomésticos. De acordo com Campos e Corrêa (1998), na década de oitenta a rotulagem passa a ser parte das estratégias de comercialização de algumas empresas, na busca de conquistar clientes ou agregar valor aos seus produtos. Modalidades de programas de rotulagem ambiental: a) – selos ambientais, baseados em análise de ciclo de vida e formulação de critérios múltiplos; b) – selos ambientais relativos a um atributo em particular (single attribute certification); c) selos ambientais, baseados em análise de ciclo de vida, mas sem critérios de experiências; d) selos com informações ambientais; e) rótulos de advertência.

Como exemplos, citam-se as ferramentas de certificação da Organização Internacional de Normatização²⁷ (International Standardization Organization – ISO), Environmental Management and Auditing Scheme (EMAS) e a metodologia de análise de ciclo de vida. Outro exemplo interessante é do EurepGAP (EUREP- Retailers Produce Worlding Group e GAP – Good Agricultural Practice), que é um protocolo de conduta formulado por uma rede de varejistas europeus para um sistema de gestão de qualidade na produção de frutas, vegetais frescos, flores e carne. Portanto, trata-se de uma regulamentação privada com o objetivo de garantir a segurança alimentar dos produtos que são oferecidos aos consumidores. Nesse caso, certifica-se nas etapas agrônômicas da produção como foi a utilização de agrotóxicos, se foram tomadas medidas para a preservação do meio ambiente.

Na Europa muitas empresas do setor agroalimentar são obrigadas a cumprir regras sustentadas nos princípios que estão na base do sistema HACCP (*Hazard Analysis Critical Control Point*) – Análise dos Perigos e Pontos Críticos de Controle - APPCC²⁸, que garantam a segurança dos alimentos. Para tanto, os procedimentos cobrem todas as suas fases de produção, desde a matéria-prima até a distribuição. A introdução dos planos de APPCC, um fenômeno mundial, foi primeiramente adotada de forma voluntária e, posteriormente, obrigatória na cadeia de produção de carnes.

Os critérios da ISO 14000 também têm sido bastantes utilizados pelas empresas. Os esforços nessa família da ISO são direcionados para a questão

²⁷ A International Organization for Standardization (ISO) é uma organização não-governamental fundada em 23 de fevereiro de 1947, coordenada por uma secretaria central situada em Genebra, Suíça. Atualmente é formada por uma rede de institutos nacionais em 146 países. Tem como objetivo ser um fórum internacional de normalização. Para tanto, atua como entidade harmonizadora das propostas das diversas agências nacionais que participam da rede. Procuram obter consenso entre as delegações representantes para estabelecer padrões que atendam às exigências dos atores envolvidos na produção e consumo de produtos e serviços. O papel da organização é oferecer um arcabouço conceitual com uma linguagem tecnológica comum entre os produtores e os consumidores, de modo a facilitar a negociação e a transferência de tecnologia. As primeiras normas publicadas pela International Standardization Organization foram em outubro de 2000 na Europa.

²⁸ O APPCC é um sistema racional e lógico de caráter preventivo na avaliação dos perigos e seus riscos associados à segurança alimentar ao longo da produção, processamento e distribuição dos alimentos. Este sistema baseia-se em sete princípios: a) identificar qualquer risco de contaminação do produto por perigo biológico, químico ou físico que necessite ser prevenido, eliminado ou reduzido; b) identificar os pontos críticos de controle no fluxograma da produção; c) estabelecer os limites críticos nos pontos críticos (PCC) de controle; d) estabelecer procedimentos de monitoramento dos PCC's; e) estabelecer ações corretivas a serem realizadas se um PCC não estiver sob controle; f) estabelecer procedimentos para verificar se os procedimentos anteriores são adequados; g) estabelecer documentos e registros que demonstrem a aplicação efetiva das medidas do plano APPCC.

da gestão ambiental. Isto significa que a organização procura minimizar os efeitos prejudiciais causados pelas atividades humanas sobre o meio ambiente e buscar continuamente a melhoria do desempenho ambiental da empresa. O objetivo geral da ISO 14000 é fornecer assistência para as organizações na implantação ou no aprimoramento de um Sistema de Gestão Ambiental (SGA). Ela é consistente com as proposições gerais de “Desenvolvimento Sustentável” e compatível com diferentes estruturas culturais, sociais e organizacionais. Para Vivien (2005), as normas da International Organization for Standardization (ISO) procuram certificar práticas ecoeficientes para informar aos consumidores. O autor destaca o fato de que são normas privadas e são mais aceitáveis do que normas públicas.

Com relação à certificação e rastreamento a WBCSD recomenda ainda, que as empresas não se contentem com relatórios isolados de ecoeficiência, mas integrados com informações de outros processos, por exemplo, auditoria externa e relatório financeiro World Business Council for Sustainable Development (1999).

Atualmente muitos alertas apresentados no passado estão-se concretizando, não necessariamente nas proporções e modos previstos²⁹. Assim, essas advertências contribuíram para que as sociedades, principalmente de países desenvolvidos da Europa³⁰, estejam sensibilizadas e preocupadas com o desenvolvimento sustentável.

Os acontecimentos climáticos ocorridos nos Estados Unidos da América atribuídos como conseqüências das mudanças do clima, principalmente as inundações em Nova Orleans, começaram a mudar o discurso do governo daquele país, que até recentemente não era favorável a promover mudanças. A China pressionada pelos demais países também já admite flexibilizar suas posições. As estimativas do relatório final sobre mudanças climáticas apresentadas pelo Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC), criado pela ONU, divulgado em Paris em janeiro de 2007, causaram um grande impacto, principalmente pelas conclusões apresentadas no “Resumo para os Formuladores de Políticas”.

Portanto, o momento é favorável para promover mudanças, diferente de épocas passadas, quando as empresas, os governos e as sociedades não estavam preparados, e os interessados eram conflitantes, dificultando a realização de mudanças no modo de produzir.

²⁹ É importante lembrar que vários e graves desastres ambientais ocorreram em diversas regiões entre 1960 e 1980 como: Baía de Minamata (Japão 1956-1968), o escândalo denunciado no livro “A primavera silenciosa” (1962), Bhopal (Índia - 1984), Chernobyl (antigo território da União Soviética, atualmente Ucrânia - 1986).

³⁰ Outros fatores que podem ser atribuídos para a maior preocupação dessa região é a formação do bloco e o nível de renda da população.

As origens da degradação podem ser pela redução do recurso natural devido à sua utilização e ocorrência de externalidades negativas, como contaminações, poluição, erosão e outras. O grau de reação e de conseqüência depende da intensidade da deterioração e do desgaste que o processo antrópico provoca no meio ambiente. A degradação ambiental pode significar redução, aviltamento ou até privação de qualidade ou propriedades dos recursos naturais.

A legitimidade do conceito de sustentabilidade ambiental, social e econômica cresceu, e o desenvolvimento sustentável tornou-se um tema imperativo em todas as sociedades. Porém existe diversas maneiras para tratar do assunto. Para Sachs (1993), a sustentabilidade abrange cinco dimensões; social, econômica, ecológica, territorial e cultural:

- a) Social: busca a homogeneidade do tecido social envolvendo a distribuição de renda justa, emprego com qualidade, igualdade no acesso aos recursos e serviços sociais, ou seja, o atendimento de necessidades materiais e não-materiais. O seu grande objetivo é reduzir as desigualdades sociais;
- b) Econômica: avaliada também em termos macrossociais e não apenas pela lucratividade empresarial. Os principais elementos macrossociais são: o desenvolvimento econômico intersetorial equilibrado, segurança alimentar, capacidade de modernização contínua dos instrumentos de produção, nível de autonomia na pesquisa científica e tecnológica e a inserção soberana na economia internacional. Com esses fatores pretende-se buscar menor dependência de fatores externos e aumentar a produção e a riqueza social;
- c) Ecológica: relaciona-se com o limite do uso dos recursos não-renováveis, com a preservação do potencial do capital natureza. Busca-se a qualidade do meio ambiente e a preservação das fontes de recursos energéticos e naturais para as próximas gerações;
- d) Territorial: preocupa-se com uma configuração mais equilibrada, melhor distribuição territorial de assentamentos e das atividades econômicas. Para atingir esses objetivos, devem elaborar-se estratégias de desenvolvimento que superem as disparidades inter-regionais, inclusive a rural-urbana, e que sejam ambientalmente seguras, principalmente para áreas ecologicamente frágeis, visando à conservação da biodiversidade pelo ecodesenvolvimento³¹;

³¹ Para Vivien (2005), o ecodesenvolvimento associa a economia rural de países do terceiro mundo. Nesse caso os problemas de desenvolvimento são, antes de tudo, institucional e político. A questão de escolha tecnológica é um tema central e deve respeitar a autonomia de decisões à comunidade local, deveres dos cidadãos e a prudência ecológica.

e) Cultural: leva em conta a dimensão cultural, ou seja, as soluções dos problemas devem tratar com reverência as especificidades de cada ecossistema. Portanto, a sustentabilidade dá-se em função do sistema e do ambiente que o envolve.

Outros autores, por exemplo, Conway e Barbier (1990), Caporal (1999) e Gordon (2005) tratam a sustentabilidade agrícola em termos de manutenção do sistema de produção em condições de produzir e manter a produtividade, mesmo quando submetido a choques socioeconômicos e ambientais. Para o primeiro autor, a sustentabilidade agrícola de um agroecossistema³² é ameaçada por restrições ecológicas e pressões socioeconômicas. Essa última condicionada ou decorrente da indisponibilidade de insumo, variações no preço dos produtos e flutuações na produção, em consequência de problemas biológicos. O segundo autor fala de estresses ou choques que podem causar efeitos adversos intermitentes ou contínuos. Gordon (2005) cita como estresses relacionados a atividades agrícolas: problemas de salinidade, de ataque de pragas, de erosão e dívidas contraídas pelos atores. O mesmo autor cita como exemplos de choque nas atividades agrícolas: surto de doença, estiagem ou aumento repentino no preço de insumos. Conway e Barbier (1990) consideram que a sustentabilidade determina a persistência da produtividade de um sistema, que a introdução de *inputs* humanos pode conter as tensões ou choques e que a abrangência da sustentabilidade agrícola pode ser considerada desde um campo de cultivo até uma nação.

Autores como Gliessman (1998), Reijntjes et al. (1994) e Marcatto (2006) afirmam que, quando se deseja que os processos produtivos desenvolvidos pelos seres humanos sejam sustentáveis, é necessário que as atividades desenvolvidas não só protejam o ambiente e evitem a sua degradação, mas causem o mínimo de efeito negativo, e, se possível, recuperem os recursos naturais, incluindo a idéia de preocupação com a qualidade ambiental e conservação da natureza.

De acordo com Reijntjes et al. (1994), os processos agrícolas são economicamente estáveis e viáveis quando são lucrativos e os riscos de produção são reduzidos, ou seja, consegue manter-se a produção, produtividade e a renda

³² Agroecossistema é um lugar de produção agrícola entendido como um ecossistema, ou seja, um sistema funcional de relações complementares entre organismos vivos e seu meio (GLIESSMAN, 1998). Para Altieri (1995, p. 41), agroecossistema é a unidade ecológica fundamental. Ela contém componentes bióticos e abióticos que são independentes e influenciam nos ciclos de nutrientes e fluxo de energia. Os processos biológicos e as relações socioeconômicas são vistas e analisadas em seu conjunto. De acordo com Gallopin et al. (1995), agroecossistema é um sistema ecológico modificado pelos seres humanos com a finalidade de produzir alimentos, fibras, matérias primas ou outros produtos agrícolas. É, portanto, um sistema com objetivos bem definidos e meios ou instrumentos para alcançá-los.

através do tempo, mesmo na presença de repetidas restrições ecológicas e pressões socioeconômicas. Para Marcatto (2006), os processos produtivos devem ainda garantir a subsistência e a autonomia de todos os grupos sociais envolvidos na produção e promover a prosperidade das comunidades.

Os autores Fearnside (1986), Reijntjes et al. (1994), Ghini e Bettiol (2000), Marcatto (2006) e Martins (2006) relatam que a sustentabilidade está relacionada também com fatores socioculturais, por isso ela deve ser construída de modo democrático e participativo por meio de processos que possibilitem o compartilhamento de conhecimentos³³. A sustentabilidade agrícola também está relacionada com a possibilidade de acesso de todos os grupos sociais ao solo, água, outros recursos e produtos. É importante considerar, ainda, que as atividades desenvolvidas gerem empregos e que satisfaçam às necessidades humanas básicas, como a segurança alimentar, habitação e qualidade de vida e preserve a cultura e os recursos genéticos. Baseando-se nessa última premissa, Lima e Bursztyń (2000) afirmam que é essencial o reconhecimento de que a agricultura familiar³⁴ e as pequenas propriedades são as que reúnem melhores condições para resistirem aos interesses e *lobby* das grandes empresas transnacionais de engenharia genética.

Para tratar da sustentabilidade de um sistema de produção de grãos é essencial considerar a exigência por qualidade e diversificação de produção dos gêneros alimentícios, o desenvolvimento econômico intersetorial equilibrado, a capacidade de modernização contínua dos instrumentos de produção, o nível de autonomia na pesquisa científica e tecnológica, a inserção do país ou região de forma soberana na economia internacional ou na economia local.

O desenvolvimento sustentável também implica evolução constante, auto-organização, e adaptação às mudanças. Para isso, um amplo leque de respostas adaptadas para os novos desafios deve estar disponível para potencial adoção. A diversidade é importante, pois aumenta a possibilidade de opções de resposta em tempo oportuno e com eficácia. Quanto maior a variabilidade do sistema, maiores são suas chances de encontrar soluções para os problemas derivados das alterações e pressões sofridas, significando maior competitividade ao sistema e ao território. Portanto, a diversidade de processos e funções é um dos importantes pré-requisitos para a sustentabilidade. Por contraste, a falta de alternativas, como a monocultura, conduz à maior vulnerabilidade de um sistema agrícola de uma região.

Outro conceito que está se incorporando às tradicionais dimensões da sustentabilidade é o de território. Para Bohorquez (2002), um território possui características naturais e uma população com atitudes, aptidões e

³³ Também se encaixa com *empowerment*.

³⁴ Agricultura familiar e pequeno produtor, no texto, significam a mesma coisa

organização própria. A idéia de gestão do território foi introduzida na França nos anos 1950. No Brasil, essa abordagem vem ganhando rápido interesse. Nesse conceito estão implícitas todas as atividades humanas, suas causas, conseqüências, tendências e dinâmicas. Conseqüentemente, a ação e o debate do Estado em conjunto com os grupos de atores locais são fundamentais para corrigir e amenizar os problemas gerados pelas atividades econômicas nas questões sociais e ambientais.

Campanhola (2004) diz que a territorialidade³⁵ representa uma nova relação entre produtor e consumidor, criando capacidade para o produtor desenvolver mecanismos para sua presença no mercado. Morin (2000) qualifica a territorialidade como uma ação que valoriza os “saberes locais”. Sachs (2000), em complementação, considerar a territorialidade como uma forma de responder às exigências de desenvolvimento sustentável. A teoria da ação coletiva complementa a idéia de território, em que estudiosos como Mark Granovetter, Mancur Olson, Wellman e Arrow vêm pesquisando de forma interdisciplinar os coletivos, as redes sociais e suas dinâmicas (COSTA, 2004).

Olson (1999) fundamentou a teoria da ação coletiva a partir da observação da existência de atitudes típicas de indivíduos utilitaristas, ou seja, indivíduos que agem de acordo com o próprio interesse e buscam maximizar seu benefício pessoal. Esse autor partiu do comportamento individual e chegou ao comportamento coletivo, baseando-se na crença de que existem pontos comuns entre os indivíduos de uma comunidade e que esses pontos podem ser alcançados por meio de uma ação coordenada, onde ocorram negociações que relevem a dinâmica do coletivo em busca de uma coerência interna que corresponda às expectativas externas. Essa abordagem favorece que os atores tenham visão contextual de mundo, ou seja, interpretação geral e não fragmentada dos desafios.

De acordo com Gallopin et al. (1995), a sustentabilidade salienta: (a) melhoria da qualidade de vida e redução da poluição causada na produção dos bens e serviços; (b) necessidades não materiais dos seres vivos; (c) sociedades dependentes substancialmente do meio ambiente e do desenvolvimento econômico e da inter-relação desses componentes. Segundo Manzini e Vezzoli (2002), o controle do impacto provocado no ambiente pelas atividades humanas depende de três variáveis fundamentais: da população, da procura do bem-estar humano e da ecoeficiência das tecnologias aplicadas, isto é, da maneira como o metabolismo do sistema produtivo é capaz de transformar recursos ambientais em bem-estar humano.

³⁵ Territorialidade diz respeito a interações humanas dentro de um determinado espaço (território), portanto, abrange questões concretas e abstratas, objetivas e subjetivas, materiais e imateriais, emotivas e perceptivas.

Para Gallopin et al. (1995), desenvolvimento sustentável implica: a) *empowerment* que trata da mobilização da sociedade civil e a plena participação de todos os setores envolvidos nas decisões que afetam o sistema alvo; b) garantia da preservação dos recursos naturais e dos serviços ambientais³⁶ necessários para satisfazer às necessidades dos produtores e consumidores; c) ter sistemas institucionais e produtivos com suficiente flexibilidade e capacidade de adaptação para enfrentar os novos objetivos; d) diversificação, robustez e resiliência dos sistemas de produção; e) aumento do grau de auto-suficiência do sistema.

O desenvolvimento sustentável consiste em obter, de forma equânime e simultânea, a eficiência econômica com equilíbrio social e a preservação da natureza, do meio ambiente e do patrimônio cultural. O aspecto econômico para se buscar a sustentabilidade das atividades agrícolas às vezes é considerado o mais importante, mas, quando se pensa nos médio e longo prazos, nota-se a necessidade de um maior equilíbrio entre as dimensões. Em suma, a idéia de sustentabilidade de um sistema de produção significa manter e prosperar a sua existência, preservar o meio ambiente e ofertar melhores condições de vida para a sociedade.

No princípio, a discussão do tema desenvolvimento sustentável atribuía à pobreza a causa dos problemas ambientais. Atualmente, foi superado o argumento de que os problemas da sustentabilidade são principalmente inerentes à pobreza, às classes sociais, povos ou países em particular, e a falta de sustentabilidade não é imputada a conjunção de diversos fatores. Outro ponto superado é que antigamente a preocupação era encontrar soluções para os problemas ambientais pontuais por meio de medidas curativas.

De uma maneira geral, os conceitos mantêm uma linha básica de princípios que considera sustentável aquele sistema capaz de atender às demandas por bens e serviços por tempo indeterminado e com um custo social e ambiental aceitável³⁷ (ALLENBY, 1999).

Entre os conceitos apresentados nos parágrafos anteriores, foram encontrados como pontos comuns: a) idéia de gestão dos recursos e equidade entre a taxa de retirada dos recursos renováveis e a taxa de regeneração

³⁶ Destacam-se como os principais serviços: a) fornecimento de recursos não-renováveis e renováveis; b) assimilação de resíduos; c) seqüestro e manutenção do estoque de carbono, d) fornecimento da diversidade genética (que é um suporte fundamental à vida, pois permite manter amenidades, recreação, estética e a vida silvestre); e) regularização do clima; f) estabilização dos ecossistemas; g) manutenção da composição atmosférica.

³⁷ Os termos custo social e ambiental são citados amiúde nos textos sobre desenvolvimento sustentável. No entanto, na maioria das vezes, os autores não são exatos, isto é, deixam margem a dúvidas sobre as fronteiras do que é aceitável ou não.

do sistema natural. Quando isso não ocorre, isto é, quando um determinado recurso é retirado em quantidade maior que a taxa de recomposição, ocorre um comprometimento da capacidade produtiva do sistema natural, conseqüentemente, as futuras gerações poderão ser privadas de certos benefícios de que a atual geração desfruta; b) busca de práticas e tecnologias que minimizem o uso de recursos não renováveis ou, alternativamente, procurem que a taxa de utilização seja menor ou igual à taxa de substituição; c) quantidade de resíduos de produção e não-reciclados menor que a capacidade de assimilação do meio ambiente; d) relação espaço-tempo das ações antrópicas compatíveis com a escala da relação espaço-tempo dos processos ecológicos que funcionam como mitigadores de contaminações e poluições; e) manutenção da capacidade de o meio ambiente executar os serviços ambientais.

1.3. Ameaças à sustentabilidade da agricultura brasileira

O Brasil possui uma boa base tecnológica para o desenvolvimento da agricultura na região tropical. Apesar dessa competência, a pesquisa brasileira ainda tem como desafio a sustentabilidade. Uma delas é seguir e adequar-se às normas de rastreabilidade e de certificação dos produtos, pois a conciliação da produção brasileira com essas ferramentas é uma questão de sustentabilidade, visto que, seguramente, serão utilizadas como barreiras para desqualificar os produtos nacionais. Nesse aspecto, deve-se mostrar aos atores que o importante não é só garantir mercado, mas também posicionar o Brasil na vanguarda da pesquisa e da utilização de tecnologias que valorizem a relação homem natureza. Além disso, esta postura será um legado para as futuras gerações, mostrando que os brasileiros contemporâneos souberam dar a devida importância à exuberância e ao potencial dos ecossistemas brasileiros.

No Brasil, a agricultura sempre teve papel de destaque na economia. Conseqüentemente, pode-se dizer que a agricultura sempre influenciou no perfil da sociedade. A agricultura ainda é responsável por grande parte da renda nacional³⁸, com potencialidade e vocação para produzir mais cereais, carnes, fibras, celulose e tornar-se um grande produtor de madeiras e biocombustíveis. Nesse contexto, ocorrerá o uso mais intensivo das terras e de outros recursos naturais, aumentando o desafio de como produzir de modo sustentável.

³⁸ O setor agrícola desencadeia uma série de ligações com outros setores da economia, isso pode ser comprovado pelos dados do Produto Interno Bruto agrícola, que em 2006 foi 534,77 bilhões de Reais, correspondente a 26,7% do PIB total do país. No referido documento ressalta ainda a importância da agricultura brasileira na geração do saldo comercial. Em 2003 este setor exportou US\$ 30,7 bilhões, ou 42% de toda produção do país vendida para o exterior. Ocupou 37% dos empregos no país e respondeu por 34% do Produto Interno Bruto.

Ao se examinar a história da agricultura brasileira, observa-se o predomínio de ciclos econômicos ligados a um produto. Os produtores sempre confiavam na exuberância da natureza e, de certa forma, não levavam em conta as inovações tecnológicas e desprezavam os movimentos, estratégias e logística dos países competidores, prevalecia o “mito da inesgotabilidade³⁹”. Esses negligenciamentos resultaram em fragilidades que possibilitaram ataques de pragas e doenças que culminaram em menor produtividade e, pois, em diminuição de competitividade e perdas de mercado. Além, obviamente, de impactos ambientais irreversíveis. Citam-se como exemplos os casos da cana-de-açúcar, cacau e café.

No entanto, parece que as lições e advertências sobre a possibilidade de colapso não foram apreendidas. No Brasil, o mérito das questões relacionadas com a natureza e o ambiente ainda não corresponde à intensidade desejada pela sociedade brasileira e a comunidade internacional. O debate é dominado por discussões em torno do volume da produção e da competitividade dos produtos agrícolas, principalmente daqueles voltados para o mercado internacional.

Os atores da agricultura brasileira, na maioria das vezes, tratam as ameaças para a sustentabilidade de um sistema com ceticismo e acomodação. Buscam soluções somente quando percebem que a viabilidade e a sustentabilidade estão seriamente ameaçadas. Neste caso, a capacidade de mudança aproxima-se da velocidade com a qual o sistema não consegue responder adequadamente às ameaças. O agravante é que, no atual padrão de competitividade na economia mundial, o tempo disponível para respostas adequadas é curto. Destarte, o interesse em descobrir e agir para afastar as ameaças é mais urgente.

Em 1974, foi construída uma estratégia visando a criar uma coordenação central com diretrizes gerais para implantar uma política brasileira de pesquisa e desenvolvimento agrícola, sob a responsabilidade da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). Naquela época, a pesquisa tinha uma

³⁹ O mito da “inesgotabilidade” tem suas raízes na concepção mecanicista da teoria econômica. Tem esse nome porque utilizaram as leis da mecânica para explicar o fluxo e consumo de produtos. Nessa teoria, o interesse econômico é o principal critério que determina a viabilidade de um sistema produtivo. Assumem que o sistema econômico é neutro para o meio ambiente e que este é inesgotável. O não compromisso com o ambiente é justificado pela crença de que o problema criado pelo esgotamento ou deterioração de um bem será revertido e resolvido com tecnologias que restabeleçam ou regenerem ou substituam esse bem. Desta forma, pode-se dizer que são dois mitos, o mecanicista e o tecnológico. A extensão territorial, as abundâncias dos recursos naturais, associados a outras variáveis, determinam que o mito da “inesgotabilidade” dos recursos ambientais ainda tenha muitos adeptos no Brasil.

abordagem disciplinar e o foco era voltado para resolver problemas das atividades desenvolvidas pelos produtores rurais, ou seja, dentro da propriedade. Os objetivos eram fundamentados na especialização de regiões ou propriedades que apresentassem vantagens comparativas⁴⁰ para um determinado produto.

Outra fase do planejamento da pesquisa e desenvolvimento agrícola brasileira se iniciou na década de 1990. A partir dessa época, foi introduzida de forma explícita, mas tímida, a preocupação com o meio ambiente e com os diversos sistemas naturais. Essa corrente de pesquisa considerava de forma integrada os conceitos de negócio agrícola, cadeia produtiva, sistemas produtivos e sistema natural (CASTRO et al., 1994).

Nessa fase, apesar de destacar a necessidade de uma visão holística, a agricultura ainda era dominada pela excessiva busca de competitividade que, por sua vez, era vista como sinônimo de produto com qualidade e preços compatíveis com as expectativas do mercado. Considerava-se que estes requisitos eram suficientes para atender à satisfação dos clientes da pesquisa, onde a competitividade era o fator mais importante, quase absoluto, na definição da pesquisa e na formulação de políticas agrícolas.

Na agricultura tradicional a competitividade é tratada como: a) capacidade de remuneração de forma adequada do conjunto de fatores de produção utilizado; b) investimentos, principalmente, em infra-estrutura e logística para o armazenamento e escoamento; c) condição macroeconômica, sobretudo da taxa câmbio; d) custo da mão-de-obra, e) vantagem comparativa de clima, solo e disponibilidade de recursos naturais.

Muitos fatores influenciam na formação da competitividade, por exemplo, mobilização e lideranças, estruturação e capacitação de equipe técnica, estruturação física, financiamento, modelo de gestão, comunicação e outros. Apesar dos esforços ainda continua a tendência de privilegiar os determinantes econômicos em detrimento dos fatores sociais, ambientais e políticos. Esse tipo de competitividade será chamada neste trabalho de espúria.

Viotti (2001) conceitua competitividade espúria como a capacidade de manter ou aumentar a participação de determinado país ou região nos mercados nacionais ou internacionais à custa do comprometimento do padrão de vida e do ambiente (presente e futuro) de sua população.

⁴⁰ De acordo com Olivette (2006), a vantagem comparativa de uma região para a produção e especialização em certo produto é determinada pela suas condições de trabalho, capital, recursos naturais e outros fatores. A defesa para essa estratégia é que as regiões que assim procederem se beneficiam com a obtenção de maiores produtividades e rentabilidade. Desse modo, podem adquirir, com vantagem, em outras regiões produtos que não produz. Os defensores dessa teoria argumentam que isto promove um incremento na comercialização entre as regiões.

O antigo padrão, que se baseava nas crenças de solução para todos os problemas via progresso tecnológico e que pressupunha ser o progresso material ilimitado, está definitivamente fora de contexto. Atualmente, a competitividade dos produtos agrícolas não está ligada somente ao preço, mas à forma de produção e à sua função e importância dentro da sociedade, ou seja, a sustentabilidade passa a ser um componente de conceito multidisciplinar, e não apenas da variável econômica.

O novo padrão de competitividade é chamado de autêntica. De acordo com Viotti (2001), competitividade autêntica é a capacidade de manter ou aumentar a participação de determinado país ou região nos mercados nacionais e internacionais, nos médio ou longo prazos, proporcionando melhor padrão de vida à sua população e ao ambiente. Esse tipo de competitividade depende da inovação tecnológica. Estes resultados podem ser obtidos por meio de novos desenvolvimentos tecnológicos, de novas combinações de tecnologias existentes ou da utilização de outros conhecimentos adquiridos pela empresa (IBGE, 2005). Portanto, a inovação não significa necessariamente algo novo para o mercado ou setor de atuação, mas, sim, a adoção de produtos ou processos que melhorem os resultados de uma empresa/instituição. Em outras palavras, o desejo é que o produtor se mantenha na atividade através da competitividade autêntica, e nunca pela competitividade espúria.

A competitividade autêntica interfere de forma contundente na sustentabilidade dos sistemas de produção e na perspectiva do processo produtivo. A produtividade física (kg ha^{-1}) é essencial, uma vez que é determinante para a sobrevivência dos produtores, pois aqueles que produzirem com baixa produtividade e não acompanharem os mais eficientes não serão competitivos, conseqüentemente serão eliminados do mercado. Dessa forma, um dos desafios é conciliar a busca da produtividade física com a sustentabilidade.

Para promover a transformação do atual modelo agrícola para novas bases sustentáveis, para garantir a segurança alimentar⁴¹ em âmbito nacional, manter a competitividade e qualidade de seus produtos agrícolas no mercado internacional, é necessário um período de transição. Nesse processo, a participação e o nível de cobrança da sociedade são fundamentais. Para dar respostas satisfatórias, o país terá que investir em ciência e tecnologia cada vez mais.

⁴¹ No Brasil, o Conselho Nacional de Segurança Alimentar – Consea (2004) conceitua Segurança Alimentar e Nutricional (SAN) como sendo a realização do direito de todos ao acesso regular e permanente a alimentos de qualidade suficiente, sem comprometer o acesso a outras necessidades essenciais e que promova práticas alimentares saudáveis, que respeitem a diversidade cultural e que sejam social, econômica e ambientalmente sustentáveis.

Reijntjes et al. (1994) apresentam duras críticas ao comportamento e ao desenvolvimento da pesquisa agrícola. Estes autores afirmam que ela concentra esforços em sistemas de agricultura intensiva em insumos externos – HEIA (High-External-Input Agriculture), negligenciando as necessidades dos produtores que praticam agricultura de baixo uso de insumos externos – LEIA (Low-External-Input Agriculture). Estes autores julgam, ainda, que a pesquisa convencional tem: a) enfoque isolado em produtos; b) forte orientação para mercados fora da comunidade; c) despreocupação com a drenagem dos nutrientes extraídos; d) desconsideração com os efeitos ambientais; e) negligenciamento das regiões que produzem em sequeiro e com os recursos locais; f) tendência para solucionar problemas dos homens, esquecendo do papel da mulher na agricultura; g) negligência com relação ao conhecimento local dos agricultores; h) ênfase na realização de pesquisas nas estações experimentais, longe da realidade; i) difusão de respostas, que normalmente são incompletas, pois tratam os problemas de forma disciplinar.

Em suma, existe uma série de pesquisas e tecnologias que caminham na busca da sustentabilidade agrícola. O esforço ocorre também em órgãos governamentais e na indústria. Atualmente, o Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária (SNPA) tem como um eixo prioritário atender aos desafios relacionados com o desenvolvimento sustentável. Para Campanhola (2004), trata-se de um posicionamento irreversível na agricultura brasileira.

No desenvolvimento agrícola brasileiro algumas questões precisam ser estudadas. A primeira é saber por quanto tempo será viável produzir utilizando o padrão vigente, denominado de agricultura moderna. A outra questão diz respeito ao futuro do agronegócio brasileiro. Para responder a essa indagação, deve considerar-se uma variedade de aspectos: a) em que mercado serão colocados os produtos? b) qual a capacidade de a agricultura brasileira continuar promovendo crescimento econômico e gerar postos de trabalhos? c) qual o tipo de propriedade do futuro? d) quais as perspectivas das atividades econômicas não relacionadas com a produção, como lazer e contemplação da natureza? e) quais as perspectivas para a produção de madeira e para o mercado de crédito de carbono? f) quais as novas formas de utilização e negócios da biomassa⁴²? Uma preocupação fundamental com o desenvolvimento de uma agricultura sustentável é garantir a preservação dos recursos naturais e promover melhorias da qualidade de vida da população atual e futura.

⁴² Nessa pesquisa entende por biomassa todos os organismos biológicos que acumularam pela fotossíntese fontes orgânicas que possuem energia que pode ser convertida em eletricidade, calor ou combustível. O aproveitamento dessa fonte de energia é interessante sob o ponto de vista ambiental, uma vez que esse potencial energético é obtido pela captura de recursos disponíveis na natureza. No texto quando o termo tiver outro significado será identificado.

A competitividade empresarial da agricultura brasileira depende da sua capacidade de atender aos requerimentos dos mercados nacional e internacional, para reduzir de forma significativa os impactos ambientais e ofertar produtos agrícolas com qualidade e inócuos à saúde. Se o Brasil deseja manter sua posição de destaque na agricultura mundial e continuar obtendo bons resultados econômicos nessa atividade, e, sobretudo, deixar as fantásticas paisagens⁴³ brasileiras, com suas opções de lazer e valor estético, como legado para as futuras gerações, é fundamental que haja maior empenho por parte das instituições públicas e privadas e da sociedade como um todo na busca de tecnologias sustentáveis.

Doravante o ambiente se constituirá em um fator limitante para a agricultura, e as ameaças contemporâneas são mais complexas que as passadas, não só pela concorrência mais acirrada pelos mercados, mas também pelos mecanismos de acompanhamento do processo produtivo de que os consumidores dispõem, pelo maior engajamento dos movimentos sociais, facilidades de circulação da informação e destaque que o assunto tem na mídia.

O futuro da agricultura brasileira dependerá da sua capacidade de produzir utilizando tecnologias ajustadas às normas ambientais. A conjuntura dos fatos indica a necessidade de definir, com rapidez e eficiência, um modelo de desenvolvimento agrícola para o Brasil, ajustado aos conceitos de desenvolvimento sustentável, acompanhado de propostas bem definidas e de estratégias de transição, que devem ser planejadas considerando uma sucessão de prioridades e continuidade e, sobretudo, prever sistemas de produção integrados e adaptados às condições locais. É importante que as opções escolhidas sejam capazes de criar círculos de retroalimentação (*feedbacks*) positivos que exerçam efeitos propulsores e fortaleçam a atividade, ou seja, que provoquem o desenvolvimento multidimensional da economia como um todo (LAUSCHNER, 1995 ; MATHIS, 2001).

1.4. Caracterização de um sistema de produção de grãos

Para Morin (1997), sistema é um conjunto sistêmico constituído pelas inter-relações, interações e subordinações de outros sistemas e de subsistemas. Morin afirma ainda que todo sistema está sujeito as relações de ordem/desordem. Ele classifica essas relações em três tipos: a) complementares, quando interagem entre si; b) concorrentes, quando

⁴³ Neste estudo, paisagem (Landscape) é entendida de acordo com a conceituação de Piorr (2003), ou seja, como unidades espaciais dinâmicas devido à ação de processos humanos e naturais. É constituída de uma parte visível, como elementos especificamente regionais e processos naturais e bens culturais ou históricos e uma parte mística.

ocorrem ao mesmo tempo com os mesmos objetivos e/ou disputando recursos; c) antagônicas, quando o desempenho de um depende do declínio do outro. De acordo com Bossel (1996), os sistemas que não conseguem proteger-se perdem sua integridade e identidade. Portanto, todo sistema tem certa autonomia, mas recebe estímulos exteriores.

De acordo com Ribeiro (2002), sistema é um conjunto de partes organizadas que se relacionam formando uma unidade. Bossel (2001) chama essa unidade de ecossistema e adota três subsistemas essenciais, o humano, que engloba as questões humanas propriamente ditas e os aspectos sociais e organizacionais. O segundo subsistema é o de suporte, que conglobera os aspectos físicos e financeiros, isto é, a infra-estrutura e a economia. E o terceiro subsistema, o natural, que trata do meio ambiente e dos recursos naturais.

Diante dos argumentos apresentados, no presente estudo, optou-se por chamar o conjunto de objetos de análise de sistema de produção de grãos, entendendo um sistema de produção como uma estrutura complexa composta de três elementos:

- a) unidades produtivas, que são circunscritas a uma determinada região, cuja definição de tamanho depende dos critérios e objetivos estabelecidos no estudo. Nas unidades produtivas operacionalizam-se os modelos de produção, que são constituídos por operações e práticas de desmatamento ou aproveitamento de áreas sob uso, correção e preparo do solo, adubação, plantio, práticas culturais, controle de plantas daninhas, pragas e doenças e colheita.
- b) setor intermediário, que tem como função promover uma adequação dos produtos às condições de oferta e demanda do mercado. As unidades produtivas e o setor intermediário são dependentes e complementares e entre eles há uma continuidade de operações. O setor intermediário envolve a concentração da produção, a incorporação de bens e serviços, transformando os produtos primários e dando-lhes utilidade de tempo, forma e espaço⁴⁴, além da pulverização de produtos obtidos na etapa anterior, em que são realizadas transações para que os produtos atinjam os consumidores.
- c) Caracteres essenciais utilizados para balizar as análises da sustentabilidade. Optou-se em utilizar as dimensões ambiental, sociocultural, econômica e territorial. Essas dimensões compõem o terceiro elemento do sistema.

⁴⁴ A alteração de forma ocorre por meio do processamento e da industrialização, quando a matéria-prima é transformada em outro produto. O armazenamento é um serviço que transfere a possibilidade de utilização de um produto no tempo e o transporte transfere o produto para ser utilizado fora do local de produção ou armazenamento.

As dimensões são formadas por uma multiplicidade de fatores que geram uma diversidade de situações que podem ser favoráveis ou desfavoráveis à sustentabilidade. De acordo com Morin (1997), elas interagem de forma dialógica, entre a complementaridade e o antagonismo, influenciando e sendo influenciados mutuamente. Portanto, na proposta de sistema, as dimensões não são objetos isolados, são componentes interrelacionados que dão essência ao sistema (Fig. 6). O conjunto das dimensões determina o horizonte da sustentabilidade do sistema. Considera-se que a finalidade de um sistema de produção de grãos é atender às necessidades da sociedade, tanto no fornecimento de alimentos, quanto nas questões sociais, ambientais e econômicas. Essa teleonomia⁴⁵ remete à descrição da sistema, delimitando seu domínio de ação.

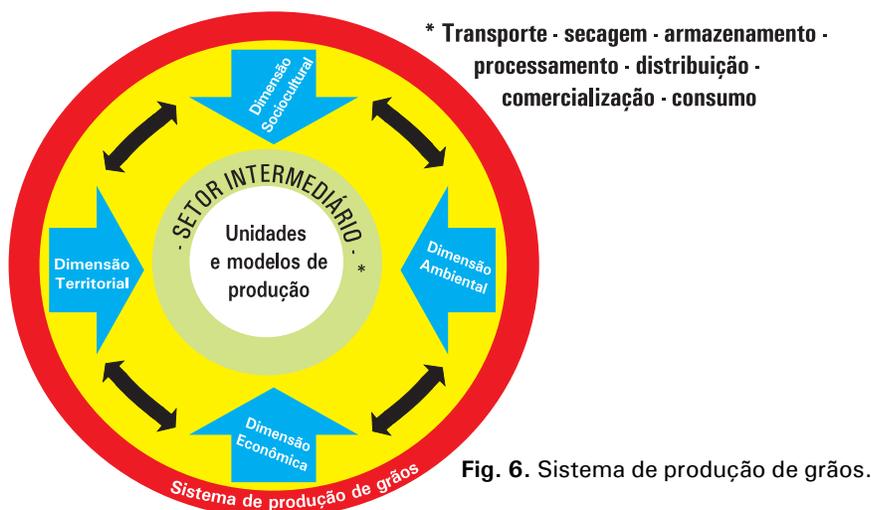


Fig. 6. Sistema de produção de grãos.

1.5. Limitações para adequar atividades agrícolas ao desenvolvimento sustentável

Os desafios para se montar uma matriz de normalização e valoração de impactos causados por um sistema agrícola são maiores do que em outras atividades econômicas. Isto porque a atividade agrícola depende de elementos incontroláveis pelo homem, como, por exemplo, fatores climáticos, incidência de pragas e doenças, que podem ocorrer mesmo quando são tomadas medidas preventivas. Além disso, o ambiente de produção e as propriedades físicas e químicas dos solos são heterogêneas, conseqüentemente, os efeitos provocados pelos insumos não são homogêneos.

⁴⁵ Necessidade de um fim ou objetivo.

A complexidade do tema sustentabilidade⁴⁶, associada ao atual estágio em que se encontram as teorias relacionadas com esse assunto, são fatores que contribuem para a dificuldade de se conceber um conceito que consiga atender e hierarquizar a plenitude dos aspectos e parâmetros envolvidos na sustentabilidade de sistemas de produção de grãos. Por conseguinte, qualquer iniciativa de formalizar uma ferramenta para tratar de sustentabilidade estará acompanhada de várias incertezas.

As ameaças que afetam a sustentabilidade de um sistema de produção agrícola têm origem em práticas e processos dentro do próprio sistema ou em outros sistemas. As mudanças provocadas por esses choques podem ser constantes⁴⁷ ou intermitentes⁴⁸, concorrentes, antagônicas ou complementares, podendo causar estabilidade ou instabilidade, equilíbrio ou desequilíbrio. As modificações podem ocorrer de várias formas; gradual, brusca, oscilatória com tendência para um novo rumo, ou oscilatória em torno de uma média. Esse último caso Bossel (1999) denomina de estado ambiental normal.

Outro obstáculo para padronizar os critérios de sustentabilidade diz respeito às inúmeras variáveis envolvidas, sendo que algumas delas possuem noções incertas e são difíceis de mensurar. Por exemplo, não há precisão na definição de que é longo prazo e geração futura. Essas imprecisões e indefinições tornam confusa a identificação de pontos-chave e a compreensão do que está se buscando, de tal modo que gera uma série de lacunas para uma compreensão do termo desenvolvimento sustentável. Essa situação propicia a profusão de conceitos e idéias

De acordo com Machado e Fenzl (2000), as diferentes visões da sustentabilidade complicam também a criação de metodologias capazes de operacionalizar tanto a análise quanto a intervenção em busca de soluções. Assim, torna-se importante buscar uma sintonia entre os conceitos de sustentabilidade utilizados, heterogeneidade dos atores sociais e os trabalhos realizados no cotidiano dos processos produtivos. Ou seja, é essencial o entendimento de que o desenvolvimento sustentável atende a diferentes interesses e características socioambientais de uma região ou país, missão

⁴⁶ A própria etimologia da palavra sustentabilidade, de origem do latim *sus-tenere*, que significa suportar, defender, manter ou conservar em bom estado, corrobora a complexidade da precisão da definição do que é sustentabilidade, pois é inevitável perguntar, suportar, defender, manter ou conservar o quê? Em relação a quê? Dependendo da resposta, a noção do que é sustentabilidade se modifica.

⁴⁷ As ameaças contínuas mais comuns são as restrições ambientais impostas por lei ou pela consciência dos atores.

⁴⁸ As ameaças intermitentes mais comuns que afetam um sistema de produção de grãos são: indisponibilidade de insumos, variações do preço dos produtos, flutuações na produção em consequência de problemas biológicos e climáticos.

que no Brasil⁴⁹ se torna mais difícil devido à dimensão territorial e ao elevado grau de heterogeneidade dos aspectos econômico, social e ambiental do país. Portanto, para promover a sustentabilidade de um sistema é imprescindível o conhecimento do perfil dos atores e de suas organizações para obter uma definição de um cenário e colocar em ação as melhores estratégias.

Nas relações existentes num sistema, surgem numerosas restrições ao desenvolvimento sustentável. Alguns desses limitantes podem ser negociados com certo grau de liberdade, outros são imutáveis. Dessa forma, há um presente delimitado pelas restrições e um futuro teórico com opções potencialmente acessíveis. Bossel (1999) chama o potencial limitado de opções de *espaço de acessibilidade*.

Com respeito ao *espaço de acessibilidade*, Bossel (1999) enumera nove restrições ao desenvolvimento sustentável, ou seja, leis e lógicas da natureza não podem ser quebradas, implicando restrições que não podem ser burladas. Das nove restrições apontadas por Bossel, quatro estão relacionadas a condições físicas e leis naturais e cinco a restrições humanas. Como exemplos dessas restrições, citam-se: a) existe uma quantidade mínima de nutriente que uma planta requer para seu crescimento, abaixo desse nível ela não mostra seu potencial produtivo; b) grau de eficiência da fotossíntese; c) condicionantes do meio ambiente físico; d) quantidade do fluxo de energia solar; e) disponibilidade de reservas naturais e fontes de materiais; f) capacidades do ambiente, por exemplo, o número de organismos de uma dada espécie que pode ser suportado por uma dada área com certa quantidade de vegetação disponível; g) restrições humanas; h) organizações humanas, cultura e tecnologia; i) papel da ética e valores; j) tempo.

A criação de métodos com o objetivo de mensurar a sustentabilidade é uma tarefa desafiante, pois as características observadas no *design*⁵⁰ de uma atividade produtiva dependem de um conjunto de operadores e de valores que mudam no tempo e no espaço (HARDI; ZDAN, 1997). Acrescentam-se ainda outros desafios, como a diversidade de atores, escala, tipo e nível das tecnologias utilizadas e aspectos econômicos e sociais da comunidade.

⁴⁹ O Brasil possui uma área de 8.547.403 km² é o quinto país em extensão territorial. O seu território é constituído por sete biomas (Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Áreas Costeiras, Pantanal e Campos do Sul), ocorrem 11 diferentes tipos climáticos, além de possuir a maior bacia hidrográfica do mundo.

⁵⁰ A palavra *design* pode ser considerada como sinônimo de planejamento, desde que fique claro que é um planejamento mais complexo do que o tradicional, que basicamente considera somente a qualidade e a adequação do produto final, os custos de produção e o lucro do produtor. Portanto, o *design* é a interface entre os materiais e seu uso para obtenção de um produto final. Assim, é desejável que o *design* seja feito reunindo e redirecionando valores dos conceitos enfatizados nessa pesquisa.

As dificuldades para abordar a sustentabilidade agrícola continuam mesmo depois de se ter equacionado que parâmetros serão utilizados para tratar do desenvolvimento sustentável, pois o grau de aceitabilidade de uma proposta de sustentabilidade não é semelhante em todas as classes sociais e entre cidadãos de uma comunidade. Isso depende do grau de interação que a sociedade e os indivíduos atribuem ao sistema produtivo, o que oscila de acordo com variáveis culturais, geográficas e outras, mas, sobretudo, com o grau de desenvolvimento econômico e peso da atividade na economia local, região ou país.

Por outro lado, são raras as situações em que se conseguem mudanças bruscas, pois as condições para se atingir a sustentabilidade não são estanques e a capacidade de resposta do sistema depende de um complexo de causas, incluindo a disponibilidade de recursos financeiros, tipos e quantidades de insumos requeridos e disponíveis, consciência e capacidade de antecipar problemas e oportunidades, acesso à informação e habilidade dos atores sociais para a cooperação entre si.

1.6. Noção de sustentabilidade agrícola

Nesse item, mesmo consciente da limitação de estabelecer um conceito de desenvolvimento sustentável, apresenta-se uma noção de sustentabilidade. Essa atitude buscou satisfazer ao primeiro princípio de Bellagio⁵¹, que diz que para estudar a sustentabilidade de um sistema torna-se fundamental ter um conceito bem determinado, pois só assim é possível definir de forma clara os objetivos a serem perseguidos e monitorados (HARDI; ZDAN, 1997).

Considera-se que a sustentabilidade de um sistema de produção de grãos ocorre quando são produzidos bens e serviços que satisfaçam as exigências dos consumidores com relação à quantidade e qualidade dos produtos e que o processo de produção considere as fragilidades do meio ambiente, as necessidades sociais e econômicas. A seguir descrevem-se sucintamente as características sistematizadas em dimensões.

a) Ambiental: a origem dos problemas ambientais está no fato de as sociedades desenvolverem um conjunto de atividades para satisfazer às suas necessidades colonizando, para tanto, a natureza. O colonialismo é

⁵¹ Os princípios de Bellagio foram obtidos numa reunião, em novembro de 1996, na cidade de Bellagio na Itália. Trata-se de diretrizes que servem para avaliar processos de desenvolvimento sustentável. Os princípios são os seguintes: a) indicar a visão e objetivo do desenvolvimento sustentável; b) manter uma perspectiva holística; c) identificar elementos essenciais do processo; d) finalidade adequada; e) foco prático; f) franqueza, sinceridade em todas as etapas da avaliação; g) comunicação efetiva; h) ampla participação; i) avaliação contínua; j) capacidade institucional.

realizado com auxílio de práticas e formas que procuram extrair da natureza os resultados desejados. O conjunto dessas rotinas forma o metabolismo socioeconômico. O modo da colonização e o estilo do metabolismo socioeconômico, ou seja, as práticas, o tipo de atividade, a intensidade de utilização dos recursos naturais e outros determinam o grau e as causas dos problemas ambientais. No passado, as funções da agricultura praticamente se resumiam à produção de matérias-primas e alimentos, geração de empregos e renda. Atualmente a agricultura possui outras atribuições, como gerar energia e insumos biológicos para substituir os insumos derivados de processos químicos poluidores, funções paisagísticas, bucolismo, regulação do clima, além da manutenção da diversidade faunística e florística e dos serviços ambientais relacionados com a qualidade ambiental. A assistência e ações de instituições especializadas contribuem para o gerenciamento e gestão do meio ambiente. Três questões básicas nessa dimensão são: i) encontrar e empregar técnicas menos poluidoras, mais parcimoniosas na utilização de insumos e mais adequadas para a conservação e recuperação dos recursos naturais; ii) respeitar a legislação; iii) observar a capacidade, limites e características ambientais locais.

- b) Sociocultural: a globalização tenta impor padrões de produção e de consumo. Na maioria das vezes, os padrões estabelecidos são originados em realidades completamente diferentes, seja em termos de características sociais ou de ecossistemas. Essas idéias trazem prejuízo sociocultural, principalmente para países com grande diversidade como o Brasil. Tentar manter as características socioculturais é uma importante medida para buscar a sustentabilidade. A sustentabilidade depende também da opinião e julgamento que a sociedade faz do sistema. Por isso, é fundamental dar visibilidade e transparência às atividades do sistema, ou seja, buscar formas de envolver e dar oportunidades para que a sociedade⁵² participe e entenda o processo de produção. Dentre os fatores que fortalecem a relação da sociedade com os sistemas destacam-se: a valorização dos saberes locais⁵³, o respeito aos elementos do patrimônio cultural e às formações ou zonas reconhecidas pela sociedade por suas distinções estéticas, místicas ou arquitetônicas. Em suma, a

⁵² Isso significa envolvê-la de forma real e efetiva, mesmo que a maioria não trabalhe diretamente na atividade.

⁵³ Nesse aspecto, não se deve confundir que a opção é manter as sociedades eternamente nos mesmos níveis tecnológicos e de organização. Sempre haverá a necessidade de crescimento e modernização, que pode ser potencializado com as inovações tecnológicas exógenas incrementadas por experiências e conhecimentos locais. Esse tipo de integração favorece para que o sistema de produção de grãos seja mais adequado ao perfil socioeconômico e aos anseios locais e, sobretudo, facilita a parceria da população com a atividade.

presença de valores endógenos é fundamental para a sustentabilidade do sistema. Quando a sociedade percebe que características locais fazem parte do sistema, passa a reconhecê-lo como parte do seu cotidiano, fortalecendo a sustentabilidade. A sustentabilidade de um sistema é mais robusta quando ele garante a existência e autonomia de todos os grupos sociais envolvidos na produção e desenvolve ações que promovem o desenvolvimento humano, isto é, proporciona meios para melhorar a cidadania. A cidadania pode ser traduzida em melhoria das condições de saúde, educação e habitação, renda e segurança alimentar.

- c) Econômica: essa dimensão está relacionada com a capacidade de o sistema produzir grãos com estabilidade econômica e proporcionar rendas que atendam às expectativas dos atores. Assim, os produtos e subprodutos gerados têm que ser competitivos, e a sua oferta estar em consonância com as exigências do mercado. A administração do negócio deve ser regida por quatro pontos básicos: i) a gestão das empresas deve ser concebida com base num planejamento global. Esse planejamento traz sentimentos dos atores do sistema sobre as grandes linhas para valorizar o produto e a atividade; ii) busca constante à inovação tecnológica; iii) alternativas para se ajustar e flexibilizar-se na presença de riscos e ameaças; iv) capacidade de recuperação quando sofrer estresses.
- d) Territorial: o ponto essencial dessa dimensão são o papel e a importância social e econômica do sistema na região. É importante que as empresas, tanto rurais como urbanas, busquem realizar o maior intercâmbio possível de insumos, produtos, subprodutos e energia. Outro ponto importante é que as empresas utilizem tecnologias que privilegiem as fontes de energias renováveis. Considera-se como positiva qualquer iniciativa que promova a utilização de energia gerada com recursos locais. Nessa dimensão, considera-se também que o sistema esteja em concordância com a ação normalizadora e reguladora do Estado. Por outro lado, o Estado, ao desempenhar sua função de estimulador do desenvolvimento, deve incentivar e implantar infra-estrutura coerente com os preceitos descritos nas outras dimensões.

2 – ESTRUTURA, FATORES, MECANISMOS ESTRESSORES E IMPACTOS NEGATIVOS CAUSADOS POR UM SISTEMA DE PRODUÇÃO DE GRÃOS

De acordo com Machado e Fenzl (2000), os sistemas emergem, crescem, assumem um estado estacionário, evoluem e atingem novo estado estacionário. Um sistema morre quando não consegue sustentar esse ciclo e nem impor uma evolução. Portanto, para tratar da sustentabilidade de um sistema de produção de grãos, é fundamental identificar a estrutura, os fatores, os mecanismos estressores e os impactos negativos que ele causa. Dessa forma, nesse capítulo serão discutidos esses aspectos, relacionando-os com o solo e as práticas agrícolas.

2.1. Características e funções do solo

Trata-se de um recurso natural básico¹, um elemento paisagístico, patrimonial e físico, onde se desenvolvem grande parte das atividades humanas, sejam elas relativas ao aspecto econômico ou social.

Em relação à agricultura, o solo é um componente fundamental, pois é o suporte para a fixação de raízes que absorvem água e nutrientes. A disponibilidade desses nutrientes depende da capacidade do solo em armazenar água e minerais e da capacidade de transformação dos minerais e substâncias orgânicas. Outras finalidades do solo dizem respeito a sua função de filtrar a água, ser fonte de matérias-primas, participar dos ciclos naturais, além de possuir um papel de destaque nas questões ecológicas. A intensidade com que os solos realizam cada uma das suas funções é extremamente importante para a sua sustentabilidade.

O solo é um sistema trifásico que se divide em fração sólida, líquida e gasosa. A fração sólida é composta de matéria orgânica e mineral, que pode incluir, em proporções variáveis, fragmentos ou partículas com dimensões que variam de pedras de cascalho até materiais tão finos² que apresentam propriedades coloidais.

A textura do solo refere-se à proporção relativa em que os diferentes tamanhos das partículas se encontram em determinada massa de solo. Ela diz respeito especificamente às partículas ou frações de areia, silte e argila³.

¹ O inciso V do Artigo 3º, item II, da Lei nº. 6.938, de 31 de agosto de 1981, que estabelece as bases para a Política Nacional do Meio Ambiente, define recursos ambientais como a atmosfera, as águas interiores, superficiais e subterrâneas, os estuários, o mar territorial, o solo, o subsolo, os elementos da biosfera, a fauna e a flora.

² Citam-se como exemplos os minerais primários originados do intemperismo da rocha-mãe e os minerais de origem secundária resultantes das alterações dos minerais primários. Os minerais de origem secundárias mais comuns são as argilas, os óxidos e hidróxidos de alumínio e ferro, e os carbonatos de cálcio e magnésio. Outra parcela ativa no solo são as partículas em estado coloidal de origem orgânica.

³ Areia – partículas mais grosseiras; silte – partículas intermediárias; e argila – partículas mais finas, com carga elétrica negativa, que atraem os nutrientes com carga elétrica positiva, como o cálcio, potássio, sódio, e outros.

A matéria orgânica do solo representa constituintes orgânicos de restos de plantas e de outros organismos em vários estágios de decomposição química e física. Acumula-se principalmente na superfície dos solos, onde ocorrem inúmeras atividades de microrganismos. A matéria orgânica favorece as características químicas, físicas e biológicas dos solos, constituindo um reservatório de carbono e nutrientes, principalmente nitrogênio, enxofre e fósforo. Ela propicia a retenção de nutrientes que são disponibilizados aos poucos, agrega as partículas, facilita a penetração das raízes, melhora a circulação do ar e da água, a manutenção da retenção de umidade do solo, serve de suporte e favorece o desenvolvimento das atividades da fauna do solo (FERREIRA et al., 2004).

As partículas minerais da fração sólida formam a estrutura do solo, que é uma propriedade instável. A agregação e a estabilidade dessas partículas são promovidas pela presença de agentes cimentantes⁴. De acordo com Fageria (1989), a estabilidade da estrutura do solo é um dos fatores que governam as relações entre água, ar, infiltração, permeabilidade, erosão, temperatura, penetração de raízes e perdas de nutrientes através da lixiviação⁵.

O espaço poroso do solo é ocupado pelas frações líquida e gasosa. A água é um elemento indispensável ao metabolismo das plantas. A quantidade de água num solo é variável em função de uma série de fatores, como, por exemplo, a quantidade de precipitação e irrigação, textura, estrutura, relevo e teor em matéria orgânica.

A água do solo pode ser higroscópica, absorvida à superfície dos colóides, e água gravitacional, que se desloca sob a ação da gravidade e não é absorvida pelo solo. A água disponível para as plantas contém uma grande variedade de substâncias dissolvidas. A esse sistema é dado o nome de solução do solo.

Nos solos habitam comunidades de organismos micro e macroscópicos. Dependendo do tamanho, a biota⁶ do solo pode ser dividida em micro, meso e macroorganismos. Os microorganismos são compostos basicamente de bactérias, que representam o grupo mais numeroso, fungos e algas. A microfauna é composta pelos protozoários, rotíferos⁷ e nematóides. A mesofauna é formada de ácaros, *Collembolas*, enquitríqueos. A macrofauna

⁴ Os principais agentes cimentantes são os colóides orgânicos, o ferro e a sílica.

⁵ Lixiviação: processo pelo qual os elementos químicos migram de forma passiva sob a ação da água das camadas mais superficiais para as camadas mais profundas de um solo, ficando fora de alcance do sistema radicular não aproveitados pelas plantas.

⁶ Biota é o conjunto de seres vivos, flora e fauna que habitam ou habitavam um determinado ambiente.

⁷ Rotíferos são animais aquáticos microscópicos. A maior parte vive em massas de água doce, inclusive em solo úmido.

é representada por minhocas, cupins, formigas, coleópteros, araquinídeos, miriápodos, entre outros.

Além de estocar parte do carbono e nutrientes minerais, a microbiota presente no solo exerce um papel fundamental na ciclagem de nutrientes pela matéria orgânica dos solos.

O ar do solo ocupa os espaços não preenchidos pela água e é constituído principalmente por nitrogênio, oxigênio, gás carbônico⁸ e vapores de água. O ar interfere nas reações químicas e biológicas, inclusive na respiração das raízes das plantas. Ele portanto, tem papel essencial para a manutenção da vitalidade dos solos.

Diante do exposto, conclui-se que o solo é a camada superior da crosta terrestre, constituída por partículas minerais, matéria orgânica, água, ar e organismos vivos. Esses elementos não são estáticos, conseqüentemente, independente de estar ou não sendo utilizado para uma atividade antrópica, o solo se encontra num constante processo de mudança. Quando esse processo ocorre sem a interferência antrópica, o mecanismo de desgaste é conhecido como erosão geológica ou natural. Nesse caso, normalmente, as alterações são lentas.

O solo é um dos recursos naturais mais instáveis quando modificado. Os graus de fragilidade, de estabilidade e intensidade de alteração são determinados pelo tipo, características químicas e físicas⁹ e pelas práticas executadas na sua utilização. Dessa forma, quando o homem cultiva a terra, o processo de degradação é acelerado.

Uma das condições para manter a vida no planeta é usar e manejar os solos¹⁰ sempre respeitando suas possibilidades e limitações, visando a manter e conservar a maior integridade possível quanto as suas características estruturais e de equilíbrio com os diversos sistemas ecológicos, de modo que ele continue em condições de desempenhar suas funções.

⁸ Oriundo principalmente das atividades dos microorganismos do solo.

⁹ As propriedades físicas dizem respeito à capacidade de absorver e reter água, de circular o ar e à facilidade que oferece para a penetração das raízes das plantas. As propriedades químicas dizem respeito à capacidade de reter e fornecer nutrientes para as raízes e possibilitar reações químicas entre os seus componentes.

¹⁰ No Brasil, no dia 15 de abril, é comemorado o Dia Nacional da Conservação dos Solos. Essa data foi instituída pela Lei no 7.876, de 13 de novembro de 1989. O objetivo é dedicar esse dia para reflexão sobre o uso correto e a conservação dos solos. A data de 15 de abril foi escolhida em homenagem ao nascimento do americano Hugh Hammond Bennett (15/04/1881- 07/07/1960), considerado o pai da conservação dos solos nos Estados Unidos, o primeiro responsável pelo Serviço de Conservação de Solos daquele país.

Os organismos que habitam o solo podem exercer efeitos adversos ao homem, como parasitá-lo e causar-lhe doenças, mas a maioria presta serviços imprescindíveis para a manutenção e sobrevivência das comunidades vegetais e animais. Destacam-se como as principais atividades¹¹: a) degradação de compostos tóxicos à natureza e ao seres humanos; b) decomposição da matéria orgânica; c) produção de húmus; d) ciclagem e acúmulo de nutrientes e energia; e) fixação de nitrogênio atmosférico; f) produção de compostos complexos, como substâncias gomosas, lipídeos e outras insolúveis na água que são essenciais para a formação e estabilidade de agregados do solo; g) decomposição de xenobióticos; h) formação de microagregados¹² e h) controle biológico de pragas e doenças.

Portanto, quanto maior, mais diversificada e mais complexa a biomassa¹³ de um solo, maior será o seu poder de resistência e resiliência, ou seja, melhor é a sua estabilidade, sua capacidade de resistir aos desequilíbrios, de se recuperar dos estresses, conseqüentemente, apresentar maior potencial de executar suas funções.

A partir dessas informações, infere-se que a composição da fauna do solo e as condições de desempenhar suas atividades interferem na sustentabilidade e no padrão de funcionamento de um sistema produtor de grãos. Por isso, esses parâmetros são freqüentemente recomendados como bioindicadores da sustentabilidade do solo. De acordo com Matsuoka et al. (2003), as propriedades biológicas e bioquímicas do solo, tais como: a

¹¹ A diversidade metabólica dos organismos que vivem no solo é versátil e possui uma infinidade de classificação. A seguir apresentam-se algumas: a) Autotróficos e heterotróficos, quando, respectivamente, os organismos utilizam fontes inorgânicas e orgânicas de carbono (CO₂); b) Fototróficos e quimiotróficos, quando, respectivamente, os organismos obtêm sua energia a partir da energia luminosa, pela fotossíntese e energia a partir da utilização de compostos químicos, envolvendo especialmente reações de oxidação e redução; c) Organismos biófagos e saprófagos quando, respectivamente, os organismos se alimentam de seres vivos e de matéria orgânica morta. Os biófagos podem ser classificados em Microbióvoros (as amebas, ácaros, nematóides que se alimentam de micróbios), Fungívoros (ácaros, nematóides que se alimentam de fungos), Fitófagos (insetos, com destaque, nematóides que são importantes parasitas que se alimentam de plantas). Os saprófagos podem ser classificados em: Detritívoros (pode ser vários tipos de organismos macro e microscópicos que se alimentam de detritos vegetais em vários estágios de decomposição), Cadaverícolas (são larvas de insetos que se alimentam de carne podre/animais mortos), Coprófagos (são bactérias, fungos e pequenos artrópodes se alimentam de excrementos). d) Organismos simbiotróficos que se nutrem de substâncias oriundas da simbiose com organismos vivos, por exemplo, os rizóbios e os fungos micorrízicos. As simbioses se dividem em mutualistas (quando os dois organismos são beneficiados) ou parasíticas (quando um dos organismos é beneficiado e o outro prejudicado).

¹² Principalmente pela atuação das formigas, cupins e minhocas.

¹³ Nesse caso, biomassa é o peso total de todos os organismos vivos por uma unidade de área. É a quantidade de matéria viva num ecossistema.

atividade enzimática, a taxa de respiração, a diversidade e a biomassa microbiana, por serem sensíveis, são indicadas como indicadores eficientes para o monitoramento de alterações ambientais decorrentes do uso agrícola.

A biodiversidade da comunidade existente num solo reflete a influência dos diversos fatores físicos e químicos que atuam simultaneamente. Os fungos, bactérias e minhocas são aqueles que geralmente apresentam maior biomassa. A densidade de todos os grupos de organismos e as atividades biológicas¹⁴ não são estáticas, mas dinâmicas e variam em função de características edáficas e climáticas específicas de cada ambiente.

Os principais fatores que afetam a presença e a atividade dos microorganismos do solo são: substratos e fontes de energia, fatores de crescimento, nutrientes minerais, composição e força iônica da solução do solo, pH, composição e pressão atmosférica, umidade, potencial redox, temperatura e radiação solar, profundidade e cobertura vegetal, interações entre organismos e impactos antropogênicos.

2.2. Descrição de operações e práticas realizadas num sistema de produção de grãos e os impactos gerados

Para que um sistema de produção de grãos ou qualquer outra atividade agrícola atinja o seu objetivo final é necessário que ocorra uma série de operações e práticas. Muitas práticas utilizadas num sistema de produção de grãos não são desejáveis sob a ótica do desenvolvimento sustentável. A primeira etapa consiste em realizar a limpeza da área e o preparo do solo para colocá-lo em condições de implantar a atividade. Em sucessão ocorrem o plantio, os tratos culturais, a colheita, secagem, armazenamento, industrialização/beneficiamento, transporte, distribuição e consumo.

- Limpeza da área

Historicamente a destruição da vegetação florestal nativa em várias regiões do Brasil se intensifica quando ocorre um ciclo econômico ligado a um determinado produto agrícola; em muitos casos as conseqüências são mais severas quando se instala uma monocultura.

Para realizar a exploração de um sistema de produção mecanizada de grãos há a conversão de uma área, que muitas vezes é extensa e contínua, para que ela fique em condições de executar as operações até chegar ao objetivo final que é a colheita do produto.

¹⁴ Nesse trabalho, é entendido como a ação dos organismos vivos existentes no solo, tanto animais quanto vegetais.

De um modo geral, o uso agrícola das terras gera, indireta e diretamente, uma série de impactos modificando a composição e a estrutura dos conjuntos faunísticos e florísticos. Os impactos começam com a retirada da vegetação original, fato que interfere em todo o ecossistema, inclusive no clima.

A conversão da cobertura vegetal também afeta: a) o sistema hidrológico, causando implicações na taxa de escoamento de chuvas pelo solo, na variação anual da vazão dos rios, nas características biogeoquímicas da água, no volume de sedimentos nos cursos de água; b) a abundância e distribuição dos animais¹⁵, visto que reduz, fragmenta, isola, modifica e, às vezes, até erradica seus habitats; c) interferência na biodiversidade das plantas, porque cria novas condições de umidade, radiação solar, ventos que favorecem o surgimento de novos intercâmbios entre as espécies, surgindo assim, uma nova vegetação modificada ao invés de um ecótono¹⁶ tradicional; d) transformação da paisagem.

Para deixar o solo apto para a semeadura, deve-se previamente proceder à abertura e desobstrução da área, que consiste em realizar operações para remover a vegetação existente. A operação de retirada da vegetação pode ser um desbravamento, quando ocorre a retirada de floresta primária ou secundária. O primeiro tipo de floresta é formado por uma vegetação intocada ou em que a ação humana não provocou significativas alterações das suas características originais de estrutura e de espécies. A floresta secundária são as reconstituídas por uma regeneração espontânea das plantas nativas, ou reflorestadas, em monocultivo ou não, com espécies exóticas.

Outra modalidade de limpeza é a retirada de vegetação menos densa, composta de plantas de pequeno porte que nasceram em terras já cultivadas em safras anteriores, principalmente em áreas de pastagens ou outros cultivos abandonados. Normalmente, são plantas de pequeno porte, e que causam infestação nas lavouras. Em muitas regiões esse tipo de vegetação é conhecido como capoeira.

Quando na área que se pretende transformar em lavoura ou pasto houver madeiras com valor comercial, a primeira etapa é realizada por madeireiros, que extraem de maneira seletiva as árvores de interesse. Também pode ocorrer a exploração do carvão, prática mais comum em regiões mais próximas das indústrias que consomem esse produto. O restante da vegetação é dizimado depois de esgotadas as possibilidades ou quando a atividade madeireira não apresenta rendimentos considerados compensatórios.

¹⁵ Nesse caso, deve-se considerar também que depois do desmatamento ainda sofrem interferências deletérias devido aos costumes e hábitos dos humanos.

¹⁶ Ecótono é uma zona de transição que pode ser entre biomas ou entre áreas distintas de um mesmo bioma.

A operação seguinte envolve o corte e a retirada dos troncos e raízes. O corte pode ser feito de várias maneiras, como a derrubada das árvores de maior porte e utilização do fogo para eliminar as plantas menores, ou pelo uso de máquinas pesadas que arrancam a vegetação¹⁷ e enleiram os restos, que, depois de secos, são queimados.

O uso do fogo na agricultura brasileira é uma prática generalizada. De acordo com Miranda et al. (1997), 95% das queimadas realizadas no Brasil ocorrem em áreas já desmatadas. O fogo, apesar de ser um fator agressivo ao meio ambiente, é utilizado no processo de transformação das florestas em lavouras e pastagens porque facilita a limpeza e o preparo de um terreno para a atividade agropecuária.

De acordo com Nepstad et al. (1999), outras vantagens desse procedimento é que se trata de uma operação barata que auxilia no controle de plantas invasoras e, num primeiro momento, altera de forma positiva a fertilidade do solo. A principal causa do efeito das queimadas na fertilidade é que parte do potássio, cálcio e magnésio das plantas queimadas é disponibilizado para as plantas que rebrotam. Grande parte desses nutrientes é lixiviada. O efeito da cinza também contribui para o decréscimo da saturação de alumínio. Esses efeitos são percebidos somente em curto prazo, em três anos o solo retorna aos níveis anteriores à queima (BOGNOLA, 1997). Portanto, as cinzas proporcionam a correção da acidez do solo e servem como um fertilizante natural para os cultivos agrícolas.

As queimadas podem ser intencionais ou acidentais. As intencionais podem ter quatro finalidades: a) facilitar o desmatamento, estando nesse caso associada à derrubada de vegetação; b) renovar pastagens degradadas, objetivando o controle de plantas daninhas, carrapatos e a eliminação das folhas secas do capim visando à rebrota com as chuvas; c) facilitar a colheita, pois a queimada é aplicada com esse objetivo para diminuir as folhas secas (é utilizada principalmente na lavoura de cana-de-açúcar); d) o fogo também pode ser utilizado para a queima de restos culturais buscando o controle de pragas e doenças. Essa prática é bastante utilizada no controle do bicudo (*Anthonomus grandis*) na lavoura de algodão.

As queimadas acidentais ocorrem por algum acontecimento fortuito, ou quando se perde o controle do fogo de uma queimada intencional, fato que é facilitado considerando que as queimadas normalmente são feitas em períodos secos, quando a vegetação está mais vulnerável ao fogo.

¹⁷ Um modo utilizado é conhecido como correntão, que consiste em atar um cabo de aço ou de uma corrente de mais ou menos 20 metros de comprimento na extremidade de dois tratores de esteira, que se deslocam paralelos pelo terreno, arrancando as árvores desde a raiz.

As desvantagens das queimadas são: a) poluição do ar, podendo provocar doenças nas populações rurais e urbanas; b) o uso contínuo afeta a microbiota do solo e torna-o empobrecido e impróprio para a agricultura; c) emitem significativa quantidade de gás carbônico (CO₂) contribuindo para o efeito estufa, d) o desmatamento, seguido do fogo, interrompe a ciclagem dos nutrientes, conduzindo à degradação da fertilidade natural devido às perdas do carbono, nitrogênio e fósforo orgânico do solo (BOGNOLA, 1997); g) os efeitos das queimadas são locais e globais e h) contribuem para aumentar a erosão.

- Preparo do solo

De acordo com a Embrapa (1992), o preparo do solo para fins agrícolas é a manipulação física, química e biológica do solo, com o objetivo de obter condições favoráveis para que as relações no ambiente solo-água-planta sejam adequadas desde o plantio, germinação e emergência da plântula até a colheita. Para atingir esses objetivos, as operações visam a eliminar e enterrar as plantas não desejáveis, para evitar a competição com a cultura a ser implantada, romper camadas compactadas, para que as condições sejam favoráveis ao desenvolvimento do sistema radicular e a penetração e retenção da água na camada de solo mais explorada pelas raízes¹⁸.

Portanto, o preparo do solo, invariavelmente, interfere no comportamento da física, da química e da biologia do solo (KLUTHCOUSKI et al., 1988). Conseqüentemente há alterações na fertilidade, taxa de degradação e capacidade produtiva dos solos. Assim, quando ocorre uma perda de produtividade continuada, mesmo na ausência de fatores climáticos, pragas e doenças, as causas podem estar relacionadas com problemas e transformações nas características do solo.

Existem vários métodos de preparo do solo. De acordo com Kluthcouski et al. (1988), a escolha do método depende do grau de compactação¹⁹, do volume dos restos culturais, do tipo de invasoras e da fertilidade do perfil explorado pelas raízes. Pode-se acrescentar que a escolha

¹⁸ Esse fator varia de acordo com a cultura. Por exemplo, a importância desse fator na cultura do arroz de terras altas é fundamental, pois se as plantas sofrerem um estresse hídrico num período curto, que se estende dos 20 dias antes até 10 dias após o florescimento, ocorre um significativo comprometimento da produção e da qualidade dos grãos. As quebras do rendimento são especialmente acentuadas durante o florescimento, devido ao efeito irreversível da deficiência hídrica sobre os processos relacionados ao desenvolvimento reprodutivo, resultando em esterilidade e dessecação de espiguetas (FERREIRA et al., 2005a).

¹⁹ Compactação subsuperficial, também conhecida como pé de grade, é um dos principais entraves ao desenvolvimento das raízes, ao armazenamento e condutividade hidráulica infiltração de água. Conseqüentemente, está relacionado com o grau de erosão (KLUTHCOUSKI et al., 1988).

do método de preparo do solo depende também dos equipamentos disponíveis, das condições financeiras e do grau de consciência do produtor com as questões da sustentabilidade.

Os métodos chamados de preparo convencional consistem em operações mais profundas, normalmente realizadas com arado de disco ou com grade aradora. Posteriormente, após essa parte inicial, é feito um preparo secundário, composto de operações mais superficiais com a utilização de grades leves, buscando nivelar, destorroar, destruir crostas superficiais e eliminar plantas que germinaram após a primeira etapa do preparo.

Por outro lado, quando os solos estão sem problemas de compactação e com pouca incidência de plantas daninhas, pode ser feito o preparo mínimo, que é o uso minimizado de máquinas agrícolas sobre o solo. Consiste na passagem de implementos como o escarificador²⁰ ou a grade niveladora.

O sistema que menos remove o solo é o plantio direto, pois a limpeza da área basicamente se resume na aplicação de herbicidas. Entende-se por plantio direto a semeadura feita sobre uma cobertura vegetal previamente dessecada por herbicida (DERPSCH, 1984). Portanto é um sistema que revolve o mínimo possível o solo durante o plantio, que é executado por plantadeira/adubadeira que possui discos de corte que abrem sulcos e incorporam o adubo e a semente. Esse sistema dispensa os processos convencionais de aração e gradagem e mantém os restos da cultura anterior sobre o solo.

Uso do solo implica revirar a camada arável, a compactação da camada superficial, redução de matéria orgânica e oxidação do carbono orgânico em gás carbônico (CO₂). A quantidade e a qualidade dos insumos aplicados no solo influenciam na oxidação da matéria orgânica no balanço de carbono. Portanto, o manejo do solo e outras práticas agrícolas modificam o fluxo e o comportamento do carbono do solo e das emissões gás carbônico (CO₂).

O revolvimento do solo promove a mineralização da matéria orgânica, reduzindo a sua quantidade. Isso ocorre porque fraciona e incorpora os resíduos vegetais, provoca maiores variações de temperatura, umidade e aeração. A conjugação desses fatores facilita a ação dos microorganismos. Outro efeito nocivo quando se remexe o solo é a quebra de agregados. Assim, iniciam-se os processos erosivos, que podem comprometer o potencial produtivo do solo, a economia do sistema e o meio ambiente.

Um solo se degrada quando são modificadas suas características físicas, químicas e biológicas. A utilização de tecnologias inadequadas, a falta de práticas

²⁰ O escarificador é um equipamento que visa a quebrar a camada densa superior do solo.

de conservação de água no solo e a destruição da cobertura vegetal provocam desgastes que podem ter como conseqüências o esgotamento, a poluição e a contaminação, processos de erosão, diminuição do teor em matéria orgânica, diminuição da biodiversidade, salinização (acumulação excessiva de sais solúveis de sódio, magnésio e cálcio) e compactação (causada por uma pressão mecânica devida a máquinas pesadas ou sobrepastoreio). As conseqüências podem resultar na redução da capacidade produtiva até o estágio de desertificação. Os custos de reparação dos danos às vezes são elevados.

Processos erosivos, de degradação e contaminação dos solos em sistemas agrícolas²¹ produtores de grãos²² podem ocorrer: a) pela deposição sem controle qualitativo e/ou quantitativo de resíduos sólidos, líquidos e gasosos provenientes de agrotóxicos, adubos ou de lançamento de águas e efluentes²³ contaminados; b) pela destruição da vegetação natural, seja pelo desmatamento ou pelos incêndios provocados.

De um modo geral, a erosão reduz significativamente a produção, pois a água que escorre leva consigo o potencial produtivo do solo. Assim, a erosão é ainda a principal ameaça para a sustentabilidade ambiental.

Alguns fatores determinantes da erosão são classificados como extrínsecos e intrínsecos. Os extrínsecos podem dividir-se em naturais ou ocasionais; como exemplo dos naturais citam-se a chuva e o vento, e dos ocasionais, a cobertura e o manejo do solo. Os fatores intrínsecos estão relacionados com a topografia, declividade e comprimento da rampa²⁴ e propriedades do solo²⁵. Portanto, a erosão do solo é um efeito sinérgico de várias causas de ordem natural, climática, geomorfológica, fitogeográfica e, sobretudo, da ação antrópica. A erosão causada pelo vento consiste no transporte aéreo ou por rolamento das partículas do solo. Esta ação é mais notada em regiões com topografia plana e com ocorrência de ventos fortes.

²¹ Sistemas agrícolas irrigados, quando mal planejados e ou manejados inadequadamente, podem originar a salinização do solo e/ou a toxicidade das plantas pelo excesso de nutrientes.

²² Na pecuária uma causa comum é o sobrepastoreio.

²³ Efluentes provenientes de atividades agrícolas que, normalmente, causam maiores problemas e com elevado risco de poluição são os originados nas agropecuárias intensivas, sejam elas de bovinos, suínos ou aves.

²⁴ Existe uma alta correlação positiva entre declividade e perda de solo. Quanto maior a declividade, maior será a velocidade com que a água irá escorrer, conseqüentemente, maior será a quantidade de partículas carregadas devido à força erosiva. Da mesma forma, o comprimento da rampa tem forte relação com o grau de erosão, pois, à medida que aumenta o comprimento da rampa, maior será o volume e a velocidade de escoamento da água.

²⁵ Grande parte do comportamento dos solos é determinada por sua textura. Solos argilosos são mais agregados, enquanto os de textura grossa apresentam macroporos; solos arenosos são mais permeáveis e com melhor infiltração, é o tipo de solo menos sujeito à erosão. A associação da textura e estrutura interfere na porosidade e permeabilidade.

A erosão hídrica é um tipo de erosão muito freqüente, principalmente em regiões de clima úmido. A ação da água desagrega as partículas²⁶ e as enxurradas transportam o material erodido, depositando nas calhas dos cursos d'água, reduzindo a sua capacidade de armazenamento da água da chuva, ocasionando inundações. Portanto, a erosão hídrica pode provocar graves conseqüências socioeconômicas. Na Tabela 3 visualizam-se as cinco diferentes formas de erosão causada pela água.

Tabela 3. Formas de erosão causada pela água.

Forma	Descrição
Superficial, ou laminar	Desgasta de forma uniforme o solo. Em seu estágio inicial é quase imperceptível. À medida que o processo vai avançado, a coloração do solo torna-se mais clara, a água de enxurrada torna-se lodosa, as raízes das plantas perenes afloram e há decréscimo na colheita.
Sulcos canais, ou ravinas	Apresenta sulcos sinuosos formados pelo escoamento das águas das chuvas ao longo dos declives.
Embate	Ocorre a desagregação das partículas pelo impacto das gotas de chuva no solo desprovido de vegetação.
Desabamento	Sua principal ocorrência se dá em terrenos arenosos. Os sulcos deixados pelas chuvas sofrem novos desmoronamentos provocados pelo atrito de correntes d'água. Se o processo não for interrompido, os tamanhos dos sulcos aumentam e com o passar do tempo se tornam imensas valas, comumente denominadas de voçorocas.
Vertical	É a eluviação, que consiste no transporte de partículas e materiais solubilizados através do solo. A porosidade e agregação do solo influenciam na natureza e intensidade do processo, que pode formar horizontes de impedimento ou deslocar nutrientes para fora do alcance das raízes das plantas.

Fonte: Amaral (1984).

O uso intensificado do solo, além da aceleração dos processos erosivos, contribui para a degradação e contaminação, trazendo como conseqüências a modificação do equilíbrio ecológico, pela destruição da paisagem.

A erosão dos solos é um bom exemplo para elucidar alguns contrastes quando se trata da sustentabilidade de um sistema de produção de grãos. Para controlar esse fenômeno, os produtores investem em práticas conservacionistas, que têm um custo financeiro imediato e futuro, seja para os produtores ou para os consumidores. O custo imediato para os produtores decorre da aplicação de recursos em máquinas e operações, investimentos que na maioria das vezes

²⁶ O impacto de uma gota de chuva em solo descoberto é um dos principais agentes da degradação dos solos brasileiros.

não apresentam vantagens e retornos econômicos instantâneos, pois nem sempre garantem o súbito aumento de produtividade, sendo resultados observados em médio e longo prazo. O custo futuro para o produtor é que, com o passar do tempo, a capacidade produtiva do sistema vai ficando mais dependente de insumos, conseqüentemente vai ficando cada vez mais oneroso.

O reflexo imediato da erosão para o consumidor decorre do fato de que num primeiro momento há um aumento do custo de produção que é repassado no preço do produto. No entanto, no futuro o consumidor ganhará por não ter que pagar pelos impactos da sedimentação, poluição de aquíferos e perda de qualidade da paisagem.

- **Plantio**

A escolha da época de plantio é feita considerando as condições climáticas, que devem ser as mais adequadas às necessidades da cultura, de modo a reduzir os riscos de perdas por excesso ou déficit de chuvas, nos estádios críticos de desenvolvimento da planta. Outro fator importante é que o período escolhido deve otimizar o controle das infestações de pragas e doenças. Portanto, a época de semeadura varia de acordo com a região, a lavoura e a cultivar utilizada.

A má qualidade de sementes²⁷ por falta de pureza física e varietal dificulta a semeadura devido ao entupimento nas máquinas, o que, por sua vez, provoca uma distribuição e emergência desuniforme. A deficiência da pureza física pode também propagar outras espécies na área. A baixa qualidade fisiológica e o baixo poder germinativo da semente proporcionam uma lavoura com número de plantas abaixo do recomendado. Isso facilita o crescimento das plantas daninhas, aumenta o custo de produção, prejudica o rendimento da lavoura e reduz o retorno do capital investido pelo produtor. A semente tem que estar isenta de agentes causadores de doenças, caso contrário a lavoura ficará exposta a danos por moléstias desde a fase inicial de seu ciclo, o que pode causar morte de plantas, redução na produtividade e produto de qualidade ruim.

²⁷ Pela Lei 10.711, de 05 de agosto de 2003 (publicada no Diário Oficial da União de 06/08/2003), entende-se por: a) semente básica: material obtido da reprodução de semente genética, realizada de forma a garantir sua identidade genética e sua pureza varietal; b) semente certificada de primeira geração: material de reprodução vegetal resultante da reprodução de semente básica ou de semente genética; c) semente certificada de segunda geração: material de reprodução vegetal resultante da reprodução de semente genética, de semente básica ou de semente certificada de primeira geração; d) semente para uso próprio: quantidade de material de reprodução vegetal guardada pelo agricultor, a cada safra, para semeadura ou plantio exclusivamente na safra seguinte e em sua propriedade ou outra cuja posse detenha, observados, para cálculo da quantidade, os parâmetros registrados para a cultivar no Registro Nacional de Cultivares (RNC).

- Tratos culturais - correção do solo, fertilização, controle de plantas daninhas, pragas, doenças e manejo dos agrotóxicos

A calagem e a adubação fertilizante visam a recuperar ou conservar a fertilidade de um solo, podendo ocorrer tanto num solo recém-desmatado como em áreas já em uso. A calagem é a correção da acidez do solo por meio da aplicação de calcário, que induz transformações químicas no solo. Essas alterações promovem importante modificação no ambiente radicular devido à liberação de hidroxilas no solo.

A calagem é um dos componentes que interferem na produção agrícola, pois as plantas em solos ácidos apresentam sintomas de toxidade ou carência de elementos. Quando essa prática é bem executada alguns efeitos positivos são: a) elevação do pH do solo; b) redução ou eliminação do efeito tóxico do alumínio e manganês, possibilitando o maior crescimento do sistema radicular; c) aumento da Capacidade de Troca Catiônica²⁸ (CTC); d) aumento do teor de cálcio e magnésio como nutrientes; e) aumento da disponibilidade de fósforo, nitrogênio e mobilidênio; f) redução das perdas por lixiviação pelo aumento da retenção de outros cátions, visto que aumenta as cargas negativas no solo; g) favorecimento da atividade microbológica, conseqüentemente disponibilizando maior quantidade de nitrogênio; h) promoção no aproveitamento mais eficiente de adubos adicionados, principalmente o fósforo.

A adubação fertilizante é a prática agrícola que consiste no fornecimento de fertilizantes ao solo visando a suprir a carência de nutrientes e proporcionar o pleno desenvolvimento das culturas vegetais, reduzindo as perdas e elevando a produtividade das lavouras. Essa complementação é necessária visto que raramente, em suas condições naturais, os solos conseguem suprir as necessidades das plantas comerciais durante seu ciclo, ou seja, há a necessidade de melhorar, manter ou repor nutrientes. Dessa forma, a adubação é utilizada tanto em área nova a ser cultivada, quando ela não apresenta fertilidade natural suficiente para atender às exigências das plantas, como pode ser utilizada em áreas já cultivadas onde os resíduos das colheitas não são capazes de reabilitar e estabilizar as perdas de nutrientes ocorridas após um ou mais cultivos sucessivos numa mesma área. No primeiro caso, o principal objetivo é elevar o nível de disponibilidade dos elementos e no segundo, manter a fertilidade do solo após cada safra.

A adubação pode ser mineral ou orgânica. A adubação mineral pode ser vista de duas maneiras. A primeira forma considera como adubação

²⁸ É a capacidade do solo em adsorver cátions. É diretamente proporcional à quantidade de cargas negativas do material.

mineral aquela que utiliza adubos naturais de solubilidade lenta, tais como pó de rochas, resto de mineração e outros, nesse caso, os nutrientes são disponibilizados em pequenas doses. A segunda maneira é considerar como adubação mineral aquela que incorpora fertilizante industrializados aos solos. A adubação orgânica é feita por meio da utilização de vários tipos de resíduos, tais como: compostos, estrume curtido, biofertilizantes enriquecidos com micronutrientes, restos das culturas, palhadas e cobertura morta.

Se não for bem utilizada, a adubação orgânica, usando esterco de suínos e aves, também pode apresentar perigos de contaminação ambiental, como, por exemplo, o carregamento de fósforo para os mananciais de água causando a eutrofização.

Os impactos do uso de corretivos e fertilizantes químicos podem ser classificados de diretos e indiretos. Os diretos são aqueles decorrentes da ação dos produtos sobre o meio ambiente, plantas e alimentos. Os indiretos são os originados da extração e moagem do calcário e do processo de industrialização dos adubos químicos.

Atualmente, de uma maneira geral, os agrotóxicos são mais seletivos e seguros, os níveis de toxicidade das substâncias ativas foram reduzidos, tornaram-se mais biodegradáveis e menos persistentes no ambiente. Assim, de certa forma, os perigos e riscos para a saúde e ambiente foram minimizados. No entanto, continuam os problemas de efeitos residuais²⁹, seletividade³⁰ e toxicidade³¹, que podem ser agudos quando a contaminação de uma substância ou um composto químico e seus derivados ou metabólitos causa a morte rápida. A toxicidade crônica é quando existe o acúmulo de uma substância ou produto químico, podendo ou não apresentar sintomas de intoxicação.

²⁹ Efeito Residual de um agrotóxico é tempo que permanece nas plantas, nos alimentos, no solo, no ar e na água, podendo trazer complicações de ordem toxicológicas.

³⁰ Seletividade é a propriedade que um agrotóxico apresenta quando, na dosagem recomendada, é menos tóxico ao inimigo natural do que à praga ou doença contra a qual é empregado, apesar de atingi-los igualmente. Apesar dos avanços, continuam os problemas, pois ainda são freqüentes os efeitos indesejáveis nos solos, na água, nos animais silvestres, nos seres humanos e nos alimentos.

³¹ A Lei 7.802 em 11 de julho de 1989, regulamentada pelo Decreto 4.074 de 04 de janeiro de 2002, no parágrafo único do Artigo 2º, classifica os produtos agrotóxicos quanto a toxicidade em: I- extremamente tóxico (faixa vermelha); classe II - altamente tóxica (faixa amarela); classe III - medianamente tóxica (faixa azul) e classe IV - pouco tóxica (faixa verde). A Portaria Normativa IBAMA N° 84, de 15 de outubro de 1996, no seu Art. 3º, classifica os agrotóxicos quanto ao potencial de periculosidade ambiental, baseando-se nos parâmetros bioacumulação, persistência, transporte, toxicidade a diversos organismos, potencial mutagênico, teratogênico, carcinogênico, obedecendo à seguinte graduação: Classe I - Produto Altamente Perigoso; Classe II - Produto Muito Perigoso; Classe III - Produto Perigoso e Classe IV - Produto Pouco Perigoso.

Apesar da evolução dos produtos químicos utilizados nas lavouras, como fungicidas, inseticidas e herbicidas, eles continuam contribuindo para aumentar o desequilíbrio ambiental. Dessa forma, a estratégia de utilização e aplicação, independente do tipo de agrotóxico, do tamanho da lavoura, da tipologia do produtor, deve harmonizar-se com as exigências legais, respeitar as recomendações dos fabricantes e adotar medidas para minimizar os perigos e riscos para a saúde e ambiente.

As inovações são buscadas não só na evolução dos agrotóxicos, mas também na procura de novos métodos e técnicas de controle. Por exemplo, o uso de manejo integrado de pragas (MIP), que procura administrar as pragas utilizando ferramentas biológicas, químicas e culturais disponíveis. O MIP, como qualquer outro método de controle, deseja que as plantas sejam saudáveis, porém, diferente de manejos convencionais, com a preocupação de preservar e aumentar o número de organismos benéficos que ocorrem naturalmente no sistema agrícola. Por isso, é dada preferência para o controle biológico³² e uso de biopesticidas, que são formulações estáveis de microrganismos³³, vírus, bactérias, fungos, protozoários ou certos nematóides, obtidas pela biotecnologia. Outra diferença no MIP é o controle químico aplicando produtos seletivos somente quando se atinge o nível de dano econômico, ou seja, os pesticidas químicos são utilizados em complementação a outras ferramentas.

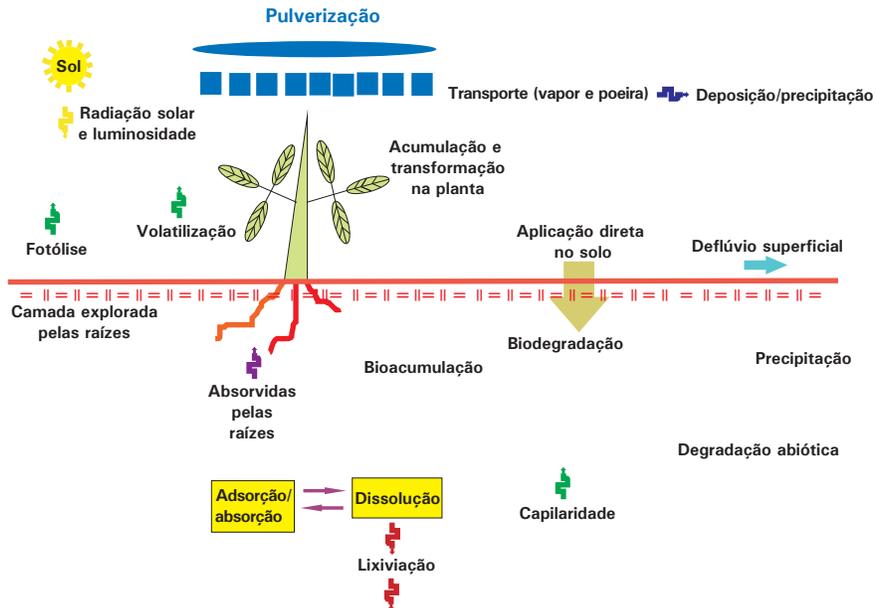
De acordo com Menezes (2007), existem três estratégias que envolvem a utilização de agentes de controle biológico. Uma estratégia é a importação de espécies que são inimigos naturais da praga que se deseja combater. A segunda maneira é multiplicar em laboratórios especializados o inimigo natural. Essa estratégia é conhecida como controle biológico aumentativo ou por incremento. A terceira é o controle biológico por conservação. Nesse caso, busca-se proporcionar condições adequadas para a sobrevivência e reprodução dos inimigos naturais, visando à sua manutenção e à efetividade nos agroecossistemas.

De acordo com Capalbo (1998), a ação dos biopesticidas pode afetar mamíferos, organismos aquáticos e insetos benéficos. Portanto, não são livres de risco, embora o seu risco seja muito menor do que o apresentado pelos pesticidas químicos de amplo espectro que vêm sendo utilizados atualmente no campo.

³² Controle biológico é um processo natural de regulação populacional por meio de inimigos naturais.

³³ Atuam devido à produção de toxinas, por provocarem doenças, ou ainda, evitando o estabelecimento de outros microrganismos, reduzindo assim a população da praga (CAPALBO, 1998).

Visualizam-se na Fig. 7 as alternativas que as moléculas de um agrotóxico podem ter após a sua aplicação, pois nem toda molécula exerce a função para a qual foi aplicada. Ela pode acumular-se na superfície do solo e das plantas e ser decomposta por fotólise, ou pode ser volatilizada. As partículas do agrotóxico podem ser transportadas para outras áreas pelo vento na forma de vapor ou de poeira. As partículas que ficarem na superfície do solo poderão ainda ser carregadas pelo deflúvio superficial.



Precipitação = quando a concentração excede o seu grau de solubilidade no fluido e o excesso sai da solução, precipita-se.

Dissolução = o contrário da precipitação. Isto é, a substância fica na solução do solo e pode se lixiviada.

Biodegradação = transformação das moléculas pelo metabolismo dos microorganismos

Degradação abiótica = reações de oxidações (perda de elétrons) redução (ganho de elétrons), hidrólise e isomerização.

Adsorção = fixação da molécula do agrotóxico, que passa da forma móvel para estacionária.

Fig. 7. Processos e dinâmicas de eliminação ou contaminação de fertilizantes, corretivos e agrotóxicos no solo.

As partículas de agrotóxicos que penetram no solo podem ser absorvidas pelas raízes das plantas ou serem acumuladas ou degradadas pelos organismos do solo; no primeiro caso, ocorre a bioacumulação e, no segundo, a biodegradação; as moléculas podem ainda sofrer a degradação abiótica ou serem adsorvidas e dissolúveis. Nessa última situação, podem ser lixiviadas e atingirem camadas não exploradas pelas raízes, porém podem voltar para essa camada pelo fenômeno da capilaridade.

Algumas características, como estrutura molecular, reatividade, concentração, volatilidade e outras interferem no grau de degradação e mobilidade dos agrotóxicos nos solos. A dinâmica desses produtos no ambiente também é influenciada por características intrínsecas ao ambiente.

Os principais fatores que controlam a migração de contaminantes no solo³⁴ são classificados em processos físicos, químicos e biológicos. A dissipação por processo físico pode ser por advecção, difusão molecular ou hidrodinâmica. Na advecção, o transporte da substância se dá por meio do fluxo do fluido no qual a mesma está diluída. Na dissipação por difusão molecular, a substância migra de regiões de maior para menor concentração e, na difusão hidrodinâmica, a dispersão ocorre pelos poros vazios. Nos processos químicos e bioquímicos, são importantes as sorções, ou seja, as transferências de substâncias contaminantes da solução para a parte sólida do solo.

Uma consequência direta do desenvolvimento e da evolução das moléculas e princípios ativos e do uso generalizado dos agrotóxicos é o aumento da exposição dos seres vivos e do ambiente aos efeitos indesejáveis desses produtos, fato que pode potencializar o surgimento ou o agravamento de problemas de saúde na população³⁵, seja dos consumidores ou dos trabalhadores que lidam diretamente com os produtos.

Os agrotóxicos são uma ameaça à saúde humana e dos animais³⁶. A contaminação pode ser direta quando ocorre uma atuação das moléculas ativas sobre os organismos. A contaminação indireta pode ocorrer pela acumulação de resíduos nas plantas e alimentos que posteriormente serão consumidos, ou pela poluição e degradação do meio ambiente, visto que muitos produtos são persistentes, móveis e tóxicos no solo, na água superficial ou subterrânea, no ar e na biota.

³⁴ O Decreto n.º 28.687/82, de 11 de fevereiro de 1982, que aprova o Regulamento do Sistema do Estado da Bahia de Administração dos Recursos Ambientais, no Artigo 72, estabelece que a poluição do solo e do subsolo consiste na deposição, disposição, descarga, infiltração, acumulação, injeção ou enterramento no solo ou no subsolo de substâncias ou produtos poluentes, em estado sólido, líquido ou gasoso. Assim, pode-se concluir que um processo de contaminação do solo ocorrerá sempre que houver adição de compostos ao solo, modificando suas características naturais e as suas utilizações, produzindo efeitos negativos.

³⁵ No período de 1990 a 1999, ocorreram no Estado do Paraná 8.768 casos de intoxicação aguda por agrotóxicos, dos quais 931 foram fatais. Do total de casos, 50% ocorreram por uso profissional do produto, 29% tentativa de suicídio e 17% ocorreu por acidente (POLASTRO, 2005). Alguns casos são carcinogênicos.

³⁶ Nesse caso, quando os animais são transformados em alimentos, a ameaça termina nos seres humanos.

A aplicação repetida de agrotóxicos aumenta a possibilidade de se promover a resistência de patógenos ou de plantas. Além disso, o seu uso aumenta o custo de produção. Outro aspecto decorrente do uso intensivo dos agrotóxicos está associado ao crescente aumento dos problemas gerados pelas embalagens dos produtos, que, se não forem descartadas adequadamente, tornam-se uma fonte geradora de poluição e contaminação.

Com relação ao problema de destinação de embalagens, existe legislação específica desde 1989 com a Lei nº 7.802³⁷. Em 6 de junho de 2000 foi editada a Lei nº 9.974, alterando alguns pontos da Lei anterior. A Lei 9.974/00 disciplina o recolhimento e destinação final das embalagens dos produtos fitossanitários na agricultura brasileira. Para atender às determinações impostas e executar suas responsabilidades, a indústria constituiu o Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias – inPEV³⁸, que é o órgão que representa a indústria fabricante de produtos fitossanitários em sua responsabilidade de conferir a correta destinação final às embalagens vazias dos produtos utilizados na agricultura brasileira.

A legislação desse assunto é complementada pelo Decreto 4.074, de 04 de janeiro de 2002, que estabelece competências aos Ministérios da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, da Saúde e do Meio ambiente. O Decreto trata, dentre outras coisas, do registro do produto e seus componentes, da proibição de uso quando o produto não atende a certas condições, do cancelamento da impugnação do registro, das especificações da embalagem, do fracionamento, da rotulagem, do destino final de sobras e embalagens após o uso, das regras para a propaganda comercial, do armazenamento, do transporte, do receituário agrônomo e das infrações.

- Colheita

A colheita pode ser manual, semimecanizada e mecanizada. No primeiro tipo, as operações de corte, enleiramento, recolhimento e trilhamento são feitas manualmente. Na semimecanizada pelo menos uma etapa é manual, geralmente as etapas de corte e o recolhimento das plantas e a trilha mecânica. Na colheita mecanizada, a operação é realizada por diversos modelos e tipos de máquinas, que vão desde as de pequeno porte, normalmente tracionadas por trator, até as colhedoras automotrizes com grande capacidade.

³⁷ A Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989, dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins e dá outras providências.

³⁸ É uma entidade sem fins lucrativos, fundada em 14 de dezembro de 2001, mas só entrou em funcionamento em março de 2002. Ela tem como objetivo gerir um sistema de destinação final de embalagens vazias de agrotóxicos (INSTITUTO NACIONAL DE PROCESSAMENTO DE EMBALAGENS VAZIAS, 2006).

Os fatores responsáveis pelas perdas antes da ceifa das plantas são: a) degrana natural; b) acamamento (que varia com a cultivar, nível de adubação nitrogenada e densidade de plantas por metro quadrado); c) ataque de pássaros; d) excesso de chuvas; e) ação de ventos, f) veranico prolongado; g) danos causados por doenças e insetos.

Durante a colheita, as perdas podem ser por redução da quantidade e qualidade dos grãos. Um dos fatores causadores desse problema é a antecipação, ou seja, colheita antes do ponto em que o grau de maturação fisiológica e do teor de umidade dos grãos esteja dentro dos parâmetros recomendados. A colheita prematura ou tardia afeta a qualidade dos grãos.

Na colheita tardia, os grãos apresentam umidade baixa, e ocorrem perdas por degrana natural ou por acamamento das plantas. Ademais, o tempo que os grãos ficam no campo depois de sua completa formação e maturação aumenta sua exposição aos ataques dos insetos, pássaros e roedores. Crescem também os problemas causados por variações climáticas, seja pela variação de umidade entre o dia e a noite, quando a umidade tende a aumentar devido ao orvalho, ou pela ocorrência de chuvas. Todos esses fatores, além de depreciarem o produto, concorrem para consideráveis perdas de produção.

- Secagem

A secagem dos grãos varia de acordo com o produto. No caso do arroz, os grãos normalmente são colhidos com umidade entre 18% a 23% e, para o armazenamento, a umidade deve estar em torno de 13%. Portanto, o objetivo da operação de secagem é desidratar os grãos até um nível de umidade desejado. A secagem pode ser obtida naturalmente pelo sol³⁹, ou artificialmente⁴⁰. No último caso, utilizam-se secadores abastecidos principalmente por energia obtida da queima de madeira. A definição quanto ao uso do melhor método depende de diversos fatores, dentre eles, do nível tecnológico e do poder aquisitivo do produtor, do volume de produção⁴¹, da velocidade de colheita e da finalidade a que se destinam os grãos.

Uma secagem mal conduzida pode gerar uma série de problemas. Por exemplo, quando se faz uma secagem rápida, ou seja, diminui-se bruscamente o teor de umidade de uma massa de grãos, a umidade não fica uniforme, sendo que os grãos que entraram no secador com umidade baixa ficam muito secos após a secagem.

³⁹ É pouco empregada em Mato Grosso. É utilizada por agricultores que não possuem acesso à infra-estrutura de secagem industrial.

⁴⁰ Nessa modalidade é possível manipular a temperatura e a velocidade do ar.

⁴¹ Quando o volume é grande, só é possível empregar a artificial, que utiliza artificios para aumentar a velocidade do processo de secagem.

Outros danos causados aos grãos durante a secagem são trincamento, formação de crosta periférica, alteração de coloração, desestruturação do amido e morte do próprio grão, o que provoca reduções no rendimento industrial e no valor comercial.

- Armazenamento

O tipo de armazenamento varia conforme o produto, que pode ser armazenado em sacos de 60 quilos ou a granel. O armazenamento é uma etapa pós-colheita do sistema de produção de grãos cujo objetivo principal é formar um estoque para ser utilizado na entressafra, sendo fundamental preservar a qualidade do produto.

Os grãos armazenados formam um sistema biológico sujeito às ações de fatores bióticos, como ataque de roedores, ácaros, insetos, fungos e bactérias, ou abióticos, como temperatura e umidade. A atuação de um ou a interação de fatores pode provocar alterações químicas, físicas e biológicas que promovem deterioração e depreciação dos grãos armazenados. Assim, os grãos podem ficar armazenados por longo tempo conservando suas características, como podem também ser altamente perecíveis em curto espaço de tempo.

Os prejuízos nos grãos armazenados são ocasionados pela presença de impurezas, por perda de peso, valor nutritivo e comercial, alterações na cor, odor, sabor e até pela presença de substâncias que tornam os grãos tóxicos. Os danos físicos causados pelas pragas podem favorecer a penetração de umidade e o ataque de pragas secundárias e fungos.

Um dos fatores que influenciam no tempo de armazenamento é a umidade dos grãos. O alto teor de umidade é o fator isolado, mas está associado a outras questões, por exemplo, a temperatura. A conjunção desses fatores favorece o desenvolvimento de fungos, desencadeando processos que alteram as características físicas e químicas dos grãos.

– Industrialização/beneficiamento, transporte, comercialização e distribuição

A tendência de produção em escala afetou significativamente a cadeia produtiva de vários produtos, trazendo, com o desaparecimento progressivo dos pequenos engenhos, uma concentração da indústria. Esses sintomas são percebidos de forma mais contundente nos produtos que se destinam ao consumo direto, como o arroz e o feijão, e em outros que se destinam ao mercado externo, seja exportado em grão ou subprodutos. Nesse caso, podem-se dividir-se ainda em produtos processados ou *in natura*.

No caso de produtos destinados ao beneficiamento, o esforço das grandes empresas beneficiadoras concentrou-se na aparência e qualidade do grão, consolidando marcas que atendem a várias regiões e com importante *market share* do mercado. Esse fator tem uma importância preponderante porque as marcas comerciais são fundamentais para a decisão do consumidor, que utiliza a marca para simplificar a escolha e reduzir os riscos de comprar produtos com qualidade não desejada. Quando o consumidor associa a experiência e a credibilidade a um determinado produto ou marca, fica disposto a pagar mais por essa garantia (NEVES, 2003).

As marcas das grandes empresas conseguem concorrer com as marcas comerciais locais, ao contrário do que ocorria na década de 1970, quando existiam pequenas empresas que beneficiavam e comercializam seus produtos para a população local.

A padronização de produção e de características do produto, ao contrário das diferenciações regionais do passado, está ocorrendo em função da operacionalidade das grandes indústrias, visto que a produção diversificada diminui a eficiência das máquinas e de outras operações. Alguns autores, como, por exemplo, Mooney (1987), consideram essa característica como parte de uma tendência desencadeada pela Revolução Verde, conhecida como produtividade, uniformidade e processamento (PUP);

A diversidade, as condições de conservação e funcionamento dos modos de escoamento dos grãos são apontadas como sendo um gargalo da competitividade no Brasil. O modal predominante é o rodoviário, que, em certas circunstâncias de distância e volume, apresenta maiores custos que outras alternativas. Quanto ao impacto social e ambiental de cada modo de transporte, a análise deve ser feita caso a caso, não existindo a priori nenhum mais danoso que outro.

A falta de logística de colheita, considerando as outras lavouras inclusive, que na maioria das vezes congestionam os secadores e armazéns, tornando ainda menos eficiente e oneroso o transporte. Além disso, é causa de desperdício as condições dos veículos utilizados.

Considerando as circunstâncias predominantes na economia de mercado aberto, onde as *commodities* são bastante valorizadas, alguns produtos, por exemplo o arroz, tornaram-se menos atraentes para os produtores e, conseqüentemente, as empresas de beneficiamento e distribuição não são estimuladas a investirem. O receio das pequenas empresas é com relação à concorrência das marcas comerciais das grandes empresas. Por outro lado, as grandes empresas têm restrições a fazer investimento devido à falta de garantia de oferta de matéria-prima com

abundância e constância. A eficiência da comercialização depende do nível de interação entre o setor atacadista/beneficiador e produtor.

Recursos naturais e na territorialidade

Os impactos nos modelos produtivos mais tradicionais evoluem pouco ou lentamente e mantêm os agentes estressores de forma crônica e constante. Já os impactos dos modelos produtivos que fazem uso de tecnologia são de maiores proporções, tanto por abranger uma área geográfica mais extensa, quanto pela intensidade dos efeitos das práticas e insumos utilizados.

Os principais recursos naturais demandados quando se realiza a produção de grãos são o solo, a água, o ar. No entanto, o desenvolvimento da atividade pode afetar outros recursos naturais, como a flora e a fauna, que se enquadram na área de recursos naturais renováveis⁴².

Os impactos evidentes determinados pela agricultura estão associados com a perda do patrimônio genético e da biodiversidade devido ao desmatamento e corte de vegetação, diminuição da quantidade e qualidade da água disponível para outras atividades, degradação dos solos pela erosão, salinização, contaminação dos recursos naturais por agrotóxicos, fertilizantes e outros.

A agricultura causa também impactos socioeconômicos, como mudanças no padrão da produção de alimentos, alterações nas relações de trabalho, no nível de saúde e renda e na qualidade de vida dos que trabalham diretamente na atividade ou da população, interferindo na segurança alimentar⁴³, nos direitos humanos, no nível de participação dos processos políticos, na educação e na habitação.

De qualquer forma, quando o meio ambiente é poluído ou degradado, o ônus recai sobre a sociedade, pois, se o produtor gastar mais para a recomposição, automaticamente repassará os custos para o preço de seus

⁴² Os recursos naturais podem ser divididos em dois tipos básicos, os renováveis e os não renováveis. No primeiro caso são aqueles que não podem ser recuperados em um curto período de tempo, por exemplo, o petróleo e os minerais.

⁴³ Em países subdesenvolvidos, a segurança alimentar se cristaliza na preocupação com a quantidade e acesso aos alimentos, ou seja, com a capacidade e a garantia de abastecer a população, respeitando as múltiplas características culturais dos povos. Outra preocupação é com a soberania alimentar, ou seja, o direito que o país tem de definir suas próprias políticas e estratégias sustentáveis de produção, distribuição e consumo de alimentos. Em países desenvolvidos, a segurança alimentar está mais voltada para o modo de produção e qualidade, além de evocar alguns princípios da sustentabilidade, que significa a capacidade de promover a satisfação das atuais necessidades alimentares da população sem que haja sacrifício dos recursos naturais, de forma a garantir disponibilidade de alimentos para as futuras gerações.

produtos e se o produtor não fizer sua parte, a recuperação terá que ser feita no futuro e com recursos da sociedade. O custo social da degradação dos recursos naturais é, normalmente, maior que o custo privado, e esta contabilidade geralmente não é considerada nas avaliações tradicionais de custos.

- Sistemas de produção de grãos e os impactos provocados na água

O Brasil detém 18% das reservas das águas doces do mundo, sendo a maior disponibilidade na Amazônia (BECKER, 2003). Apesar dessa condição privilegiada quanto aos recursos hídricos⁴⁴, o país já demonstra sua preocupação com as águas desde 1934, quando foi instituído o código de Águas, que dissociou a propriedade da terra do direito de usufruir das águas (DRUMMOND, 1999).

Segundo dados da FAO (1998), a agricultura está entre as atividades humanas que mais utilizam água, cujo consumo está relacionado à irrigação e uma quantidade menor destinada aos processos metabólicos das plantas.

A agricultura pode causar contaminação das águas⁴⁵ de diversas formas: a) pela ação dos resíduos de agrotóxicos; b) pelos resíduos de fertilizantes químicos e descarte inadequados de embalagens de agrotóxicos⁴⁶. As contaminações ocorrem por metais pesados⁴⁷, nutrientes, moléculas de agrotóxico, bactérias e outros. A via de contaminação pode ser químicas e biológicas, causadas por deposição de detritos, lixo e sedimentos oriundos da criação intensiva de animais, ou material residual de lixos e esgotos urbanos ou de indústrias, ou pela utilização de insumos.

⁴⁴ A disponibilidade *per capita* de água doce para os brasileiros é de 33 841 m³/ano. De acordo com a classificação da ONU, o Brasil é um país rico em águas doce (REBOUÇAS, 2003).

⁴⁵ A poluição das águas está definida no Decreto nº 73.030/73, Artigo 13, § 1º, como qualquer alteração de suas propriedades físicas, químicas ou biológicas, que possa importar em prejuízo à saúde, à segurança e ao bem-estar das populações, causar dano à flora e à fauna, ou comprometer o seu uso para fins sociais e econômicos.

⁴⁶ Proibido por lei federal em 2002.

⁴⁷ Metais pesados é um grupo de elementos situados na tabela periódica entre o cobre e o chumbo. Os metais são classificados em: a) elementos essenciais: sódio, potássio, cálcio, ferro, zinco, cobre, níquel e magnésio; b) micro-contaminantes ambientais: arsênico, chumbo, cádmio, mercúrio, alumínio, titânio, estanho e tungstênio; c) elementos essenciais e simultaneamente micro-contaminantes: cromo, zinco, ferro, cobalto, manganês e níquel. Alguns são essenciais para o crescimento de todos os tipos de organismos. Outros, como o mercúrio, chumbo e cádmio, não possuem nenhuma função dentro dos organismos. Os metais pesados são reativos e bioacumulativos, ou seja, o organismo não é capaz de eliminá-los, e o excesso se deposita no tecido ósseo, deslocando minerais nobres dos ossos e músculos para a circulação. Esse processo provoca doenças, sobretudo nos mamíferos.

Muitos agrotóxicos se dissipam no solo, por processo de mineralização e reações químicas, como hidrólise e fotólise, que transformam os compostos em moléculas simples e sem maiores problemas ambientais. Os principais instrumentos de mineralização são o metabolismo e o catabolismo microbiológico. A microbiota presente no solo utiliza as moléculas que encontra como fonte de carbono e outros nutrientes (ONGLEY, 1997).

A ação do vento pode movimentar partículas dos agrotóxicos tanto por deriva no momento da aplicação, quanto posteriormente, junto com a poeira. Assim, pode haver deposição em outras áreas ou em mananciais de águas. As partículas dos agrotóxicos podem ser transportadas juntamente com a água da enxurrada, contaminando rios, lagos e minas de água. Outra forma de transporte ocorre quando os agrotóxicos são carreados juntamente com a água que infiltra verticalmente no solo, fenômeno conhecido como lixiviação. Quando os pesticidas são lixiviados, eles podem contaminar fontes de água subterrâneas.

Por outro lado os poluentes passam por uma série de reações químicas, bioquímicas, fotoquímicas e inter-relações físicas com os constituintes do solo, que poderão biotransformar, decompor, neutralizar, modificar ou retardar a ação poluidora (Fig. 8).

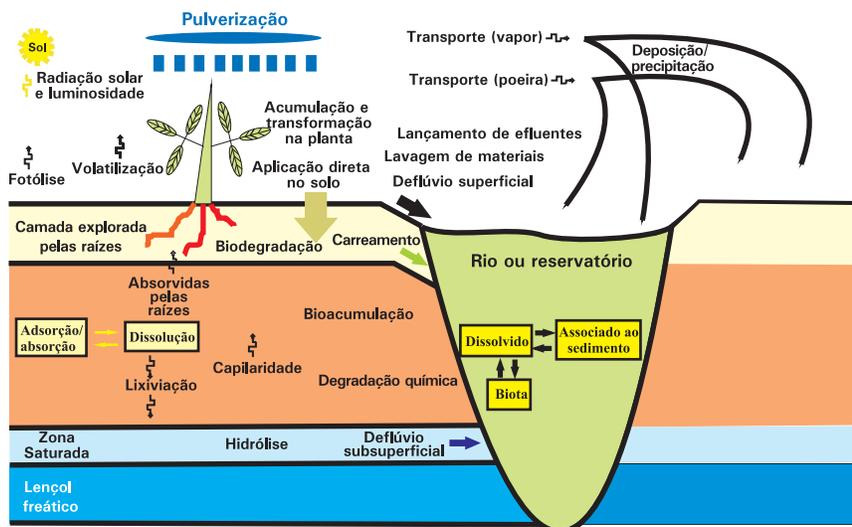


Fig. 8. Processos e dinâmicas de eliminação ou contaminação de fertilizantes, corretivos e agrotóxicos nas águas.

* Bioacumulação é quando uma substância tóxica se acumula em organismos que fazem parte de uma cadeia alimentar.

Fonte: Adaptado de Veiga et al. (2006).

Na Tabela 4 observam-se alguns efeitos causados por práticas agrícolas sobre a qualidade da água. A aração seguida de chuvas pode provocar turbidez nos cursos e reservatórios de água. Dependendo do nível, a turbidez limita a penetração de luz solar na coluna de água, restringindo ou limitando o crescimento das algas e plantas aquáticas. Nos rios, ela altera o ambiente prejudicando os peixes. Altos níveis de assoreamento nos rios dão lugar a perturbações físicas e das características hidráulicas do leito, podendo causar graves efeitos na navegação, favorecer inundações, devido à redução da capacidade do fluxo de água na bacia de drenagem.

Tabela 4. Efeitos das atividades agrícolas na qualidade da água.

Práticas	Efeitos sobre águas	
	Superficiais	Subterrâneas
Aração	Os sedimentos produzidos podem causar turbidez e/ou assoreamento	-
Fertilização	Deflúvio de nutrientes, principalmente fósforo e nitrogênio, que podem causar eutroficação das águas.	Os elementos podem ser lixiviados, principalmente os nitratos, e causar sérios problemas de saúde pública.
Uso de agrotóxicos	Deflúvio das partículas de moléculas pode contaminar a água e a biota*, causando disfunções no sistema ecológico.	A contaminação pode atingir as águas subterrâneas.

* conjunto dos seres animais e vegetais de uma região.

Fonte: Adaptado de Ongley (1997).

Um estudo realizado pelo IBGE (2002) mostra que, no Brasil, é preocupante a contaminação dos solos e águas por agrotóxicos e fertilizantes, pois de 5.281 municípios pesquisados 1.134 (21,5%) informaram esse problema. O uso de agrotóxicos e fertilizantes já é a segunda causa de contaminação da água no País⁴⁸.

Ainda no estudo do IBGE (2002), o descarte irregular de embalagens vazias de agrotóxicos foi apontado como principal causa de contaminação: 978 municípios descartavam recipientes em vazadouro a céu aberto. Outros 600 municípios informaram possuir posto de coleta de embalagens.

⁴⁸ Sete de cada dez brasileiros vivem nas cidades que registraram poluição freqüente da água. Em torno de 75% dos entrevistados no estudo apontaram o despejo de esgoto como principal causa da poluição, 43% disseram que o problema se deve ao uso de agrotóxicos e 39%, à disposição inadequada de resíduos sólidos (lixo) e à criação de animais. A contaminação da água provocada por agrotóxico é um problema para 16,2% (901) dos municípios brasileiros. Ressalta-se que as informações levantadas referem-se à percepção do gestor ambiental municipal.

A Embrapa Meio Ambiente realizou um estudo ao longo de quatro anos (1995-1998) e constatou em área de afloramento do Aquífero Guarani⁴⁹, portanto em água subterrânea⁵⁰, níveis crescentes de agrotóxicos como tebutiuron, hexazinone e ametrina. O estudo constatou também uma tendência ao aumento dos teores de nitrato. Embora os níveis encontrados estivessem abaixo daqueles considerados críticos pela Organização Mundial de Saúde para os padrões de potabilidade, é um alerta que não deve ser desprezado, pois se em princípio os aquíferos subterrâneos se encontram mais protegidos da contaminação, existe um potencial risco de contaminação desses reservatórios por agrotóxicos (EMBRAPA MEIO AMBIENTE, 1999).

O nível de contaminação das águas subterrâneas por agrotóxicos ou fertilizantes depende: a) dos atributos químicos e físicos dos solos (RESENDE, 2002) e da sua permeabilidade; b) do nível de aplicação anual e cumulativa dos produtos; c) da natureza e do potencial de contaminação da molécula; d) das condições climáticas (pluviosidade) e de manejo da irrigação; e) da profundidade do lençol freático, f) da atividade da matéria orgânica, que tem grande capacidade de adsorver uma gama variada de metais pesados e moléculas orgânicas, g) do tipo dos óxidos e minerais de argila existentes no solo, pois sabe-se que estes compostos, por suas cargas químicas superficiais, têm grande capacidade de reter uma série de elementos e compostos.

A contaminação das águas por ação de nutrientes é mais problemática para alguns micronutrientes, como cobre e manganês e, principalmente, o zinco. Decorrem problemas também com os macronutrientes nitrogênio e fósforo⁵¹. Esse último elemento não traz maiores problemas para a saúde, pois é requerido em elevadas quantidades pelos animais. Em condições tropicais ocorre uma forte retenção do fósforo pelas partículas do solo. Entretanto, quando ocorre um enriquecimento dos ecossistemas aquáticos, podem surgir sérios problemas em termos de desequilíbrio, devido ao processo de eutroficação (RESENDE, 2002). De acordo com Ongley (1997), a agricultura é um dos principais fatores de eutroficação das águas superficiais.

O nitrogênio é encontrado em diversas formas no solo, mas as plantas usam apenas duas formas, a Nítrica (NO_3^-) e a amoniacal (NH_4^+). A primeira

⁴⁹ O Aquífero Guarani representa a maior reserva de água doce subterrânea do mundo. Abrange o Brasil, Argentina, Paraguai e Uruguai (REBOUÇAS, 2003).

⁵⁰ Na década de 1970 acreditava-se que os sistemas hídricos subterrâneos eram imunes à intoxicação por agrotóxico (VEIGA et al., 2006).

⁵¹ Em virtude da forte retenção do fósforo pelas partículas do solo, o processo de poluição da água subterrânea por lixiviação de fosfatos é de magnitude desprezível, especialmente nas condições dos solos tropicais (RESENDE, 2002).

é a forma mais comum de absorção pelas plantas, e a segunda é facilmente absorvida pelos solos. O nitrato (NO_3^-) não é rapidamente absorvido pelo solo e movimenta com a água contida no solo (MILLER, 1976).

- Sistemas de produção de grãos e os impactos provocados no ar

A atmosfera é composta por basicamente 11 gases. Os dois gases predominantes são Nitrogênio (N_2) e Oxigênio (O_2), com participação, respectivamente, em torno de 78% e 20%. Os demais gases são; Argônio (Ar), Dióxido de carbono (CO_2), Neônio (Ne), Hélio (He), Metano (CH_4), Hidrogênio (H_2), Óxido de Nitrogênio (N_2O), Dióxido de Nitrogênio (NO_2) Monóxido de Nitrogênio (NO) e Monóxido de Carbono (CO). A poluição do ar é a modificação da composição química, seja pelo desequilíbrio dos seus elementos constitutivos, seja pela presença de elemento químico estranho que venha a causar prejuízo ao equilíbrio do meio ambiente e, conseqüentemente, à saúde dos seres vivos.

Visualizam-se na Fig. 9 cinco problemas ambientais relacionados com a atmosfera: alteração climática, acidificação, eutrofização, qualidade do ar urbano e ozônio troposférico.

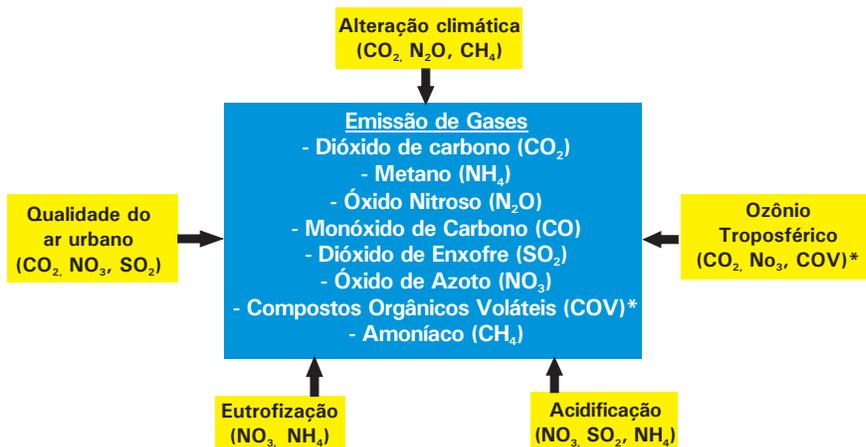


Fig. 9. Gases emitidos em decorrência de atividades humanas que causam problemas ambientais na atmosfera.

* = Compostos orgânicos voláteis (COV) são aqueles compostos químicos à base de carbono, excluindo o metano, emitidos para a atmosfera por fontes naturais, ou decorrentes de atividades humanas (como a utilização de solventes, tintas e vernizes, o armazenamento de combustíveis dos transportes e a sua utilização nas estações de serviço, e os gases de escape dos veículos).

Fonte: Adaptado de Agência Européia do Ambiente (1997).

A agricultura também polui⁵² o ar pela emissão de detritos e pelos agrotóxicos. No primeiro caso, as causas podem ser a queima de combustíveis fósseis, queimadas⁵³ e a emissão de materiais particulados na forma de poeiras. Esse último devido, principalmente, ao uso do solo e movimentação de máquinas agrícolas. Nesses casos, os efeitos da poluição atmosférica diminuem a qualidade do ar. Danos mais sérios estão relacionados com o efeito estufa, pois, além das fontes de emissão comuns, outras atividades na agricultura como a incorporação de novas áreas, concorre para aumentar a transferência do CO₂, N₂O e CH₄ da biosfera para a atmosfera⁵⁴.

- Sistemas de produção de grãos e os impactos na territorialidade

Território é um espaço físico ambiental com relações humanas que forma uma construção social composta de agentes públicos e privados, que possuem uma identidade e um sentimento de pertencimento⁵⁵ compartilhado. No entanto, existem também relações de poder e dominação, visto que há objetivos societários diferenciados devido a diferentes interações humanas e, principalmente, devido à competitividade entre as atividades produtivas. Dessa forma, o território é composto pelos indivíduos, pelo ambiente onde ocorrem os processos produtivos e pelas relações sociais e econômicas e seus impactos. Dito de outra maneira, ele é uma unidade de referência num determinado espaço geográfico onde se estudam e se analisam as ações e atividades políticas e institucionais (SCHEJTMAN, BERDEGUÉ, 2003; SHNEIDER, 2004).

De acordo com Shneider (2004), a noção de território substitui a abordagem regional, porém não se constitui numa simples troca de nomes, mas na forma de considerar as relações numa região. A mudança foi uma consequência do desgaste do termo regional, que começou a partir de meados da década de 1970 e aprofundou-se nos anos 1980, devido à incapacidade de intervenção macroeconômica e macrosocial do Estado. Este período coincide

⁵² Poluentes atmosféricos são substâncias que, em função de suas concentrações, podem se tornar nocivas à saúde das pessoas, à fauna, à flora e ou materiais (IBGE, 2002).

⁵³ No estudo realizado pelo IBGE (2002), a queimada foi apontada como a principal fonte poluidora do ar.

⁵⁴ De acordo com Fearnside (2002), os desmatamentos seguidos de queimadas emitem gases tanto pelo efeito do fogo, como também pela oxidação ocorrida em processos de decomposição.

⁵⁵ De acordo com Sá (2005), o sentido de pertencimento social teorizado por Tönnies e Weber refere-se ao fato de as pessoas se sentirem participantes de um espaço-tempo comum. Essa sensibilidade ocorre devido aos laços pessoais de reconhecimento mútuo, do sentimento de adesão a princípios e visões comuns de mundo. Para o autor, não se trata de conceito, mas uma noção fluida e escorregadia, utilizada quase sempre de modo superficial e ingênuo.

com a predominância do ideário neoliberal sobre as teorias Keneysonianas. Portanto, adotar a abordagem de território significa valorizar e respeitar a heterogeneidade das unidades existentes num país, bem como potencializar a capacidade endógena de desenvolver características e iniciativas socialmente legitimadas, que normalmente são mais ajustadas à identidade local.

A dificuldade para definir os objetivos da gestão do território deve-se ao fato de que as atuais inter-relações entre os grupos sociais se formaram ao longo de um contexto histórico e de que existem conflitos de interesses e disputas de poder. Assim, para planejar as medidas que aproveitem de forma eficiente o capital humano e os recursos ambientais, é fundamental conhecer profundamente os recursos disponíveis e o capital social⁵⁶.

Para Veiga et al. (2003), uma das causas da heterogeneidade de sistemas agrícolas na agricultura brasileira é a falta de estreitamento das relações entre agropecuária e as demais atividades econômicas, para o que historicamente não se buscou uma uniformidade sistêmica. O resultado são os enormes contrastes entre a modernização do Centro Sul, o processo de expansão da fronteira nas regiões Centro-Oeste e Norte, e as tradicionais dificuldades do Nordeste.

⁵⁶ Entendido como os conhecimentos, aptidões, habilidades da população, características que foram adquiridas por meio de experiências e de educação ou treinamento formal.

**3 - CONJUNTO DE CARACTERES ESSENCIAIS
AVALIATIVOS DA SUSTENTABILIDADE DA
PRODUÇÃO DE GRÃOS**

3.1. Maneiras de considerar a sustentabilidade agrícola

Os argumentos na literatura sobre sustentabilidade de sistemas de produção de grãos podem ser reunidos em três grupos distintos: sustentabilidade fragmentada, sustentabilidade local e sustentabilidade ampliada.

– Noções fragmentadas da sustentabilidade agrícola

Há consenso de que as questões ambientais, sociais e econômicas isoladas não são suficientes para garantir a sustentabilidade. Contudo, essa compreensão não consegue evitar que muitos autores tratem o desenvolvimento sustentável privilegiando algumas áreas ou pontos específicos. Não fazem uma conexão de elementos com o contexto geral. Em outras palavras, apontam alguns fatores isoladamente como sendo condição essencial para atingir a sustentabilidade agrícola.

Na maioria das vezes, as definições e os argumentos isolados para caracterizar o desenvolvimento sustentável não são contraditórios e incoerentes, apenas acentuam diferentes aspectos do tema.

Citam-se alguns exemplos, encontrados na revisão bibliográfica (FEARNSIDE, 1986; GHINI; BETTIOL, 2000; OLIVEIRA et al., 2003; EMBRAPA MANDIOCA E FRUTICULTURA, 2006) de condições isoladas colocadas como a mais importante para se alcançar a sustentabilidade de um sistema de produção de grãos: a) utilização de variedades e cultivares resistentes às doenças; b) resolução dos problemas causados pelas doenças, pragas e plantas invasoras; c) manejo inadequado do solo e sua compactação; d) busca da maior produtividade possível dos ciclos produtivos e com maior grau de preservação da natureza, incluído a preservação do solo, da água e do ar; e) rotação de culturas; f) balanço de nutrientes no sistema, incluindo a compensação por perdas por meio da lixiviação, erosão e exportação de nutrientes nos produtos colhidos; g) conciliação da questão agrônômica com preservação do meio ambiente: o que, para Abramovay (1994), significa reduzir o nível de insumos sacrificando o mínimo possível a produtividade e a competitividade.

– Sustentabilidade agrícola local ou intrínseca do modelo de produção

A noção fragmentada trata com distinção um determinado ponto ao longo do processo produtivo, enquanto a sustentabilidade local ou intrínseca ao modelo produtivo amplia a visão e privilegia os efeitos ambientais causados pelo conjunto das práticas do processo produtivo. Considera os insumos utilizados e suas conseqüências sobre os recursos naturais no local da atividade, além de atentar para a capacidade de recomposição de elementos

do sistema natural que são utilizados nos processos produtivos. A maior preocupação é com a capacidade de o sistema continuar a ofertar produtos com qualidade semelhante ou melhorar a atual.

De acordo com Lanna (2002), a avaliação da sustentabilidade de um sistema agrícola inclui estudos sobre a conservação dos recursos naturais, caracterização e quantificação dos principais processos e fontes degradativas, como o uso de agroquímicos, tipos e usos de energia e de máquinas, identificação das características de resiliência¹ e o restabelecimento das condições adequadas do funcionamento dos recursos solos, água e ar, além da identificação de opções de manejos compatíveis com o potencial e limitações do sistema natural e de opções políticas e econômicas para o uso sustentável. Para alcançar esses objetivos, deve-se avaliar a capacidade produtiva do solo, que, por sua vez, depende das suas características químicas, biológicas e físicas. Deve-se, ainda, analisar a qualidade da água e do ar na atmosfera.

– Sustentabilidade agrícola ampliada ou sistêmica

Via de regra, quando se está tratando de sustentabilidade, é consenso admitir que um sistema de produção de grãos causa alterações nas dimensões ambientais, sociais e econômicas. A dificuldade está em encontrar uma situação que satisfaça às exigências e expectativas nas três dimensões, que variam conforme a categoria² ou grupos de atores. Muitas vezes, o debate da sustentabilidade em sistema de produção de grãos gira em torno de polêmicas levantadas pelos que se sentem mais beneficiados, que negligenciam os problemas e exaltam os pontos positivos, enquanto outros, que se sentem prejudicados, lutam para modificar o panorama, utilizando como argumentos os problemas e os pontos negativos.

Outrora, esse tipo de embate ocorria basicamente no âmbito da sociedade local. Eram raras as vezes em que havia a presença de agentes externos. No entanto, com a disseminação das idéias do desenvolvimento sustentável e manifestações inequívocas de adesão popular, as sociedades de outras localidades passaram a se interessar e participar de vários

¹ Resiliência de um sistema é a sua capacidade de sofrer uma ação negativa sem sair, de forma irreversível, da sua condição de equilíbrio (MANZINI; VEZZOLI, 2002).

² Ainda existem grandes e pequenos empresários agrícolas que consideram justificável a utilização da natureza sem observar critérios da sustentabilidade intrínseca ao sistema produtivo, alegando que a produção obtida, além de resolver alguns problemas emergenciais, como a geração de empregos e renda, promove um desenvolvimento que proporciona condições para que as futuras gerações recuperem o que foi degradado. Os pequenos argumentam que além de não terem acesso à tecnologia têm dificuldades de penetração nos mercados, e a maneira de compensar essas fragilidades é usar de forma mais conveniente os recursos para garantir sua sobrevivência.

processos em diversas localidades do planeta. Com esse nível de interferência, torna-se praticamente impossível que um sistema de produção de grãos atenda e concilie todas as exigências e interesses envolvidos.

Diante da universalização de metas em busca do aumento do bem-estar humano e do padrão de vida das atuais e futuras gerações, associada à preocupação de que os sistemas de produção de grãos gerem empregos e satisfaçam às necessidades humanas básicas, como a segurança alimentar, habitação e qualidade de vida, e preservem a cultura e os recursos genéticos, faz com que todas as atividades, de todas as localidades, sejam importantes para o equilíbrio geral. Isso quer dizer que a sustentabilidade de um sistema de produção de grãos de uma região interfere na escala mundial.

Tendo em vista a imperiosa necessidade de se utilizarem os recursos naturais com parcimônia e em concordância com as normas legais, aumentaram as responsabilidades e compromissos dos produtores. Assim, devem-se adotar manejos que evitem ou minimizem os efeitos negativos e que causem o máximo de efeito positivo. Além disso, todas as vezes em que ocorrerem efeitos negativos, deverão ser utilizados mecanismos para compensar ou restaurar os danos.

Isso é a sustentabilidade ampliada ou sistêmica. Nesse caso, a sustentabilidade implica competitividade dos produtores e dos setores à montante e à jusante do processo produtivo. Assim, o diferencial entre o desenvolvimento sustentável e o modelo econômico em vigor, é que no primeiro caso as tecnologias devem promover a competitividade autêntica. Isso significa respeitar os limites de resiliência do meio ambiente, considerar que a renda obtida ao longo do processo produtivo seja distribuída de forma equânime entre os atores da cadeia produtiva, que o sistema respeite as condições culturais da região e promova um crescimento econômico intersetorial equilibrado.

3.2. Digressão sobre os temas degradação, conservação e reposição

A dimensão ambiental de um sistema de produção de grãos está relacionada com a degradação, conservação e reposição dos recursos solo, água, fauna, flora, ar. Para suscitar uma reflexão da abrangência desses termos, a seguir será feita uma digressão sobre algumas acepções e situações em que as palavras degradação³, conservação e reposição podem ser empregadas (Tabela 5).

³ Lei nº. 6.938, de 31 de agosto de 1981, que estabelece as bases para a Política Nacional do Meio Ambiente, no Artigo 3º, Inciso II, define para os fins previstos na Lei, degradação da qualidade ambiental, a alteração adversa das características do meio ambiente.

Tabela 5. Alguns exemplos de ações, objetivos e consequências quando se trata da conservação e reposição/degradação de algum objeto.

Exemplos	Conservação	Reposição/degradação	Implicações
Automóvel	Exprime o desejo em resguardá-lo de danos buscando maior segurança, redução de gastos e prejuízos com reparos e a possibilidade de mantê-lo valorizado, consequentemente alcançará um bom preço quando for vendê-lo.	O uso de um veículo, que pode servir tanto para lazer como para fins utilitários, provoca desgaste de peças que necessitam ser repostas. Quando o motorista é atento, a maioria dos problemas pode ser detectada e reparada antes de causar danos que comprometam o funcionamento do veículo.	Segurança e econômica
Alimentos	É um esforço para manter aspectos e qualidades nutricionais, ou seja, evitar a deterioração para ser consumido no futuro. O aviltamento implica não só perda de valores, mas risco aos organismos consumidores.	Dificilmente ocorre reposição de qualidade aos alimentos. Um produto que perdeu características pode ser aproveitado de outras formas, por exemplo, como ração.	Econômica, social, saúde, segurança alimentar
Vacina ou perfume	Visa a reter suas propriedades, isso quer dizer, que o produto expresse suas qualidades na época que for utilizado.	Semelhante aos alimentos, não ocorre reposição. A degradação de uma vacina pode se dar em questão de horas e de um perfume em meses. A vacina estragada deve ser descartada, enquanto um perfume pode ser utilizado, mas certamente não causará a mesma satisfação de um perfume em perfeito estado de conservação.	Eficácia, segurança (no perfume inclui o prazer e status)
Livro	É um empenho em mantê-lo em condições de uso no futuro.	Manuseando corretamente, ou até mesmo guardado, um livro pode estragar ou deteriorar. Quando a obra possui um valor econômico, histórico ou sentimental, ela pode ser restaurada, processo que muitas vezes é caro.	Prazer, econômica, cultural
Conjunto arquitetônico	Para que possa ser apreciado pelas futuras gerações. Estão envolvidos os aspectos visuais e históricos. As consequências vão além do resgate do patrimônio cultural e artístico, que são importantes não só para a identidade da formação do povo do local ou região, mas também porque podem gerar oportunidades de negócios, por exemplo, relacionados com o turismo.	Quando um conjunto arquitetônico não se encontra nas condições desejadas, podem ser feitas obras para restabelecer sua beleza, funcionalidade e segurança.	Econômica, cultural, social
Fotografia	É o desejo de conseguir que ela resista à ação de elementos químicos e biológicos que podem alterar a qualidade da imagem ou causar danos físicos.	Existem técnicas que reconstituem ou modificam a qualidade de uma foto, no entanto ela deixa de ser original.	Prazer, econômica, cultural

A partir dos exemplos triviais na Tabela 5, nota-se que os desdobramentos, as conseqüências, as sensações e os benefícios desses termos dependem do objeto, do objetivo e da forma em que eles foram empregados. No entanto, em todos os casos, o propósito final é poder usufruir de alguma coisa no futuro, mantendo-a ao máximo ou melhorando suas características que ela possui no momento em que se começa a realizar a ação desejada.

A Décima Assembléia Geral da UICN, ocorrida em 1999 em Nova Delhi, definiu conservação como a ordenação dos recursos naturais, do ar, do solo e dos minerais, das diferentes espécies de plantas e animais, inclusive do ser humano, a fim de atingir a máxima qualidade de vida da humanidade. Para Nobrega e Encinas (2006), o conceito da conservação está voltado para o manejo racional sustentável dos recursos naturais, a manutenção da biodiversidade e a distribuição eqüitativa dos seus benefícios.

3.3. Características relacionadas com a dimensão ambiental

A agricultura busca converter recursos naturais em alimentos, fibras e biomassa. Parte dessas demandas, que são necessidades basilares das sociedades, é feita pelos sistemas de produção de grãos. Esses sistemas são conduzidos sob a lógica de um conjunto de fatores sociais, econômicos, políticos e culturais, climáticos e outros, que influenciam e determinam uma dinâmica, que por sua vez, segue uma lógica para o uso da natureza.

A existência de um sistema de produção de grãos depende da sua relação com o meio ambiente e com o desenvolvimento local, visto que é estruturado em função de um conjunto de fatores interligados. Assim, deve-se considerar que existem fronteiras físicas, técnicas e biológicas limitando a sustentabilidade. Essas barreiras são demarcadas pelas leis da natureza e não podem ser totalmente quebradas. Existem limites de espaço disponível, potencial e capacidade produtiva e fertilidades dos solos, fornecimento e depuração das águas e capacidade da atmosfera em absorver resíduos e dejetos, disponibilidade de recursos renováveis e não-renováveis, condições e eventos climáticos (BOSSSEL, 2001).

O fato de utilizar partes e componentes ou a tentativa de superar os limites dos recursos naturais gera mudanças no estado corrente do meio ambiente. Quando as taxas de mudanças ocorrem dentro de uma amplitude em que o meio ambiente consegue manter as características iniciais, diz-se que o estado ambiental é normal. Quando há uma perda do estado normal a existência do sistema fica ameaçada, conseqüentemente, podem ocorrer fatores que afetam a qualidade de vida das pessoas, seja na própria região ou em outras localidades. A alteração do estado normal

atinge também a garantia que os recursos naturais satisfaçam às necessidades ambientais, sociais e econômicas dos produtores e das sociedades atuais e futuras.

A preservação do estado normal depende da identificação qualitativa de eventuais processos e fontes degradantes, ou seja, é preciso estar atento aos sinais de que a utilização dos recursos está acima da capacidade de resiliência. Nesse caso, as práticas utilizadas devem ser mudadas, ou se devem utilizar ações que contribuam para a recuperação dos recursos naturais, principalmente o solo.

Os diversos sentidos das palavras conservação, degradação e reposição, apresentados na Tabela 5, podem ser aplicados quando se trata de meio ambiente. No entanto, ressalta-se que os exemplos tratam de relações simples e lineares entre um objeto e uma pessoa ou grupo de interesse e que, quando se trata de conservação de uma atividade agrícola, a rede de implicação é mais sofisticada, e as externalidades⁴ positivas e negativas repercutem de maneira variada em outros setores da economia.

Além disso, o grau de importância de uma externalidade depende da extensão do efeito e da relevância que o problema causa na região. Por exemplo, em zonas sujeitas à inundação, são importantes os manejos que favoreçam o seu controle; já em regiões com problema de pouca chuva, terão maior valor as práticas que contribuem para a acumulação de águas.

De uma maneira geral, a preservação da natureza está relacionada com a gestão e implementação de medidas destinadas à proteção e minimização dos impactos ambientais e, na medida do possível, com a ocorrência de alguma recuperação e melhoria no aproveitamento dos recursos naturais⁵.

⁴ O termo externalidade é consagrado desde que foi utilizado em 1920 por Arthur Cecil Pigou (1877-1959). Esse economista afirmava que a atuação de um determinado agente econômico poderia influenciar no bem-estar ou lucro de uma terceira parte. Pigou propunha a cobrança de taxas e impostos como mecanismo para corrigir os efeitos de externalidades negativas, cujo valor equivaleria aos prejuízos causados.

⁵ No item II do Artigo 2º da Lei nº. 6.938, de 31 de agosto de 1981 - Política Nacional do Meio Ambiente – no item que trata dos objetivos da Política Nacional do Meio Ambiente, está prevista a racionalização do uso do solo, do subsolo, da água e do ar. No inciso II do artigo 19 do Capítulo VI, da Lei nº 8.171, de 17 de janeiro de 1991, que dispõe sobre a Política Agrícola, determina que cabe ao Poder Público disciplinar e fiscalizar o uso racional do solo, da água, da fauna e da flora. No inciso VII, do artigo 19 do Capítulo VI, da Lei nº 8.171, estabelece que o Poder Público deve também coordenar programas de estímulo e incentivo à preservação das nascentes dos cursos d'água e do meio ambiente, bem como o aproveitamento de dejetos animais para conversão em fertilizantes.

É necessário desfrutar as oportunidades que a natureza oferece, obviamente, desde que sejam observados critérios de sustentabilidade, ou seja, os limites de degradação suportável e maximização do bem-estar social. Essa proposição se baseia na hipótese de que a persistência da vida socioeconômica no planeta depende da prosperidade, do surgimento e regeneração de atividades que se realizam utilizando recursos naturais.

O desenvolvimento das atividades do sistema deve colonizar a natureza de maneira adequada, de modo que a utilização dos recursos naturais e de outros recursos gere impactos ambientais aceitáveis. É prudente considerar ainda, a coerência do sistema com o desafio da ampliação do papel da agricultura nas sociedades, ou seja, agregar às antigas funções de produção de matérias-primas e alimentos, geração de empregos e renda às novas funções determinadas nas sociedades contemporâneas de: fornecimento de energia, produção de insumos alternativos, paisagísticas, regulação do clima, manutenção da diversidade da fauna e flora e serviços ambientais (qualidade ambiental).

Na sustentabilidade de um sistema de produção de grãos os termos degradação, reposição e conservação se aproximam. Principalmente quando se parte do raciocínio que, ao utilizar os recursos naturais para o fim de produção agrícola, está-se fazendo um empréstimo e que será necessário, no mínimo, deixar o meio ambiente no estado original. Ou seja, tem que ocorrer restituição ou recolocação do que foi utilizado. A reposição pode ser preventiva ou curativa, com os esforços para que sempre seja buscado o segundo caso. Quando não se tem esse compromisso, aumenta a possibilidade de desencadear uma série de fatores que rebaixam ou privam, em diferentes graus, a condição do meio ambiente em continuar prestando seus serviços. Isso pode culminar na privação parcial ou total de certos bens e serviços destinados a satisfazer as sociedades.

Para administrar os problemas decorrentes de um sistema, é necessário fazer um planejamento formal de ações visando à gestão do meio ambiente. O termo gestão ambiental é muito amplo, mas aqui é entendido como atividades executadas pelos atores do sistema de produção de grãos visando a gerir e administrar a relação do sistema com o meio ambiente, considerando o espaço geográfico onde se estão processando as atividades. Fica implícito que a gestão ambiental é uma maneira de assegurar que os riscos e oportunidades relacionados com a sustentabilidade sejam identificados e geridos eficientemente.

Antigamente os planos eram implantados nas unidades de produção por vontade própria de um ator, ou seja, baseando-se num código de conduta pessoal objetivando a auto-regulação. Porém essas medidas tornaram-se

indispensáveis, principalmente em áreas ecologicamente frágeis. Consideram-se como linhas essenciais nos planos com âmbito nas unidades de produção: a) medidas e técnicas de cultivo com vistas a reduzir o impacto ambiental adverso da agricultura⁶; b) atividades curativas e reparadoras de recomposição de áreas e recursos degradados; c) medidas para incentivar a redução de aberturas de novas áreas, evitando a destruição de florestas, por exemplo, rotação de cultura e outras práticas de produção que favoreçam o manejo da fertilidade dos solos; d) identificação e incentivo de atividades geradoras de renda nas áreas preservadas; e) cumprimento das leis ambientais quanto às Áreas de Preservação Permanente (APP) e Áreas de Reserva Legal (ARL); f) uso eficiente da água e do solo; g) evitar problemas de saúde causados pelos efeitos negativos gerados pela agricultura; h) combate às causas do efeito estufa; i) fortalecimento das instituições e da governança; j) melhoria do acesso e do uso de conhecimentos científicos e tecnológicos.

Um fator que contribui para a gestão dos recursos renováveis é o favorecimento das condições edafoclimáticas da região. Aspectos importantes das condições edafológicas são: topografia, declividade e fertilidade natural. As condições climáticas devem ser adequadas às necessidades da cultura, dando liberdade para que o plantio possa ser realizado em épocas que consintam no esquema de sucessão de cultivos, reduzam os riscos de perdas por déficit de chuvas nos estádios críticos de desenvolvimento da planta ou excesso de chuvas no período de colheita. Outro fator importante é que o período escolhido deve minimizar os problemas e facilitar o controle das infestações de plantas daninhas, pragas e doenças.

Os objetivos gerais para o recurso natural solo quando se aborda a sustentabilidade de sistemas de produção de grãos são: a) evitar a degradação pela erosão, b) evitar a compactação, buscando manter ou aumentar a capacidade de infiltração, retenção de água, circulação de ar e desenvolvimento das raízes; c) manter a produtividade, d) garantir a evolução da produtividade por meio, dentre outras coisas, de um bom manejo do pH e fertilidade, se possível com redução dos níveis de aplicação de fertilizantes

⁶ Outros pontos a serem considerados são: i) emissão e impactos de resíduos nos alimentos, nos seres humanos e no ambiente; ii) redução da utilização de insumos químicos, e, quando possível, substituição de insumos químicos por insumos de natureza orgânica; iii) aumentar o reuso de materiais, a utilização de insumos reciclados e o aproveitamento dos resíduos, rejeitos e subprodutos gerados no próprio sistema ou em outros sistemas; iv) manuseio adequado e redução de defensivos agrícolas, controle integrado de pragas e doenças; vi) proteção da diversidade biológica; vii) conservação dos ecossistemas e das águas, redução da poluição das águas subterrâneas; viii) evitar a destruição dos *habitats* e da fauna.

químicos e maior utilização de adubação orgânica e verde, e) propiciar o balanço positivo dos nutrientes no sistema, incluindo a compensação por perdas via lixiviação, erosão e exportação de nutrientes nos produtos colhidos; f) garantir que o manejo favoreça a manutenção de um teor adequado de matéria orgânica; g) promover a redução progressiva dos impactos ambientais negativos para limites que, no mínimo, sejam compatíveis com a capacidade de recuperação da natureza; h) assegurar a sustentabilidade do uso de recursos naturais; i) manter ou melhorar a capacidade dos recursos naturais para atenderem às demandas de energia e nutrientes das atividades agrícolas.

Alguns objetivos gerais para o recurso natural água quando se aborda a sustentabilidade de sistemas de produção de grãos são: a) evitar poluição por substâncias químicas, principalmente por agrotóxicos e resíduos dos processos produtivos, tanto das águas superficiais quanto das subterrâneas; b) evitar o desperdício; c) manter a qualidade da águas para outras finalidades, principalmente o abastecimento humano.

O manejo da vegetação considerando a sustentabilidade de sistemas de produção de grãos se constitui de três pontos: a preservação, a exploração e a recuperação. A operação de retirada de vegetação visando ao avanço da fronteira agrícola às vezes resulta numa exploração desordenada do território, desmatamentos em alta proporção, degradação acelerada dos ambientes e no desequilíbrio de espécies animais e vegetais.

No avanço da fronteira agrícola, a vegetação natural é substituída por pastagens, lavouras ou por plantio de espécies exóticas em monocultivo. A extinção ou o aumento radical de espécies vegetais em uma determinada região pode ter dois reflexos, um é a redução da biodiversidade vegetal, o outro reflexo é uma consequência do primeiro, visto que a falta de certas espécies vegetais pode interromper uma ou mais fases da cadeia alimentar e ou eliminação de alguma condição essencial no ciclo de vida de espécies da fauna.

A maioria das pessoas envolvidas com desenvolvimento sustentável partilha a idéia de que a forma mais eficiente para preservar uma vegetação é encontrar um modo de obter retornos financeiros com ela. Assim, para tratar da sustentabilidade, deve-se considerar a existência de planos de manejos da vegetação.

As principais preocupações com o recurso natural ar estão relacionadas com a emissão de gases de efeito estufa, o arraste de partículas tóxicas nas correntes de ventos, poeira, fumaça e outros elementos que possam causar poluição.

O ambiente constitui um fator determinante para a agricultura. Dificilmente serão tolerados pela sociedade sistemas de produção agrícolas que, em busca de retorno dos investimentos em curto prazo, provoquem ameaças ambientais. A gestão sustentável (conservação e proteção) dos recursos naturais é uma imposição para o funcionamento dos sistemas de produção de grãos.

O caminho mais viável para melhorar a sustentabilidade parece ser aquele que busca a gestão e práticas que promovam a melhor utilização dos elementos da biosfera. Nesse caso, quatro pontos são essenciais. Primeiramente, deve-se pensar em atividades de manutenção, corrigir deficiências e potencializar a resiliência⁷ das propriedades químicas físicas e biológicas dos recursos naturais solo, água, ar e fauna e flora. Outro cuidado é manter áreas de preservação, de preferência que não sofram qualquer alteração. O terceiro ponto é não utilizar, ou mesmo eliminar, fatores que concorrem para a degradação. Por último, promover a restauração ou recuperação daqueles elementos ou áreas que perderam a capacidade de exercer suas atividades. Portanto, não basta que os processos produtivos utilizem técnicas que causem menores danos possíveis ao meio ambiente, é fundamental promover melhorias das condições existentes.

Foi abandonado o princípio de que a eficiência de um sistema de produção de grãos é medida dividindo a quantidade de produto pela quantidade de insumo. A nova fórmula é a razão entre a quantidade e qualidade de produto, pela quantidade de insumo e energia. Ou seja, a eficiência deixa de ser uma relação meramente quantitativa e passa a ser, também, qualitativa.

Um modelo produtivo utilizado pelos produtores de uma região será mais eficiente quando utilizar menos insumos e energia para obter a mesma quantidade de produto. Nesse contexto, os conceitos de ecoeficiência e desmaterialização passam a ser imperativos. Em termos de ecoeficiência, o resultado é avaliado de forma integrada, considerando a quantidade produzida e os impactos negativos no meio ambiente.

Dessa forma, consideram-se práticas ecoeficientes aquelas que buscam conciliar a produção com a redução de recursos utilizados e que evitam o desperdício e a poluição. Alcançar essa meta num sistema de produção de grãos significa os produtores conseguirem a viabilidade financeira e a competitividade do produto, causando menos impactos negativos e provocando melhorias ambientais.

⁷ Resiliência é a capacidade de um ecossistema retornar às condições originais ou situação estável depois de um evento desestabilizador. A poluição ocorre quando que as práticas utilizadas não estão emitindo poluentes que não são degradados e estão acima da capacidade de resiliência do meio ambiente.

A ecoeficiência depende de fatores como: a) redução do consumo de recursos, principalmente minimizando a utilização dos recursos água e solo; b) complementaridade entre os insumos químicos e insumos de origem orgânica ou de produtos reciclados; c) redução da utilização de energia; d) preferência para as fontes renováveis; e) redução dos impactos na natureza causados pelas emissões gasosas, descargas líquidas ou dispersão de substâncias tóxicas.

Na presente pesquisa, foram consideradas boas práticas aquelas que reconhecidamente atendem aos pontos discutidos nos parágrafos anteriores e que provocam efeitos desejáveis nas explorações agrícolas. Essas práticas doravante serão denominadas de práticas ecoeficientes, ou seja, práticas agrícolas que, aplicadas nas atividades agrícolas, protegem e usam de modo sustentável os recursos naturais, evitam a contaminação, poluição e outros efeitos negativos sobre os recursos naturais, portanto protegem a diversidade biológica e conservam a natureza, eliminam ou reduzem os riscos, além de recuperar os recursos naturais deteriorados.

Foram consideradas práticas ecoeficientes na operação de limpeza da área aquelas que observam a necessidade de manutenção das matas ciliares e Áreas de Preservação Permanentes (APP) e Áreas de Reserva Legal (ARL) e reflorestamento. No preparo do solo são recomendadas práticas que contemplem, dentre outras coisas, a construção de terraços e curvas de níveis.

Se a etapa de plantio não for bem realizada, seguramente haverá um comprometimento das etapas subseqüentes. Muitos aspectos podem afetar o desempenho dessa etapa, mas, para efeito da pesquisa, foram considerados dois pontos, aspectos relacionados com a semente e com o sistema de plantio. Pelos motivos já explicitados, o plantio direto é mais adequado do que o convencional em termo de sustentabilidade, sendo desejável que o plantio seja feito em nível e que haja rotação de culturas.

Críticas são feitas à produção e à comercialização de sementes sob a justificativa que as grandes empresas controlam os caminhos da agricultura e fazem os produtores reféns de seus domínios. Alegam que isso não é justo porque as empresas de semente se apropriam de uma base genética que é um patrimônio da sociedade. Esse assunto foge do escopo da pesquisa, porém é inquestionável que uma agricultura sustentável começa com o uso de semente com qualidade.

Nas operações visando à correção e adubação do solo, deve-se privilegiar a redução dos níveis de adubos aplicados, dando prioridade ao uso de adubação verde. Entre as safras é prudente manter cobertura morta ou viva. Também é desejável que haja uma ordenação da seqüência e rotação

de cultivos. Um benefício decorrente dessa prática é que os restos vegetais contribuem para a manutenção da aptidão produtiva do solo e favorecem o manejo da sua fertilidade.

O emprego dos agrotóxicos na condução da lavoura é um dos pontos mais polêmicos em termos de impactos da agricultura, mesmo não sendo tão visível quanto uma erosão, desmatamentos e outros. A controvérsia sobre os agrotóxicos talvez sobressaia pelo fato de que os reflexos da sua utilização são percebidos em curto prazo e afetam diretamente os organismos das pessoas. Além disso, os setores e Organizações não Governamentais fazem uma intensa divulgação dos impactos desses produtos no meio ambiente e de supostas artimanhas comerciais das empresas produtoras, que controlam o mercado, não dando espaço para pequenas empresas e nem para realização de práticas agrícolas alternativas.

Os agrotóxicos estão relacionados com a sustentabilidade não só por seus efeitos poluidores, que podem afetar o modo e a vida dos trabalhadores e das comunidades, mas também pelas implicações do jogo comercial entre as empresas produtoras desses insumos.

Um fator considerado importante é verificar se os produtores utilizam algum método para identificar se o nível de danos causados por uma praga ou doença merece tratamento. Feito isso, interessa saber se utilizam algum controle alternativo ao convencional, seja um manejo integrado de pragas (MIP) ou controle biológico. Caso a alternativa seja a utilização de agrotóxicos convencionais, se a opção recai sobre produtos recomendados para a cultura, por fim, se a preferência incide nos produtos menos tóxicos e mais seletivos.

Os cuidados no preparo e aplicação dos agrotóxicos são importantes para evitar ou diminuir a poluição e a contaminação de seres humanos, dos animais, das plantas, dos alimentos, da água e do solo, tanto por via direta, contato e ingestão, ou por via indireta, lixiviação ou pela deriva. Ao final é importante que seja observado se o descarte das embalagens está sendo feito corretamente.

Durante a operação colheita ocorrem perdas devido ao não aproveitamento de grãos que caem no solo, ou perdas de qualidade, que, no caso do arroz, ocorrem principalmente pela quebra dos grãos. Ainda em relação ao arroz, o desperdício pode ocorrer durante a bateção das panículas. As perdas acontecem tanto quando a bateção é feita com varas, pisoteio de homens ou animais, ou pelas rodas de trator, situação freqüente em pequenas propriedades, ou quando o corte e recolhimento são mecanizados, situação mais comum nas áreas maiores. Nesse último caso perdas de até 2% são consideradas aceitáveis. Dessa forma, a alternativa para controlar os prejuízos

é utilizar métodos e práticas que monitoram as perdas durante a colheita. Os cuidados com os grãos devem continuar durante o armazenamento.

Perdas podem suceder também durante o transporte, secagem e armazenamento dos cereais. Em algumas situações essas perdas são significativas. A necessidade de armazenar os grãos para serem consumidos entre as safras os tornam vulneráveis aos fatores que danificam sua qualidade. Alguns produtos são excelentes substratos onde se desenvolvem numerosas espécies de microorganismos. No caso do arroz, as maiores preocupações devem ser em relação à contaminação de origem química causada por excesso de agrotóxicos na lavoura e no armazenamento e a contaminação de origem biológica causada por microorganismos. A presença desses microorganismos e de elementos estranhos, por exemplo, substâncias químicas, diluentes, durante, antes e após seu processamento ou armazenagem dos grãos podem torná-los nocivos ou inadequados para o consumo.

Um indicativo substancial da sustentabilidade é o desempenho progressivo da quantidade da produção agrícola obtida na região. Reduções drásticas ou constantes são sinais de que o sistema está com algum tipo de problema.

Os recursos da biomassa sempre tiveram sua importância reconhecida pelas civilizações do passado. Este reconhecimento era declarado quase de forma unânime, visto que as sociedades dependiam fundamentalmente dos recursos provenientes da natureza para sobreviver. Nas civilizações recentes, a preocupação com a exploração da natureza foi relativizada, e a importância da biomassa foi subestimada. Preponderava a tese de que ela era infinita e que, à medida que os problemas fossem surgindo, apareceriam novas tecnologias para solucioná-los. A base dos processos produtivos era apoiada na utilização de energia de fontes não renováveis.

Atualmente, apesar dos avanços tecnológicos, parte significativa das atividades econômicas e humanas continua dependendo dos recursos da biomassa. Os recursos dessa fonte são fotossintetizados por organismos que utilizam elementos disponíveis na natureza e a energia solar. Em algumas regiões e situações a finalidade da biomassa como produtora de alimentos e de matérias-primas fica menos soberba diante da sua função de mitigadora de poluição e de geração de fontes alternativas de energia⁸.

⁸ De acordo com a OECD (2006), o século 21 pode ser marcado pela mudança do combustível fóssil pelo biológico. O aumento do interesse nesse tema está levando os governos e a iniciativa privada a expandir mercados para bioprodutos (São produtos desenvolvidos a partir de matéria-prima da fauna e flora) a partir da agricultura da biomassa. Tal interesse está associado, além da preocupação com a seguridade energética por meio da diversificação das fontes de energia, com as oportunidades, tais como a diversificação e a manutenção de renda rural e empregos.

De acordo com Sachs (2000), a proposta para a biomassa produzir em condição ecológica, social e economicamente sustentável não é um retrocesso aos modos ancestrais de vida, mas uma codificação e recodificação dos conhecimentos como ponto de partida da invenção de uma moderna civilização, que Sachs (1993) chama de civilização da biomassa. O autor afirma que para chegar a esse ponto, tem que existir um período de transição, não sendo possível fazer uma transposição mímica de soluções.

A biomassa mantém como função primordial a produção de alimentos, fibras e outras matérias-primas para a indústria, mas torna-se também estrategicamente importantes em outras atribuições como: a geração de fontes alternativas de energia renovável, assimilação dos resíduos, seqüestro e manutenção do estoque de carbono e manutenção da composição da atmosfera. A realização dessas funções garante as atuais formas de vida. Portanto, a preservação e a melhoria desses serviços é condição básica para se atingir a sustentabilidade.

A realização das atividades de um sistema de produção de grãos, ao mesmo tempo em que promove o desenvolvimento econômico, tem obrigação com a valorização do patrimônio genético e da biodiversidade da fauna e flora, pois esses elementos são suportes fundamentais à vida. A preservação das espécies da micro, meso e macro fauna e flora permite manter e criar amenidades, recreação e estética.

Recomenda-se que, havendo interesse econômico em explorar alguma espécie nativa, que isso ocorra sob um manejo sustentável. Aconselha-se, ainda, que haja incentivo para a intensificação de estudos para aprofundar os conhecimentos sobre a biodiversidade e que os resultados sejam amplamente divulgados para a população geral, e não somente em meios de acesso restrito a certos segmentos da sociedade.

A manutenção da biodiversidade das espécies vegetais tem três dimensões. Uma macro, quando se trata de grandes biomas; outra quando o objetivo são incrustações de vegetações numa região; a terceira trata de espécies isoladas. A manutenção da fauna diz respeito tanto aos animais de grande porte até os micróbios existentes na água e solo e em outros habitats. Assim, merecem atenção especial as ações de desmatamentos e as situações de monocultivo. Também afeta a biodiversidade a expansão do tamanho de área contínua de lavoura. Torna-se importante incentivar que plantio de grãos ocorra em substituição ou em sucessão de outras culturas, e que o plantio em áreas recém-desmatadas seja mínimo.

As ameaças aos animais aumentam considerando a ocorrência de caça de subsistência ou predatória e o comércio ilegal de produtos ou do

próprio animal. Segundo Brasil (2007), são 395 as espécies de animais da fauna brasileira ameaçadas de extinção⁹. Ressalta-se que as possibilidades de superpopulação ou ausência de determinadas espécies são desfavoráveis, pois tanto a falta como o excesso de espécies podem causar desequilíbrios.

Um tipo de negócio que se mostra promissor é o agroturismo. Esse tipo de turismo integra, valoriza o meio ambiente, as tradições da região e as atividades agropecuárias e possibilita o comércio de produtos típicos. O agroturismo no presente estudo é compreendido como uma atividade com o propósito de gerar renda por meio de hospedagem, lazer, recreação ou comércio de mercadorias, realizado internamente num determinado estabelecimento agrícola ou numa região rural. Além de gerar renda, essa atividade estimula e contribui para a preservação e recuperação ambiental, incentiva a produção artesanal e/ou possibilita a agregação de valor aos produtos regionais. De acordo com Sachs (2000) e Shneider (2004), o rural deixa de ser *locus* específico das atividades agrícolas produtoras de alimentos e matérias-primas, trazendo uma complementação de renda com atividades não agrícolas.

3.4. Características relacionadas à dimensão sociocultural

As relações socioculturais consideram aspectos ligados à paisagem, patrimônio natural, hábitos de lazer, costumes alimentares¹⁰, festividades religiosas, manifestações culturais, conhecimentos acumulados por experiências empíricas e padrões sociais arraigados na população local. A dimensão sociocultural se preocupa com as circunstâncias que podem alterar bruscamente esses valores. Além disso, o sistema tem como função indispensável promover o equilíbrio social, ou seja, empenhar-se para desenvolver o capital humano. Para cada cultura haverá uma solução mais apropriada.

Conferência Geral da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura, reunida em Paris de 17 de Outubro a 21 de Novembro de 1972, em sua décima sétima sessão, adotou a Convenção

⁹ Lista publicada em 22 de maio (dia Internacional da Diversidade Biológica) de 2007.

¹⁰ A questão alimentar faz parte de um conjunto de tradições construídas lentamente no decorrer de séculos e está amplamente relacionada com as estruturas sociais, visão do mundo e representações dietéticas e religiosas. Portanto, tem uma ampla relação com a condição humana e pode ser vista sob vários ângulos. Não reflete somente como um evento ligado à satisfação de uma necessidade fisiológica, idêntica em todos os homens, ou o prazer de saborear uma comida por puro deleite. Trata-se de uma atividade biológica cercada de aspectos e valores culturais e financeiros, símbolos, mitos, ritos, normas, proibições, saúde e outros. Contribui para modelar a diversidade cultural, portanto é um dos itens que expressam a identidade social de um povo.

Relativa à Proteção do Patrimônio Mundial, Cultural e Natural. No artigo 1 da referida convenção, o patrimônio cultural é definido como o conjunto das obras arquitetônicas, de escultura ou de pintura monumentais, elementos ou estruturas de natureza arqueológica, inscrições, cavernas e grupos de elementos que tenham um valor universal fora do comum do ponto de vista da história, da arte ou da ciência, ou o grupo de construções isoladas ou reunidas que, em virtude da sua arquitetura, unidade ou integração na paisagem, tenha um valor universal fora do comum do ponto de vista da história, da arte ou da ciência.

No artigo 2, ainda considera como patrimônio natural¹¹ os monumentos naturais constituídos por formações físicas e biológicas ou por grupos de tais formações, que tenham valor universal excepcional do ponto de vista estético ou científico, as formações geológicas e fisiográficas e as áreas nitidamente delimitadas que constituam o “hábitat” de espécies animais e vegetais ameaçados e que tenham valor universal excepcional do ponto de vista da ciência ou da conservação.

No Brasil, o Decreto nº 80.978, de 12 de dezembro de 1977, promulga a referida convenção, com reserva¹² e determina que seja executada e cumprida tão inteiramente como nela se contém. Portanto considera-se patrimônio cultural as obras do homem ou obra conjugadas do homem e da natureza, inclusive lugares arqueológicos, que tenham valor universal excepcional do ponto de vista histórico, estético, etnológico ou antropológico.

No presente estudo, dentre vários pontos que dizem respeito ao patrimônio cultural e natural, considerou-se apenas a identidade da sociedade com particularidades históricas e regionais e do respeito aos padrões culturais, levando-se em conta as características étnicas da população.

Ao integrar ou ampliar atividades econômicas, deve-se ter o cuidado para que as sociedades locais não percam seus costumes e tradições. Isso não significa repudiar novos costumes e nem determinar que as pessoas devam viver como seus antepassados, mas respeitar os ambientes e os costumes que formaram o modo de alimentar, a percepção do mundo e outros valores.

Considera-se que para alcançar bons resultados na dimensão sociocultural, é necessário observar:

¹¹ Para Vivien (2005), uma dificuldade para se ter em conta o capital natural é a falta de prioridade do que deve ser protegido. Observa-se ainda que são poucos os laços de afinidade e identificação com a paisagem, com o meio ambiente, cultura, aspectos sociais da região e respeito com as características naturais.

¹² O Congresso Nacional aprovou a referida Convenção, com reserva ao Parágrafo 1 do Artigo 16, pelo Decreto Legislativo 74, de 30 de Junho de 1977.

- a) participação dos atores locais no planejamento do desenvolvimento e na busca de soluções de problemas.
- b) oferta de condições de trabalho adequadas e aptidão para atender às necessidades sociais dos trabalhadores em questão de renda e bem-estar;
- c) geração de empregos que satisfaçam às necessidades humanas básicas de habitação e qualidade de vida¹³. Um dos principais pontos da função social é que a produção de alimentos deve estar de acordo com os critérios definidos no conceito de segurança alimentar, que abrange vários aspectos, dos quais ressaltam-se quatro: i) atender à atual demanda e a um eventual crescimento; ii) satisfazer as exigências dos consumidores quanto à quantidade e a qualidade; iii) a produção dos alimentos básicos deve atender à demanda. No caso de alimentos essenciais para a população mais pobre, a sua produção não deve ser prejudicada por outros sistemas de produção de grãos; iv) ao ingerir os produtos primários ou seus derivados, eles não devem provocar efeitos negativos sobre o organismo e o ambiente;
- d) promoção da homogeneidade do tecido social;
- e) relação entre produtor e consumidor vantajosa para ambos.

As pessoas têm uma relação de afetividade com o local onde vivem, e essa ligação depende da origem da população, formação e convicções. Estando o sistema inserido na região, ele deve despertar nas pessoas uma relação de pertencimento. Quando o sistema consegue refletir esse sentimento, os indivíduos passam a considerá-lo útil e integrado à sociedade. Essa sensação, aliada à real capacidade de participação nas decisões locais, é a base para uma coesão e harmonia entre os indivíduos e para se desenvolver a co-responsabilidade em busca do desenvolvimento sustentável.

O interesse em não ignorar o local, o ambiente e valores que formaram os indivíduos está no fato de que a preservação da diversidade de culturas e tradições¹⁴ enriquece a região, elevando a auto-estima da população. Além disso, a perda de identidade pode causar sérios danos ao comportamento coletivo, pois uma comunidade sem referências, ou cujos membros perderam em parte as esperanças de atingirem suas aspirações, fica mais susceptível e disposta a realizar atos que desrespeitam as regras e os bons costumes.

¹³ Entende-se como qualidade de vida a distribuição de renda justa, emprego com qualidade, igualdade no acesso aos recursos e serviços sociais. Ou seja, o atendimento de necessidades materiais e não-materiais.

¹⁴ A origem da palavra tradição vem do latim "traditio", que vem do verbo "tradere", que significa entregar. Ou seja, tradição é a entrega que as gerações anteriores fizeram e fazem.

Dessa forma, nesse item estão envolvidos os princípios de valorização dos saberes tradicionais, de responsabilidade social e de participação dos setores afetados direta ou indiretamente pelo sistema de produção de grãos. Portanto, para que o sistema de produção de grãos seja sustentável, ele deve ser o mais integrado possível com os fatores endógenos, respeitar a dimensão cultural, de modo que as soluções dos problemas respeitem as especificidades de cada ecossistema e população.

Os saberes e práticas tradicionais da população local, como, por exemplo, sobre a biodiversidade, tratamento de doenças utilizando recursos locais, não devem apenas ser reconhecidos, mas valorizados e perpetuados.

É comum haver um mal entendido quando se fala em conhecimentos locais, é que a lógica das pessoas que pertencem ao *mainstream*¹⁵ associa-os ao atraso e a rudimentos tecnológicos que não contribuem para a melhoria da qualidade de vida e da competitividade. No entanto, reconhecer esses conhecimentos pode, inclusive, contribuir para que as pesquisas agrônômicas gerem inovações e novas tecnologias que tragam mais benefícios¹⁶. Outro aspecto é que a incorporação desses saberes fará com que a comunidade se sinta mais sintonizada com a tecnologia. Complementa esse quadro o respeito com as etnias que vivem no local, o que também é um fator importante na composição da sustentabilidade.

Além dos benefícios descritos, os princípios da ação coletiva se apresentam como vantagem adicional para aumentar o índice de adoção das regras propostas. Muitos gestores públicos insistem em não envolver a sociedade e não dar oportunidades para que os atores façam proposições na elaboração das leis. Dessa forma, muitas normas não levam em conta os impactos sobre a economia, não levam em conta que os atores fazem suas escolhas do que e como produzir baseando-se na lógica de obter o melhor resultado financeiro com os recursos e materiais disponíveis. Portanto, se as normas afetam essa lógica, os atores resistem em segui-las.

¹⁵ Corrente ou direção predominante de uma atividade.

¹⁶ "... a produção científica ocorre dentro de sociedades não elimina o fato de que a ciência demande, para seu crescimento e expansão, o intercâmbio de achados científicos entre sociedades diferentes..." (SOUSA, 1991, p. 21). Essa afirmativa vista de forma ampla diz que são válidos tantos os conhecimentos gerados em outros países ou regiões como os conhecimentos locais.

Leis e proposições de sustentabilidade consolidadas com a participação popular certamente se compatibilizariam de forma mais coerente com as políticas públicas locais e as estratégias privadas com os objetivos ambientais, econômicos e sociais, tanto no âmbito doméstico como internacional. Para alcançar esse objetivo, é fundamental que exista uma coordenação apropriada dentro e fora do governo para evitar a duplicação de esforços e mecanismos que sejam eficientes na difusão de informações.

A participação da sociedade civil organizada como parceira do sistema de produção de grãos facilita o atendimento da plena sustentabilidade, sendo importante verificar: a) existência de algum mecanismo que facilite a participação democrática e o compartilhamento de conhecimentos; b) se o sistema respeita a população e suas atitudes, aptidão e organizações; c) se o sistema é dominado por fatores endógenos ou se relewa os saberes e a cultura tradicional do local; d) existência de co-responsabilidade, e) se o sistema promove e apóia a inovação tecnológica e os métodos participativos; f) se o sistema busca definir os interesses comuns e soluções coletivas para o setor.

A opinião e julgamento da sociedade sobre funcionamento e resultados de um sistema, influenciam na sua sustentabilidade. Por isso, são fundamentais a visibilidade e a transparência das atividades do sistema. A questão é promover a integração amigável do sistema com a sociedade. Assim, o desafio é encontrar maneiras de engajá-lo no território, dando oportunidades para que a sociedade compreenda seus objetivos e limitações. Transparência é um termo polêmico, pois muitos a identificam como perda de privacidade dos negócios das empresas. O sentido que se deseja é explicitar e divulgar o foco principal do sistema, que deve estar relacionado com a qualidade do produto e, sobretudo, da sua relação com a sociedade.

Adaptando o conceito de responsabilidade social para a agricultura, pode-se dizer que se trata da transparência e da ética na gestão e das decisões promovidas pelo grupo de produtores e empresas que formam um sistema.

A gestão responsável de um sistema envolve a preocupação com o tipo de impactos promovidos na qualidade de vida dos empregados e suas famílias e na comunidade como um todo. Conseqüentemente, a responsabilidade social está intimamente ligada à ética e à imagem das empresas perante o mercado.

Para alcançar esses objetivos, é essencial que haja investimentos para que a produção ocorra causando o menor impacto ambiental, sem

promover exclusão social e que os produtos ofertados tenham garantia de qualidade. O Instituto Ethos recomenda que na busca da responsabilidade social¹⁷ sejam observados os princípios do Global Compact¹⁸. Ou seja: i) direitos humanos; ii) trabalho, no sentido de apoiar a liberdade de associação e o reconhecimento efetivo do direito à negociação coletiva; eliminação de todas as formas de trabalho forçado ou compulsório, a erradicação efetiva do trabalho infantil, eliminar a discriminação com respeito ao empregado e ao cargo; iii) meio ambiente, onde as empresas devem adotar uma abordagem preventiva aos desafios ambientais; incentivar o desenvolvimento e difusão de tecnologias limpas que não agridem o meio ambiente.

A responsabilidade social alia questões relacionadas com os objetivos e prioridades do sistema em relação à melhoria da qualidade de vida e ao atendimento das expectativas gerais dos atores, ou seja, dos produtores rurais, trabalhadores, indústrias de fornecimento de insumos e de beneficiamento. De certa forma, considera-se que a responsabilidade social visa a valorizar a sociedade por meio da geração de empregos provenientes das qualidades, habilidades, dedicação e experiência dos trabalhadores locais. Outro ponto importante é que o sistema de produção persiga a maior equidade possível, ou seja, promova remuneração adequada¹⁹ ao longo da cadeia produtiva.

A dificuldade está não só em determinar as questões de maior interesse, mas em como fazer um balanço e determinar um ponto de equilíbrio, visto que os atores possuem expectativas que muitas vezes não coincidem, gerando antagonismos e conflitos. Outro obstáculo é a dificuldade de mensuração da satisfação das necessidades materiais e não materiais. A primeira depende de fatores qualitativos e a segunda, dos julgamentos subjetivos.

As condições básicas para o desenvolvimento não são apenas de responsabilidade dos governos. É importante que as empresas se empenhem e se preocupem em oferecer condições de trabalho que proporcionem aos trabalhadores e outros atores do sistema circunstâncias que satisfaçam às necessidades quanto à renda, bem-estar, saúde, habitação e educação.

¹⁷ Ressalta-se que esse conceito está sendo incorporado aos negócios. Nem todos acreditam nisso, por exemplo, Semler (2006) considera o termo um estereótipo, uma enganação.

¹⁸ O Global Compact é uma iniciativa proposta pelo secretário-geral da ONU, Kofi Annan, à comunidade empresarial internacional em torno de nove princípios reconhecidos como universais nas áreas de direitos humanos, trabalho e meio ambiente.

¹⁹ Considera-se como remuneração adequada aquela capaz de proporcionar um nível de vida conveniente, que não conduza à marginalidade social e econômica.

Alguns itens importantes relativos à saúde são: acessibilidade à água potável, estado nutricional dos empregados e sua família e redução da mortalidade infantil. Ações de preservação ambiental têm reflexos na saúde, quando os atores, principalmente os trabalhadores, têm acesso a moradia digna e acesso a educação.

A segurança alimentar tem um papel importante na sustentabilidade de um sistema de produção de grãos, e alguns aspectos que devem ser considerado são: a) atendimento atual e um eventual crescimento da demanda; b) emissão e impactos de resíduos nos alimentos, nos seres humanos e no ambiente; c) satisfação das exigências dos consumidores quanto à quantidade e a qualidade dos alimentos, garantindo a qualidade ambiental e a conservação da natureza; d) utilização de alimentos que, quando ingeridos, não provoquem efeitos negativos sobre o organismo e ao ambiente ou, se fizerem, que sejam mínimos; e) diferenciação dos produtos; f) mudanças no padrão da produção de alimentos.

A sustentabilidade é reforçada quando o sistema assegura a existência e a autonomia de todos os grupos sociais implicados na produção. Dentre os fatores que reforçam a relação da sociedade com os sistemas destacam-se: valorização dos saberes locais; considerações com os elementos do patrimônio cultural, formações geográficas, zonas com destacados valor estético, místico ou arquitetônico. Em outras palavras, a presença de valores endógenos é fundamental para a sustentabilidade.

3.5. Características relacionadas com a dimensão econômica

Diante da necessidade de crescimento da economia brasileira diante do potencial agrícola do país, os agricultores não encontram resistências da maior parte da sociedade contra o modo de conduzirem suas atividades, pelo contrário, recebem incentivos. Com a sinalização do limite de expansão do mercado de alguns produtos agrícolas e instabilidades no mercado internacional, os sistemas de produção de grãos terão que superar o debate estéril entre economia e ecologia e colocar ênfase na prudência ecológica, tornando-se mais eficientes e eficazes.

Um ponto crucial para a sustentabilidade de um sistema é a sua capacidade de produzir grãos com estabilidade econômica, gerando renda que corresponda às expectativas dos atores dos diferentes elos da cadeia produtiva. Para atingir esses objetivos, é fundamental que os produtos e subprodutos ofertados sejam competitivos e coerentes com as exigências do mercado. Outra questão importante é que o sistema agrícola concilie sua atividade principal com a possibilidade de incorporar fontes alternativas de renda, por exemplo, lazer e agroturismo.

Além do resultado econômico favorável, a produção tem também que desempenhar o papel de promover ações que reflitam e assegurem o desenvolvimento humano. Esse termo pode ser compreendido como uma maneira de melhorar a vida dos cidadãos, que se traduz sob a forma de acesso e níveis de condições de saúde, educação, habitação, renda e segurança alimentar.

Além do debate entre economia e ecologia, um novo tema aflige os sistemas de produção de grãos, visto que antigamente os objetivos de um sistema produtivo de grãos se resumiam em ofertar produtos em quantidade e preços acessíveis. Atualmente, além dessas duas características, os produtos ofertados devem ter qualidade que satisfaçam tanto a indústria de processamento como o consumidor final. Além disso, o sistema deve promover o desenvolvimento da economia local, garantir, preservar e melhorar a renda dos trabalhadores da região.

A dimensão econômica está relacionada com a estabilidade e viabilidade econômica²⁰ dos processos agrícolas no contexto de livre mercado e com as potencialidades da biomassa brasileira. Por outro lado, o conceito de desenvolvimento sustentável está sendo institucionalizado para permear iniciativas nacionais, regionais e globais de desenvolvimento, onde a economia é comandada pela produtividade e pela competitividade. Sendo a produtividade derivada da inovação tecnológica e a competitividade derivada da inovação institucional, os principais pontos a serem considerados nessa dimensão são:

- a) obter estabilidade e viabilidade econômica dos processos agrícolas, alcançadas quando existem meios de reduzir as ameaças e aumentar o ganho empresarial. A lucratividade é uma condição essencial, mas nunca deve ser considerada isoladamente. O caminho é conciliar a questão agrônômica e a econômica, o que significa reduzir o nível de insumos sacrificando o mínimo possível a produtividade, sem esquecer que a competitividade estimula o crescimento econômico. Nesse sentido, torna-se essencial dar ênfase à organização do processo produtivo. Na administração da cadeia produtiva consideram-se quatro pontos essenciais: i) a gestão das empresas deve ser concebida com base num plano coletivo, previamente definido pelos atores do sistema; ii) acessibilidade à inovação tecnológica; iii) estratégias e alternativas para prevenção e adaptação a riscos e ameaças; iv) capacidade de recuperação em caso de estresse.
- b) Considerar que a eficiência econômica está relacionada com a competitividade do sistema, que, por sua vez, depende de o processo

²⁰ A capacidade de o sistema gerar renda que motivem os produtores e os outros atores a continuarem na atividade.

produtivo atingir um nível de produtividade que permita aos atores rivalizarem com outros sistemas existentes. Isso está aliado a um custo de produção compatível com os objetivos, permitindo que o sistema de produção seja conciliável com as outras atividades na propriedade, de modo que máquinas, equipamentos e insumos possam ser compartilhados. Essa estratégia potencializa a obtenção de renda do produtor. Também é fundamental que ocorra uma equidade relativa dos lucros, isto é, a apropriação dos lucros gerados seja proporcional à participação dos diferentes atores ao longo da cadeia. É importante a existência de condições para os produtores e os setores a montante e a jusante do processo produtivo compitam de forma autêntica, ou seja, utilizem e tenham capacidade para inovar continuamente seus instrumentos de produção, de modo que sejam competitivos com produtos semelhantes produzidos em outras regiões ou produtos diferentes oriundos da região.

- c) Perseguir a maior equidade possível, ou seja, a promoção de um crescimento econômico intersetorial equilibrado e em consonância com a infra-estrutura disponível. A conjunção desses fatores é determinante para a promoção do desenvolvimento equilibrado do território.
- d) Aproveitar as potencialidades dos recursos da biomassa.
- e) Melhorar as condições de crescimento da região e propiciar a diversificação das atividades econômicas.

No constante processo de organização e capacidade gerencial de um sistema está o segredo de sua manutenção e crescimento. Para atingir essas proposições, é necessário que o relacionamento entre os elos da cadeia produtiva seja ordenado, que os conflitos existentes não comprometam a integridade do sistema. Quer dizer, que o sistema tenha adaptabilidade às constantes mudanças que lhe são impostas.

O termo governança²¹ tem sido utilizado em diversas áreas. Quando se trata de política, pode referir-se a um conjunto de normas, processos e práticas que dizem respeito ao modo como os poderes são exercidos numa determinada região, país ou um bloco econômico. Nesse caso, a governança é a capacidade de gerir e resolver tensões entre o negócio e a sociedade. Assim, está envolvida a capacidade de resposta e capacidade de punição, via legislação e regulamentações, que procuram aproximar os cidadãos e legitimar as instituições para que elas produzam serviços e desenvolvimento mais adaptados aos desejos comunitários, ou seja, criar formas de vínculos entre o governo e a sociedade. Os cidadãos adquirem funções, evitam

²¹ A governança está associada ao termo "accountability", que é a responsabilidade e as iniciativas de segmentos do sistema de produção de grãos ou do próprio governo com alguém ou alguma coisa.

exclusões, criam-se vínculos e pertencimentos que são essenciais para quem vive em grupo.

A governança pode estar relacionada com a gestão de um grupo de interesse²², envolvendo múltiplos atores com a finalidade de gerir problemas comuns e obter melhores resultados de seu trabalho. Há necessidade de governança mesmo quando o perfil organizacional do sistema seja autônomo ou possua estruturas hierárquicas, regras e convenções para tomada de decisões, pois os sistemas estão sujeitos as relações de poder econômico, político e social. Portanto, a governança está relacionada com coordenação, poder compartilhado, eficiência e estratégias de um determinado setor produtivo visando a encontrar formas de fortalecer a atividade, seja em relação a concorrentes de outras regiões ou outras atividades econômicas na própria região.

Governança será tratada como organização, contexto e interações das relações entre o sistema de produção de grãos com o sistema intermediário e imposições das dimensões da sustentabilidade.

Considera-se como os principais riscos da dimensão econômica o endividamento e a iniquidade ao longo do sistema. No primeiro caso, está posta em questão a instabilidade de todo ou parte do sistema, devido a investimentos acima da capacidade de retorno. No segundo caso, a insustentabilidade ocorre devido ao desenvolvimento não equilibrado, que promove uma heterogeneidade do tecido social. Isso corrompe uma das funções primordiais de um sistema, que é uma configuração mais equilibrada e melhor distribuição territorial das atividades econômicas, gerando um crescimento econômico equilibrado, em consonância com os preceitos do desenvolvimento sustentável.

Outro tipo freqüente de ameaça a um sistema de produção de grãos são as políticas macroeconômicas, por exemplo, alterações de preços, alterações quantitativas e qualitativas na demanda, mudanças de preferência dos consumidores e outras.

Para tratar do desenvolvimento sustentável, faz-se necessário abordar a pesquisa agrícola, pois a escolha tecnológica é tema central neste assunto. O que se observa com freqüência são posições maniqueístas que colocam a tecnologia como um elemento causador de problemas ou como elemento capaz de resolver os problemas. No Brasil, a partir de 2000, inicia-se uma nova fase, em que foi dada maior atenção aos impactos causados pelas

²² Não se trata da governança corporativa, que está associada ao controle e ao monitoramento em corporações.

tecnologias geradas pela pesquisa. Foram introduzidos métodos para avaliar impactos das tecnologias e incentivaram-se os projetos de pesquisa a contemplarem ações com este objetivo.

Não se trata de confiar ou não na tecnologia, mas sim considerar se ela é apropriada e se responde aos anseios da sustentabilidade. Um complemento é a existência de uma rede de difusão e transferência de tecnologia, promovendo a divulgação dos conhecimentos de forma democrática.

A autonomia e a capacidade para se envolver com questões de pesquisa e desenvolvimento não podem ser consideradas como características inerentes somente às grandes empresas; trata-se de um ponto estratégico para qualquer tipo e tamanho de empreendimento, visto que inovações tecnológicas adequadas dão maior competitividade a um sistema de produção de grãos e conduzem à inserção soberana da empresa ou atividade na economia.

Assim, as tecnologias e as inovações, que devem ser buscadas continuamente²³, visam a manter a capacidade de modernização dos instrumentos de produção, pela identificação e apresentação de soluções para os problemas. Além de visar à obtenção da maior produtividade possível, concilia a produção com a necessidade de preservação da natureza, do solo, da água e do ar.

O estigma de que tecnologia é sinônimo de exclusão de pequenos agricultores, de técnicas poluentes e de dominação de empresas multinacionais cria uma visão estereotipada e míope, dificultando a tarefa de definir o que pesquisar. Para melhor acerto entre os institutos de pesquisa e as realidades é fundamental definir uma agenda clara dos problemas e reorientar os estudos para trilhar caminhos mais ajustados à sustentabilidade. Outro aspecto que deve ficar explícito é que nenhuma ferramenta, como biotecnologia, biologia molecular e outras, isoladamente terá a solução para todos os problemas.

A gestão empresarial tem duas vertentes, uma individual e outra coletiva. Nessa segunda categoria, o objetivo final é que cada unidade de produção tome suas decisões embasada num plano coletivo, e que as decisões sigam:

a) Orientação por consenso: nesse caso as decisões são tomadas levando-se em conta a necessidade de mediar os interesses dos diferentes grupos da sociedade. O objetivo da boa governança é a busca de consenso nas

²³ A estagnação tecnológica estimula formas espúrias, por exemplo, utilizar de qualquer jeito os recursos naturais, explorar de forma abusiva a mão-de-obra, para compensar a perda de competitividade.

relações sociais. As decisões também devem ser tomadas levando em conta que deve ser constituído um caminho para obter um nível de concordância que satisfaça a sociedade. Essa forma de obter decisões requer uma perspectiva de longo prazo.

- b) Igualdade e inclusividade: igualdade no sentido que, independente do tamanho da unidade produtiva ou da empresa, todas possuam os mesmos direitos e deveres, implicando estarem incluídas em mesma condição.

Todo sistema de produção de grãos busca um desempenho positivo nas relações comerciais. Os resultados são medidos pela aceitação dos produtos no mercado e pelo aumento da comercialização. O cliente continua sendo o foco principal de um sistema de produção de grãos, procurando identificar suas aspirações e tentando alcançá-las para chegar à sustentabilidade. Assim, diante das mudanças ocorridas no processo de comercialização de produtos agrícolas devido à interação dos fatores políticos, institucionais, tecnológicos e da abordagem do desenvolvimento sustentável, é ímpar verificar que alguns aspectos são fundamentais para orientar o processo de comercialização. No presente estudo foram escolhidas as variáveis rastreabilidade/certificação, marketing, satisfação dos clientes e portfólio das agroindústrias.

Para ter opções no mercado, o sistema tem que pensar num portfólio de negócios e produtos. Uma tendência geral buscando melhorar a aceitabilidade²⁴ é diversificar e diferenciar os produtos e subprodutos no mercado. É interessante que haja maneiras de tentar aferir o nível de satisfação.

A certificação de um produto desempenha papel importante quanto à garantia, valorização e promoção de atributos que muitas vezes não são observáveis no produto final e que necessitam, a priori, estar afiançados. Os produtos podem ser comuns ou terem algum atributo específico. A certificação diz respeito à transparência e inter-relações dos contextos político, econômico e socioambiental da produção. Essa referência facilita a transação e constitui um instrumento de proteção dos clientes e consumidores. Os processos de certificação têm proliferado com e sem a presença do Estado. Aliás, às vezes esses processos substituem o Estado.

O marketing preconizado na pesquisa visa a estabelecer linhas e princípios gerais para elaborar estratégias para promover e criar desejo e fidelidade dos consumidores com os produtos e marcas constituídas na região.

²⁴ No caso de grãos, o desafio reside no esforço para transformar “commodity” em “specialities”. Esses termos foram utilizados por Eduardo Baumgratz Viotti no texto “marca Brasil: Um conceito de competitividade”. Não publicado.

Como argumentos, são usados os pontos fortes do sistema diante da sustentabilidade, como realçar os valores nutricionais e propriedades funcionais dos cereais, promover encontros entre os elos da cadeia produtiva, realizar diálogos individuais com os empresários para definir qual(is) os nicho(s) de mercado(s) será(ão) o(s) principal(is) foco(s) para o produto da região.

Independente do ramo de negócio, não se deve olhar as outras empresas que atuam na mesma atividade simplesmente como concorrentes indesejáveis, tampouco ter relações espoliadoras com os demais segmentos da cadeia²⁵. Na visão sustentável, a estratégia desejada é criar ligações robustas, estabelecer parcerias e tirar proveito para fortalecer o sistema e a economia da região. Assim, divulgar para o público geral da região o trabalho dos elos da cadeia produtiva é uma estratégia que pode contribuir para a sustentabilidade.

A existência de um sistema sustentável implica uma competitividade autêntica. Um outro fator preponderante na determinação da competitividade é a estabilidade dos preços²⁶. Apesar de a lucratividade ser uma parte central do ponto de vista dos produtores e empresários de um sistema de produção de grãos, ela não deve ser buscada a qualquer custo, mas à luz dos quesitos norteadores do desenvolvimento sustentável.

A lucratividade pode ser medida observando a evolução ao longo das safras do quociente obtido da divisão da renda resultante da venda da produção pelo custo dos insumos e de outros fatores de produção.

A competitividade e a estabilidade de um sistema dependem das intenções e objetivos perseguidos, das ações, dos objetivos, das forças e das fraquezas. Todas as tomadas de decisões e movimentos devem ser previamente planejados, sempre visando a reduzir os riscos e aumentar a lucratividade empresarial. Isso nem sempre significa aumento da produtividade por unidade de área, mas sim aumento de renda por unidade área.

A competitividade e a eficiência econômica de um sistema dependem do processo produtivo atingindo um nível de produtividade que permita aos atores rivalizarem com outros sistemas existentes na região. Quando isso

²⁵ Na cadeia produtiva do arroz consideram-se as relações entre produtores, fornecedores de insumos, secadores, agroindústria e varejistas.

²⁶ Para Ferreira e Morceli (2006) os preços têm sido considerados como parâmetros de maior ponderação na definição da produção e comercialização de produtos agrícolas, sendo um vetor em função de uma série de variáveis. Esses autores consideram ainda que as variáveis mais concernentes com o preço do arroz são o consumo, políticas e o processo de comercialização.

não é atingido, ocorre uma marginalização do cultivo, isto é, ocorre uma redução da área cultivada.

São considerados importantes aqueles índices que mostram o comportamento da quantidade²⁷ e da produtividade física (Kg ha⁻¹) obtidas nas últimas safras. A produtividade é uma questão essencial para a sustentabilidade de um sistema de produção de grão, a ponto de excluir produtores que não obtiverem coeficientes dentro de uma faixa considerada competitiva.

A evolução da participação no mercado local é um bom indicativo da sustentabilidade do sistema, pois quando a participação do produto está aumentando, significa que o sistema está atendendo a vários pré-requisitos. A evolução da quantidade comercializada nos mercados de outras regiões é também um indicativo significativo para a questão da sustentabilidade, mas não tão forte como o anterior, porque as sociedades de outras localidades podem não conhecer as condições da produção. Assim avaliam o preço e a qualidade e não questionam a relação da produção com o meio ambiente.

3.6. Características relacionadas com a dimensão territorial

O desenvolvimento sustentável apresenta-se como uma questão geral para todas as atividades em todos os países, independente das circunstâncias socioculturais e econômicas. Dois pressupostos do desenvolvimento sustentável são: i) valorizar as culturas e garantir o direito dos indivíduos de perseguirem seus direitos coletivos; ii) não haver conflitos nas relações dos sistemas produtivos com as instituições, com as políticas públicas e com a legislação ambiental e trabalhista. Portanto, alguns problemas do desenvolvimento sustentável são institucionais e políticos. Dessa forma, fica subentendido que a sustentabilidade perpassa as interações sociopolíticas que ocorrem na região (território).

É importante que o relacionamento²⁸ dos atores e setores de um sistema de produção de grãos com as outras atividades agrícolas e não agrícolas da região favoreça a criação de círculos com retroalimentação (*feedbacks*) positivas que exerçam efeitos propulsores e auto fortaleçam a atividade. Um sistema só é sustentável se desempenha papel determinante no local e promove o desenvolvimento multidimensional da economia.

²⁷ Espera-se que o comportamento da produção apresenta estabilidade ou tendência de crescimento. Presença de oscilações ou declínio representa problemas de sustentabilidade.

²⁸ Ao elaborar uma ferramenta de análise da sustentabilidade, deve-se considerar o grau de importância desse item para definir o aprofundamento da abordagem, pois o estudo das relações apresenta diferentes perspectivas teóricas, como a teoria da troca e teoria dos jogos.

Em tal contexto, pode-se dizer que a dimensão territorial trata da ordenação, apropriação, domínio, configuração e intercâmbio das unidades produtivas e das atividades econômicas numa região. As interações das atividades socioeconômicas devem proporcionar um crescimento econômico intersetorial equilibrado do território.

Nesse processo, é importante a gestão e a intervenção harmoniosa dos agentes públicos e privados no território. Duas das principais missões do Estado são: a) oferecer uma legislação moderna e compatível com os problemas e restrições, cabendo aos atores do sistema observar essas normas e regulamentos; b) implantar uma infra-estrutura para estimular o desenvolvimento, em concordância com as características ambientais, sociais e culturais da região.

Muitos fatores são decorrentes da presença ou ação de instituições privadas e governamentais, abrangendo áreas de crédito, pesquisa, ensino, insumos, assistência técnica, extensão rural e outras. A territorialidade abrange também tributação e processos de certificações. Enquanto a dimensão sociocultural trata do capital humano, a territorialidade considera o espaço físico e ambiental com relações humanas. Portanto, possui um estreito relacionamento com os diversos fatores que não fazem parte diretamente do processo produtivo, mas interferem no seu comportamento.

Ao se criar um intercâmbio entre as unidades e sistemas, além de diminuir a produção de resíduos e melhorar a eficiência energética, aumenta-se a possibilidade de se estabelecer uma dependência salutar entre as atividades. Um aspecto que interfere na sustentabilidade de um sistema é seu papel, sua importância social e econômica no local/região. Cabe aos atores ressaltar esses pontos e empenharem-se para que a configuração do sistema tenha um relacionamento harmonioso e proveitoso no território, fortalecendo o interesse pelo desenvolvimento coletivo. Nessa situação os sistemas produtivos da região têm certa medida de autonomia, mas também dependem do funcionamento de outros sistemas, ganhando importância a integração entre os sistemas, pois se uma peça dessa engrenagem falhar, os outros componentes sofrem as conseqüências. Destacam-se como os principais pontos da dimensão territorial:

- a) buscar uma configuração mais equilibrada das atividades econômicas e mais adequada às condições ambientais, socioculturais e econômicas da região. O resultado final deve contemplar uma melhor distribuição das atividades econômicas e a superação das disparidades inter-regionais, inclusive a rural-urbana. É importante considerar que as relações tanto entre os elos da cadeia produtiva, quanto entre outras atividades econômicas agrícolas ou não agrícolas, sejam capazes de criar efeitos

propulsores que promovam o desenvolvimento multidimensional da economia;

- b) criar sistemas com o maior grau de autopoiese possível. Para alcançar esse estágio, deve haver um intercâmbio entre as unidades produtivas que, por meio de uma multiplicidade de elementos materiais/energéticos, processuais, simbólicos e organizacionais formem um conjunto de atividades integradas que privilegiam as relações de permuta de recursos e rejeitos. O anseio final é criar entre as unidades processadoras caminhos tecnológicos que possibilitem a melhoria da eficiência econômica e ambiental, por intermédio da reutilização ou reciclagem dos resíduos e produtos. O objetivo utópico é que todo sistema alcance a auto-suficiência ou realize o maior número de trocas e intercâmbios de energias e insumos, produtos e subprodutos. Dessa forma, o desafio das empresas, tanto as rurais como as urbanas, é encontrar tecnologias que privilegiem as fontes renováveis de energia. Trata-se da busca de maior produtividade possível dos ciclos produtivos via promoção de inovações e melhoria ininterrupta nos processos. O sistema econômico será mais sustentável quanto maior for o número de interações positivas e multiplicidade de alternativas que ele possui;
- c) valorizar os custos ambientais e sociais. Isso quer dizer, práticas e processos inerentes à sustentabilidade devem ser operacionalizados mesmo quando vão de encontro à lógica econômica ortodoxa, ou seja, mesmo quando sua adoção implique alguma limitação do crescimento econômico da atividade;
- d) ao pensar em sustentabilidade no território como meta, é indispensável considerar que as atividades produtivas sejam desenvolvidas utilizando tecnologias pouco agressivas ao meio ambiente. Isso, necessariamente, exige um planejamento que leve em conta se as atividades estão localizadas em lugares e condições corretas.

3.7. Direcionamento para a sustentabilidade agrícola

Conforme vem sendo enfatizado ao longo do texto, as sociedades dependem substancialmente do meio ambiente e do desenvolvimento econômico, e esses componentes não podem ser considerados separadamente. Essa situação aumenta a responsabilidade e o papel do Estado como estimulador, facilitador e regulador das ações sociais e econômicas. Por outro lado, cresce também o comprometimento dos atores frente às ações e instrumentos utilizados pelo Estado, ou seja, diante das políticas públicas, da infra-estrutura construída ou da legislação.

Apesar da obrigatoriedade de estudos de impacto ambiental (EIA) para empreendimentos potencialmente danosos ao meio ambiente, muitas

das estruturas provocam efeitos negativos, que variam desde não alcançar o objetivo final até impactos socioambientais não programados. Outras vezes a relevância das obras não é legitimada nem reconhecida pela comunidade local, que se sente excluída e agredida, situação que conduz à geração de conflitos.

Dessa forma, quando se tem o propósito da sustentabilidade, deve-se considerar qual a relação da infra-estrutura construída para dar suporte ao sistema de produção de grãos com a sociedade e com o meio ambiente. É fundamental que os atores do sistema de produção tenham informações. Torna-se obrigatório que o Estado facilite o seu acesso aos problemas ambientais e suas conseqüências. Esses conhecimentos aliados, às informações sobre a legislação, principalmente a ambiental e trabalhista, são condições indispensáveis para a pertinência das atividades, evitando grandes problemas e conflitos.

O sistema, além de estar em consonância com a legislação e os desejos da sociedade, deve também ter um planejamento que contemple uma lógica sistêmica de intervenção que consubstancie o desenvolvimento sustentável regional. Esses planos são elaborados e coordenados por órgãos oficiais (federal, estadual ou municipal) e Organizações Não Governamentais – ONG's. Os atores, ao executarem iniciativas e práticas ambientais, podem estar movidos pela exigência de planos ou ações oficiais, como, por exemplo, Agenda 21, zoneamentos e outros. Neste aspecto, destaca-se a participação da esfera política, onde o Estado tem o papel de intermediar os conflitos, normatizar os acordos e, em parceria com sociedade, estabelecer processos educativos.

O ideal é que haja um trabalho em rede e com sinergia entre as instituições, mas também é importante que haja concorrência entre elas, para estimular o surgimento de proposições positivas que motivem processos sustentáveis. Por outro lado, é indesejável a rivalidade improdutiva. Portanto, não basta verificar a presença de instituições, mas a interação entre elas.

Muitas diretrizes e princípios estabelecidos no conceito amplo de desenvolvimento sustentável são bem aceitos. Podem ser considerados como pontos básicos para tratar da sustentabilidade de sistemas de produção de grãos:

- a) ter capacidade de atender às questões de segurança alimentar, de qualidade ambiental e conservação da natureza e desenvolvimento econômico inter-setorial equilibrado;
- b) conseguir manter-se e prosperar, isto é, preservar o todo e as partes de sua estrutura, mesmo quando submetido a qualquer tipo de choque ou ameaça;

- c) obter sucesso econômico, isto é, conseguir produtividades que permitam a obtenção de lucratividade empresarial. Ou seja, que os custos sejam compatíveis com o mercado e a com satisfação do cliente. Esse objetivo só é considerado ideal quando é alcançado preservando ou melhorando o meio ambiente e quando o sistema proporciona melhores condições de vida para a sociedade, não ofereça ameaças à saúde dos animais ou pessoas, seja pela oferta de alimentos de baixa qualidade, ou por poluir os recursos naturais;
- d) não suprimir o acesso dos seres vivos à água e outros recursos;
- e) conseguir manter-se atualizado tecnologicamente;
- f) conseguir inserção soberana na economia nacional e internacional.

3.8. Ecologia industrial versus ecologia agrícola

Não se pode dizer que a ecologia industrial consolidou a quebra do paradigma econômico, mas, seguramente, contribuiu para que muitos segmentos da sociedade repensassem suas práticas e passassem a exigir mudança de comportamento dos setores produtivos.

A emergência de um ambientalismo preocupado com as necessidades não materiais, com a qualidade de vida e com a poluição causada na produção de bens e serviços, causou maior coerção na indústria²⁹ que, para se adequar às novas exigências da sociedade, criou uma agenda de reorganização do setor com o propósito de ampliar a abordagem das atividades fora do parque industrial (COSTA, 2002).

Esse setor da economia passou a considerar com mais veemência a fonte de geração, a forma de utilização de energia e a necessidade de uma gestão mais voltada para o ambiente. Para Cardoso (2004), esses conceitos modificam o foco da questão ambiental, dirigem os esforços para a procedência da poluição, superando a abordagem tradicional, que privilegiava a avaliação do padrão de carga de poluição.

²⁹ Pode-se atribuir isso a várias circunstâncias, uma delas é que se trata de um setor cujas relações entre seus elementos são mais previsíveis do que as do setor agrícola, pois na indústria as atividades podem ser programadas e dependem substancialmente de máquinas, enquanto as atividades agrícolas dependem, fundamentalmente, de interações que muitas vezes não são controladas pelos seres humanos, como os fenômenos biológicos, químicos e naturais. Outro fator que influenciou a maior reação no setor industrial aos anseios ambientalistas foi a estratégia comercial de algumas empresas que, para ganharem credibilidade junto aos consumidores, procuravam apresentar, antes que as empresas concorrentes, respostas eficazes e criativas aos problemas levantados.

O conjunto de informações geradas nesse contexto deu origem a uma área de conhecimento que ficou conhecida como ecologia industrial. Esse ramo de estudo tornou-se mais avançado do que a ecologia do setor agrícola quanto à quantificação e monitoramento do fluxo de massa³⁰ e energia nos processos de produção, distribuição, utilização e destino dos produtos após seu uso.

A indústria empenhou-se deliberada e racionalmente em buscar meios e formas de produção que garantissem a sustentabilidade ambiental e que, ao mesmo tempo, fossem compatíveis com o desejo e a necessidade de crescimento econômico e cultural. O desafio é manter um padrão de qualidade de vida para os que já o possuem e dar nível satisfatório para quem ainda não tem. O objetivo final é encontrar caminhos e estratégias que atendam às demandas da sociedade, mantenham a prosperidade econômica e sejam ambientalmente corretas.

A ecologia industrial analisa os sistemas industriais e econômicos que satisfazem às necessidades de uma sociedade e suas interações com o sistema natural. Visa a equacionar o ciclo de produção com o propósito de encontrar soluções para os problemas³¹. Para tanto, empenhou-se em buscar métodos e ferramentas capazes de quantificar e comparar os impactos ambientais provocados na produção de um bem ou serviço. Outra questão que diferencia a ecologia industrial de outras correntes é que a busca de soluções tenta alterar o mínimo possível a oferta de produtos, procurando manter o foco central das empresas na produção e comercialização, incluindo as questões da sustentabilidade como parte da sua missão.

A preocupação com os desdobramentos sociais e ambientais das atividades desenvolvidas por um empreendimento é denominada de responsabilidade social da empresa. A adesão a esse conceito continua sendo voluntária, mas cada vez mais as empresas percebem suas vantagens e contribuições para a sobrevivência dos empreendimentos. No caso da agricultura, uma unidade de produção é socialmente responsável quando há um posicionamento, um compromisso e uma co-responsabilidade em busca do desenvolvimento social de todos os atores. Portanto, a responsabilidade social tem duas dimensões, uma interna, relativa aos empregados, e outra externa, que são os compromissos com a sociedade, com os clientes e com o governo.

Uma idéia bem aceita, que de certa forma tem orientado todas as tendências de pensadores na ecologia industrial, é que todo produto tem vida, que se inicia durante a concepção do seu projeto, passa pelo modo de obtenção das matérias-primas e insumos utilizados na sua produção, pelo

³⁰ É uma contabilidade da quantidade e da composição dos materiais que entram e saem nas atividades que envolvem a natureza e a sociedade.

³¹ Portanto, não está relacionado com questões normativas.

uso e consumo e finalmente pelos lixos e resíduos que surgem após sua utilização (REBITZER et al., 2005).

Deve ficar claro que não se pretende que os impactos da atividade agrícola sejam tratados como os da atividade industrial. É preciso reconhecer as diferenças dos impactos entre a agricultura e as outras atividades humanas, principalmente quanto ao nível socioeconômico, pois as condições de trabalho, forma e número de empregos gerados são bastante distintas. Existem fatores sazonais e legislação diferenciada. A proposta é apropriar-se de alguns conceitos da ecologia industrial na ecologia agrícola, adaptando-os.

Pelas relações sugeridas, a Fig. 10 mostra que os ecossistemas industrial e agrícola ocorrem paralelamente, mas existem interfaces onde um depende do outro. As novas diretrizes indicam que no futuro essas interconexões, que atualmente se resumem basicamente na troca entre insumos e produtos, passem a ser mais complexas, englobando releitura da finalidade da biomassa, como uma possível fonte capaz de fornecer produtos que possam gerar alternativas energéticas para substituir os combustíveis fósseis, desempenhar a contento a fundamental função de absorver os resíduos produzidos, além de satisfazer a sua tradicional utilidade paisagística, que vem sendo cada vez mais exaltada nas sociedades. Essa constatação da finalidade estratégica dos recursos da biomassa reforça a inevitável relação de dependência homem/natureza, destacando que o papel da agricultura é dinâmico. Na Fig. 10 visualiza-se, ainda, que os dois ecossistemas dependem do ambiente e interagem com ele, pois utilizam recursos naturais e emitem gases, resíduos sólidos e líquidos.

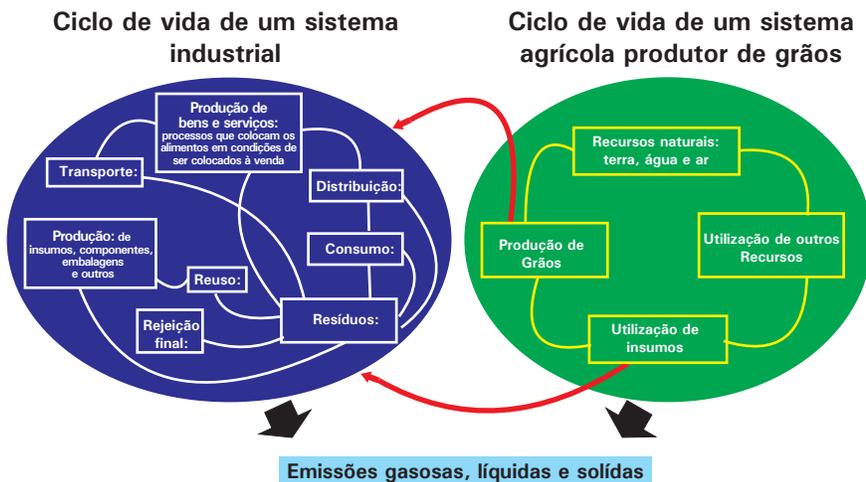


Fig. 10. Relação entre o ciclo de vida de um sistema industrial e um sistema agrícola.

Apesar das diferenças³², aproximar e estabelecer relações entre a ecologia industrial e a ecologia agrícola é interessante para aproveitar os conhecimentos gerados na primeira, bem como pela necessidade de integração dos setores para buscar modelos de desenvolvimento sustentáveis.

Além disso, provavelmente o próximo acontecimento da história do ambientalismo vai ser tratar de forma integrada os setores industrial e agrícola. Esta percepção se baseia no fato de que o setor industrial é o que mais contribui com a emissão de gases de efeito estufa (GEE), e uma perspectiva para minimizar as conseqüências indesejáveis desse fenômeno é desenvolver tecnologias que utilizem energias renováveis vindas de fontes oriundas da biomassa. O objetivo é aproveitar os sinergismos que se apresentam entre a indústria e a agricultura, por meio da utilização do enorme potencial dos recursos genéticos e todas as fontes de tecnologia possível. Este assunto tem um significado especial, pois a prevenção do aquecimento global tornou-se uma questão crítica, e a proposta para os próximos cinquenta anos é reduzir para 15% a 17% os atuais níveis de emissão do CO₂³³.

Dentre os vários conceitos utilizados e consagrados na ecologia industrial para a identificação e superação de problemas de sustentabilidade, alguns podem ser adaptados para a agricultura. Por exemplo, o de ecoparque, ou parques industriais, desmaterialização, metabolismo socioeconômico, colonização da natureza e ecoeficiência.

Um ecoparque industrial³⁴ é formado por um conjunto de unidades processadoras numa mesma região, composta de indústrias e processos voltados para o desenvolvimento econômico, mas a palavra eco sugere que as atividades se desenvolvam de forma integrada e que privilegiem o intercâmbio de recursos e rejeitos de produção. Outra característica é a necessidade de um agente para gerenciar os interesses comuns e um eficiente serviço de informação entre os participantes.

³² Uma diferença entre essas áreas é que a Ecologia Industrial trata de produtos duradouros (Ecosistema Tecnológicos), enquanto a Ecologia Agrícola de produtos de monouso (Ecosistema Naturais), ou seja, aqueles cujo ciclo de vida praticamente termina durante o uso. Neste caso não faz muito sentido projetar estes produtos como duráveis, em vez disso, é importante concentrar-se na minimização do consumo de recursos e na escolha de insumos de baixo impacto ambiental (MANZINI; VEZZOLI, 2002).

³³ Atualmente 49%, 15% a 20% e 6% da contribuição dos gases de efeito estufa são, respectivamente, dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) e óxido nitroso (N₂O) (JUNG-JENG et al., 2003).

³⁴ De acordo com Fragomeni (2005), são sinônimos os termos parque industrial ecológico, parque industrial eco-eficiente, eco pólos e sites sustentáveis. Essa autora afirma que o termo eco parque industrial foi utilizado pela primeira vez em 1993 por uma equipe de especialistas denominada de Índigo development, da Universidade de Dalhousie, no Canadá e Universidade de Cornell, nos Estados Unidos.

De acordo com Costa (2002), num ecoparque, as unidades do sistema tentam atingir a autopoiese³⁵ por meio de uma multiplicidade de elementos materiais/energéticos, processuais, simbólicos e organizacionais. O anseio final é, por intermédio da reutilização ou reciclagem dos resíduos e produtos, criar entre as unidades processadoras caminhos tecnológicos que possibilitem a melhoria da eficiência econômica e ambiental. Essa proposta amplia a idéia de eliminar ao máximo possível a produção de rejeitos sem utilidade, ou seja, utilizar os rejeitos de um processo como fonte de energia ou matéria-prima de outro processo. Isso é chamado de desmaterialização. Pode-se fazer uma analogia com a biologia e dizer que o ecoparque busca uma relação de simbiose³⁶ entre seus participantes.

Na agricultura o conceito de desmaterialização pode ser aplicado em casos de integração lavoura-pecuária, nos arranjos e composição de sistemas produtivos e suas relações com unidades agroindustriais e ou com outros tipos de indústrias. Em todos os casos, o objetivo é tornar os ciclos dos nutrientes mais eficientes e melhorar o nível de aproveitamento de resíduos. Quanto maior o número de interações positivas e multiplicidade de alternativas econômicas, mais sustentável será o sistema econômico. Para Manzini e Vezzoli (2002), o posicionamento estratégico ecologicamente orientado de uma empresa é a capacidade de produzir com elevada qualidade ambiental e apresentar um conjunto de produtos aceitáveis pelo mercado.

A idéia de fazer analogia entre o metabolismo biológico e o metabolismo socioeconômico foi introduzida por Robert U. Ayres. O metabolismo biológico refere-se aos processos internos de um organismo vivo que possibilitam seu funcionamento, crescimento e reprodução. O metabolismo se constitui de fluxos contínuos de matérias e energia com o meio ambiente. No contexto biológico, as atividades podem ser vistas sob o aspecto de organismos individuais ou pela perspectiva de um conjunto de indivíduos formando um ecossistema. Neste caso, é formada uma rede de produtores, consumidores e decompositores, constituindo as cadeias tróficas. Ayres viu semelhança desse processo com os sistemas socioeconômicos que utilizam um fluxo de matérias e energia para converter matérias-primas em produtos manufaturados, serviços e, finalmente, em dejetos. Dessa

³⁵ Autopoiese (grego *auto* = próprio, *poiesis* = criação) foi cunhado pelos biólogos e filósofos chilenos Humberto Maturana e Francisco Varela. O termo é uma proposta para nomear a complementaridade fundamental entre estrutura e função. A teoria autopoietica tem como idéia básica sistemas organizados e auto-suficientes, isto é, com capacidade de produzir/reciclar seus próprios componentes.

³⁶ Em biologia trata-se de uma relação mutuamente vantajosa entre dois ou mais organismos vivos de espécies diferentes. A característica dessa relação é que os organismos podem ter especializações funcionais, mas agem ativamente em conjunto para proveito mútuo.

forma, cunhou o nome de metabolismo socioeconômico. De acordo com Ayres (1994), metabolismo industrial é o conjunto integrado de processos físicos que convertem matéria-prima e energia mais trabalho em produtos finais e resíduos.

Para Ribeiro (2002), a abordagem metabolismo socioeconômico oferece uma visão diferente para o processo econômico na sociedade, rompe a visão linear da economia clássica. Esse autor considera ainda que o metabolismo socioeconômico refere-se ao funcionamento geral do sistema social, caracterizando seu modo de (re)produção do ponto de vista basicamente energético material e sociocultural. É, ainda, a somatória da entrada de todos os materiais (por exemplo, nutrientes, água, oxigênio e outros) ou energias que são utilizados no metabolismo dos processos do sistema, somado aos rejeitos, que voltam para o ambiente.

Fischer-Kowalski e Haberl (1998) também fizeram uma analogia apresentando um raciocínio de que as sociedades utilizam um conjunto de atividades para transformar os sistemas naturais em um suporte físico e material, capaz de produzir alguma coisa que satisfaça as necessidades sociais. Chamaram esse tipo de relação de colonização da natureza. Quando o objetivo é a produção de alimentos e biomassa, os ecossistemas naturais são substituídos por ecossistemas agrícolas³⁷.

Para ressaltar a importância da colonização na sustentabilidade, cita-se o exemplo do bioma cerrado, cuja ocupação foi realizada com o viés de que a expansão agrícola e o uso de tecnologia promoveriam o desenvolvimento econômico. Apesar de o principal articulador do processo ter sido o Estado com suas políticas/institucionais, não foram consideradas as relações indivíduos-sociedade e indivíduos-natureza, as consequências foram; diminuição da biodiversidade e transformações do perfil e da estrutura socioambiental da região, mudanças que ameaçam o equilíbrio do ecossistema (DUARTE, 1998, 2002; WEHRMANN, 2000).

Em relação ao metabolismo socioeconômico, Fischer-Kowalski e Haberl (1998) dizem que cada sociedade possui um perfil metabólico característico, que está associado aos meios de produção e estilo de vida. O desafio é manter os sistemas colonizados numa condição socialmente desejável. Para tanto, é necessário manter os processos e metabolismos socioeconômicos ajustados ao desenvolvimento sustentável. A escala de produção dos sistemas naturais deve obedecer a dois princípios. O primeiro,

³⁷ Colônia é um grupo de imigrantes que se estabelece em uma terra estranha, conjunto de pessoas que se agrupam para um determinado fim. Daí vem colonizar que, de acordo com o dicionário "Aurélio" da língua portuguesa (FERREIRA, 1986), significa propagar, alastrar-se por, invadir, exercer domínio, ou supremacia sobre.

que a quantidade de recursos requeridos pelo sistema produtor seja menor que a capacidade de recomposição do sistema natural. O segundo, que a quantidade de emissão de dejetos desferida pelo sistema produtor seja menor que a capacidade de absorção do sistema natural. Em ambos os casos está implícito o objetivo de reduzir os fluxos energéticos e mássicos e aumentar a ecoeficiência. Ou seja, relacionar o funcionamento entre a economia e a sociedade em termos de troca de energia e material e suas conseqüências sobre o meio ambiente.

Outro ponto relacionado com o colonialismo é estabelecer limites para manter a biodiversidade, uma vez que nesse processo há uma tendência de seleção em favor de animais e vegetais de que os seres humanos necessitam e, conseqüentemente, as espécies que não são utilizadas correm risco de extinção. Este processo pode gerar uma degradação irreversível. Assim, o colonialismo não pode ultrapassar esse limite.

De acordo com Fischer-Kowalski (2003), para que a noção de metabolismo socioeconômico possa ser legitimamente usada na economia e na sociedade é necessário que haja o entendimento de que a sustentabilidade é um fenômeno social³⁸, e exige a participação de todos os segmentos. Para Manzini e Vezzoli (2002), a transição para a sustentabilidade deve ser um grande e articulado processo de inovação social, cultural e tecnológica, no âmbito do qual haverá lugar para uma multiplicidade de opções e oportunidades que correspondam às diferentes sensibilidades. A análise das estratégias e das interações do metabolismo e da colonização da natureza propicia uma estrutura para discutir as razões socioeconômicas e culturais praticadas pelos atores dos meios de produção em diferentes regiões (FISCHER-KOWALSKI; HABERL, 1998).

Outro conceito interessante da ecologia industrial é de ecoeficiência, criado em 1992 pelo *World Business Council for Sustainable Development* (WBCSD), que relaciona a eficiência em termos da quantidade e intensidade em que os recursos são convertidos em produtos. Portanto, combina economia e melhoria de qualidade de vida com o uso mais eficiente dos recursos e com a menor emissão de substâncias que possam causar adversidades ambientais (WORLD BUSINESS COUNCIL FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT, 1996). Em outras palavras, a proposta é fornecer bens e serviços a preços competitivos que satisfaçam às necessidades humanas e tragam qualidade de vida, reduzindo, progressivamente, o impacto ambiental negativo (KISHINAME et al., 2002).

³⁸ Segundo Silva (2003), quando poucas organizações estão vulneráveis a um determinado problema, trata-se de um problema particular. Quando o problema afeta a maioria das organizações, é um problema social, de interesse geral da sociedade.

Segundo o World Business Council for Sustainable Development (1996), a ecoeficiência é um manejo filosófico que incentiva os atores sociais a adotarem nos processos produtivos práticas que promovam melhorias ambientais, mas que, paralelamente, tragam rendimentos e benefícios econômicos. A ecoeficiência está focada nos negócios de oportunidades, permitindo às empresas se tornem ambientalmente responsáveis e mais lucrativas. Trata-se de uma ação chave em que cada empresa busca se empenhar visando a contribuir para a sustentabilidade da sociedade. Portanto, a ecoeficiência pode ser definida pela relação entre o valor de um produto (satisfação por um serviço oferecido) e o seu impacto ambiental (poluição e consumo de recursos), visando a promover o aumento da qualidade dos serviços oferecidos pela redução do impacto negativo na produção, distribuição, uso e descarte dos produtos.

A ecoeficiência está intimamente relacionada com o trinômio saúde/ambiente/preço que, por sua vez, está ligado ao processo de rastreabilidade e certificação. Para a Agence Européenne pour l'Environnement (1999), é um imperativo econômico e ecológico minimizar os efeitos da atual subdemanda da qualidade e quantidade de mão-de-obra disponível e diminuir o nível de exploração dos recursos naturais e artificiais. Essa visão se aplica bastante à realidade da agricultura brasileira.

Nota-se que a ecoeficiência também está estritamente ligada com a desmaterialização, com correlação positiva entre elas. A ecoeficiência é alcançada quando, na produção de bens ou serviços, ocorre: a) redução da intensidade de utilização de materiais empregados; b) redução do uso de energia; c) redução do uso de produtos tóxicos; d) aumento da utilização de materiais recicláveis; e) maximização do uso sustentável de recursos renováveis; f) ampliação da durabilidade e aplicabilidade dos bens e serviços com preços competitivos, aumentando a satisfação das necessidades humanas e melhorando a qualidade de vida; g) redução progressiva dos impactos ambientais negativos para limites que, no mínimo, sejam compatíveis com a capacidade de recuperação da natureza.

Na ecologia industrial, o termo *design* é utilizado por um tipo de planejamento de uma ou do conjunto de atividades econômicas, que considera a escala e o grau de interferência que as operações, práticas e insumos causam sobre a sustentabilidade. Ou seja, é um planejamento mais complexo do que o tradicional, que basicamente considera a forma anatômica do produto final, os custos de produção e o lucro do produtor. Portanto, o *design* é a interface entre os materiais e seu uso para a obtenção de um produto final. Assim, é desejável que o *design* seja feito reunindo e redirecionando valores correntes, hábitos, práticas e tecnologias para que seja factível o aparecimento de maneiras desmaterializadas de vida e de

trabalho (TONKINWISE, 2006). As preocupações levantadas nos conceitos de ecoparque ou parques industriais, desmaterialização, metabolismo socioeconômico, colonização da natureza e ecoeficiência são opostas às atitudes históricas dos produtores rurais brasileiros em relação ao meio ambiente.

Outro conceito da ecologia industrial, concernente à proposta da presente pesquisa, é dos orientadores de desenvolvimento sustentável. Os orientadores são parâmetros que abordam diretrizes, valores, critérios ou objetivos que são importantes para avaliar a sustentabilidade de um sistema. Os orientadores são elementos formados por um ou vários indicadores de sustentabilidade que permitem monitorar, a partir de taxas de mudanças dos elementos escolhidos, se as práticas e tecnologias utilizadas na produção são suficientes para garantir a sustentabilidade, viabilidade³⁹ e desempenho⁴⁰ do sistema analisado (BOSSSEL, 2001).

Bossel (1999) sugere um sistema de orientadores fundamentais formado por um conjunto de orientadores básicos, ou seja, elementos que sejam capazes de capturar aspectos essenciais relacionados com a capacidade de o sistema sobreviver de modo saudável e desenvolver-se em seu ambiente particular, portanto, da sua viabilidade e sustentabilidade. O sistema mais adaptado e com maiores chances de sustentabilidade em longo prazo é aquele que satisfaz o maior número de orientadores básicos.

A sustentabilidade de um sistema pode ser avaliada fazendo periodicamente um *check list* desses orientadores. Para Bossel (1999), na análise de um sistema, nenhum orientador básico deve ser negligenciado, pois são únicos e não podem ser substituídos. Esse autor considera também que pode ocorrer antagonismo entre os orientadores, ou seja, a redução ou o aumento de um orientador pode ter efeito contrário em outro. Bossel (1999) define seis orientadores: existência, efetividade, liberdade de ação, adaptabilidade, segurança e coexistência.

a) Existência: diz respeito à própria sobrevivência do sistema. O sistema deve ter afinidade com o meio ambiente, cultura, infra-estrutura, aspectos sociais, econômicos e institucionais (políticas públicas, legislação, tributação). O sistema deve ser competitivo, mesmo diante das pressões e limitações dos subsistemas territorial, ambiental, sociocultural e econômico. Isso implica compatibilidade com outros sistemas da região ou atividades na propriedade e capacidade de sobreviver com a quantidade de recursos disponíveis.

³⁹ Significa a viabilidade para sobrevivência do sistema (BOSSSEL, 2001).

⁴⁰ Refere-se à ampliação da função, além da simples viabilidade requerida (BOSSSEL, 2001).

- b) **Efetividade:** o sistema deve ser economicamente viável. O funcionamento efetivo do sistema ocorre quando ele é rentável para os sujeitos sociais dos diferentes elos da cadeia produtiva, porém respeitando os limites dos recursos (insumos, energia, terra, água e outros), que são escassos⁴¹. Isso que dizer que a taxa de crescimento de utilização de recursos deve ser racional e eficiente, ou seja, a resiliência do meio seja maior que a taxa de erosão da disponibilidade desses recursos. Quando ocorre o inverso, pode, em curto prazo, levar o meio ambiente à exaustão, e os danos podem ser irreversíveis. Além disso, deve-se ter a capacidade de manter a disponibilidade de recursos tecnológicos, econômicos e naturais no tempo. Quanto mais um sistema contribui positivamente para a efetividade e eficiência de outros sistemas, maior será a sua própria efetividade e viabilidade econômica. Além de possuir um funcionamento efetivo, o sistema deve contribuir positivamente e para a efetividade e eficiência de outros sistemas.
- c) **Liberdade de ação:** está intimamente ligado à competitividade do sistema. A liberdade de ação ajuda o sistema a responder e reagir às ações coercitivas, conseqüentemente, resistir às ameaças. O sistema deve ser capaz de competir em várias situações e lugares, pela ampla possibilidade de dar respostas seletivas e apropriadas aos desafios. O sistema deve ser hábil para responder às influências internas ou do meio circundante, que normalmente possui uma grande variedade de atividades econômicas competidoras, situações ameaçadoras e novos desafios provindos de alterações das condições socioeconômica e ambiental. O ideal é manter ou obter a maior diversidade de opções, pois assim maior será a possibilidade de o sistema responder às pressões. O potencial, o espectro, a adaptabilidade e a robustez da resposta de um sistema dizem respeito à sua história e função. Portanto, dependem de um complexo de causas: i) da quantidade e qualidade dos recursos disponíveis; ii) da consciência e capacidade de antecipar os problemas e oportunidades; iii) do acesso a informações; iv) da habilidade dos atores para cooperarem entre si. É desejável ainda que o sistema contribua positivamente para a liberdade de ação de outros sistemas.
- d) **Adaptabilidade:** os sistemas são pressionados pelas alterações nas políticas econômica e ambiental, de comportamento do mercado⁴². Diante desses constantes processos de mudanças e situações inesperadas que podem influenciar no seu funcionamento, é fundamental que o sistema seja capaz de adaptar-se para manter sua autonomia, preservação, capacidade de

⁴¹ Cabe ressaltar que, atualmente, o único bem livre é a radiação solar, uma vez que outros bens que eram considerados livres, como o ar, já sofre restrições de uso.

⁴² que pode ser desencadeado por modificações bruscas de preços, de tipo, quantidade ou qualidade demandada pelos clientes.

inovação e de indução de mudanças que mantenham sua meta, sua integridade e sua identidade. Implica dizer que um sistema deve ter um grau de flexibilidade ou plasticidade para promover mudanças na própria estrutura ou nos processos e capacidade de se auto-organizar para escapar das ameaças. É desejável que o sistema contribua para a flexibilidade e adaptabilidade de outros sistemas.

- e) **Segurança:** o sistema deve ser hábil para se auto-proteger a partir de efeitos prejudiciais da variabilidade ambiental, que se referem à segurança diante da imprevisibilidade de adversidades climáticas e ataque de pragas e doenças que afetam diretamente o processo produtivo. Portanto, a seguridade diz respeito à capacidade de o sistema resistir aos infortúnios climáticos e biológicos. O sistema deve, também, contribuir para a seguridade, confiabilidade e estabilidade de outros sistemas.
- f) **Coexistência:** a organização e dinâmica internas do sistema devem ter um grau de autonomia sobre seu funcionamento e compatibilidade com outros sistemas. O sistema deve coexistir com outros sistemas, isto é, estar habilitado para interagir apropriadamente e com sinergia quando o outro sistema for coadjuvante, reagir e não perder espaço quando o outro sistema for competidor.

3.9. Indicadores de sustentabilidade

Os indicadores são instrumentos que permitem fazer análises dos orientadores, conseqüentemente, abordam aspectos que são essenciais para a viabilidade e sustentabilidade dos sistemas. De acordo com Quirino et al. (1999), os indicadores são instrumentos que possibilitam o estabelecimento de desempenho e suporte de políticas públicas e devem ser acompanhados por métodos que interpretem a organização do ecossistema e as interações entre eles.

Os indicadores de sustentabilidade têm particularidades em relação aos tradicionais indicadores econômicos e sociais. Os indicadores tradicionais, como custo de produção, rentabilidade, taxa de desmatamento, tamanho da propriedade e condição socioeconômica do proprietário normalmente analisam a situação de forma isolada, considerando somente relações lineares de causas e efeitos.

Quando se pretende ter uma visão mais abrangente e holística, não é interessante utilizar somente indicadores tradicionais, sendo fundamental empregar indicadores de sustentabilidade que forneçam dados das ações mútuas e interconectadas nos segmentos econômico, sociocultural, territorial e ambiental. O desinteresse dos atores pelos indicadores ambientais e sociais pode estar relacionado com o fato que eles não são tão sensíveis ou perceptíveis, e a sua medição é mais difícil de ser feita que nos indicadores econômicos.

Um ponto crítico é encontrar uma unidade funcional com um padrão que permita fazer comparações entre as diferentes categorias de indicadores. Outro ponto crucial na definição dos indicadores de sustentabilidade é utilizar conceitos transparentes, extremamente flexíveis e dinâmicos, mas que considerem o tempo de inércia e de adaptação dos sistemas.

Para encontrar um conjunto de indicadores eficientes, que atinja os objetivos delineados nos planos ou projetos, é fundamental ter um bom conhecimento conceitual e utilizar uma metodologia com critérios, estrutura e processos adequados. Nem sempre os indicadores e os elementos essenciais são óbvios, estando muitas vezes encobertos.

O número de indicadores deve ser tão pequeno quanto possível, porém suficiente para permitir a compreensão e dedução da viabilidade e sustentabilidade do sistema. Em outras palavras, os indicadores não constituem uma lista de variáveis puramente descritivas, mas variáveis providas de informações estratégicas sobre as mudanças que estão ocorrendo nos elementos analisados.

Isso significa que a visão holística é fundamental na pesquisa de indicadores, pois a viabilidade de um sistema observado depende da influência de outros sistemas. Em alguns casos a insustentabilidade de um sistema coadjuvante pode comprometer o sistema observado. A influência dos sistemas coadjuvantes é variável, às vezes, tem um papel crucial para a estabilidade do sistema observado. Quando isso ocorre, esses sistemas requerem atenção particular.

Na revisão bibliográfica de alguns métodos existentes para avaliar sustentabilidade, verificou-se que os indicadores utilizados⁴³ normalmente trazem três tipos de dificuldades ao serem construídos e postos em prática.

⁴³ Bellen (2002) identificou 18 grupos de indicadores em ferramentas e sistemas utilizados para avaliar o grau de sustentabilidade: 1) PSR (Pressure/State/Response – OECD); 2) DSR (Driving-Force/State/Response, UN–CSD, United Nations Commission on Sustainable Development); 3) GPI (Genuine Progress Indicator – Cobb); 4) HDI (Human Development Index – UNDP, United Nations Development Program); 5) MIPS (Material Input per Service – Wuppertal Institut Germany); 6) DS (Dashboard of Sustainability – International Institut for Sustainable Development - Canadá); 7) EFM (Ecological Footprint Model – Wackernagel and Rees); 8) BS (Barometer of Sustainability, IUCN, Prescott, Allen); 9) SBO (System Basic Orientors – Bossel, Kassel University); 10) Wealth of Nations (World Bank); 11) SEEA (System of Integrating Environment and Economic – United Nations Statistical Division); 12) NRTEE (National Round Table on the Environment and Economy – Human/Ecosystem Approach, Canadá); 13) PPI (Policy Performance Indicator, Holland); 14) IWGSD (Interagency Working Group on Sustainable Development Indicators (U.S. President Council on Sustainable Development Indicator Set); 15) EE (Eco Efficiency, World Business Council on Sustainable Development – WBCSD); 16) SPI (Sustainable Process Index, Instituto of Chemical Engineering – Graz University); 17) EIP (European Indices Project – Eurostat); 18) ESI (Environmental Sustainability Index – World Economic Fórum).

A primeira é que são difíceis de serem levantados, uma vez que os dados são complexos e só podem ser obtidos por meio de censos, ou por medições que exigem aparelhos e processo analíticos sofisticados. A segunda, os indicadores tradicionais normalmente consideram dados globais de economia, educação e outros. Dessa forma, a obtenção dos dados exige altos investimentos de recursos financeiros e humanos. A terceira, nos indicadores tradicionais, é muito difícil separar o que é efeito causado pela atividade que se está estudando de outras atividades econômicas. Diante dessa constatação, propõe-se a construção de indicadores obtidos diretamente de dados primários levantados nas regiões estudadas.

Alguns critérios considerados neste estudo para a escolha dos indicadores foram: a) obtenção em fontes oficiais de estatística de dados sobre área plantada, produção e produtividade e aplicação de questionários aos atores da cadeia produtiva; b) sua relevância e significação em relação aos parâmetros estabelecidos como referencial teórico na segunda etapa da metodologia; c) presença de informações que auxiliem na proposição de melhoria do sistema; d) levarem em consideração a diversidade e complexidade dos sistemas produtivos do arroz; e) serem entendidos pelos atores da cadeia produtiva; f) mostrarem mudanças iminentes e não somente quando a mudança foi completada; g) tenham capacidade de antecipar e prever choques; h) tenham habilidade para captar as fragilidades e as possibilidades de relacionamento, integração e coexistência com outros sistemas; i) fator limitante, ou seja, o Princípio de Liebig⁴⁴ é válido na avaliação do desenvolvimento sustentável de um sistema, que será limitado pelo orientador básico de menor intensidade.

Os indicadores utilizados não se enquadram nos três tipos de indicadores descritos por Bossel (1999): a) aspectos de ordem quantitativa, por exemplo, número de espécies ameaçadas de extinção, nível de renda e outras; b) indicador de fluxos, isto é, não expressa as taxas de mudanças que ocorrem no sistema e (c) indicadores de conversão, em que as informações são dadas considerando uma análise conjunta dos dois primeiros tipos. Um indicador de conversão mede a quantidade de gases de efeito estufa, como também mede o balanço da quantidade de recursos naturais utilizáveis, associando-o com o índice de reposição e determinação do esgotamento.

⁴⁴ A lei de Liebig, ou lei dos mínimos, diz que o crescimento das plantas é limitado pelo nutriente que estiver disponível em menor quantidade para absorção. A lei ressalta a importância dos fatores limitantes.

4 - RECOMENDAÇÕES GERAIS PARA ALCANÇAR A SUSTENTABILIDADE DE UM SISTEMA DE PRODUÇÃO DE GRÃOS

4.1. Práticas agrícolas e cuidados necessários para alcançar a sustentabilidade de um sistema de produção de grãos

É essencial que o planejamento técnico leve em consideração o conjunto de variáveis envolvidas numa atividade agrícola. Para tratar desse assunto não basta ter em conta somente as questões ambientais, mas salientar também os custos econômicos envolvidos e os preços pagos pelo mercado, pois a falta de retorno financeiro é um dos principais motivos de degradação e abandono das terras cultiváveis (AMARAL, 1984; ONGLEY, 1997).

- Na limpeza da área

Quando a limpeza da área envolve desmatamento, é importante verificar se a operação foi autorizada pelo órgão ambiental e se está sendo obedecida a legislação em relação às Áreas de Preservação Permanente¹ (APP) e as Áreas de Reserva Legal (ARL). A preocupação com as áreas de preservação permanente é tratada com freqüência na legislação ambiental brasileira. Nas Tabelas 6 e 7 visualizam-se algumas pontos da legislação sobre o assunto.

Mesmo se o desmatamento estiver amparado pela lei, é importante considerar o impacto na biodiversidade da flora e da fauna e verificar possíveis ameaças às espécies nobres utilizadas para extração de madeira, assim como o risco de extinção de espécies. É aconselhável escolher áreas que apresentem topografia pertinente com a atividade a ser implantada e optar por operações com práticas menos agressivas às condições locais.

- No preparo do solo

A forma de utilização dos solos na agricultura tem como desafio conciliar maior produtividade e menor degradação. A diversidade dos solos e climas no Brasil não permite padronizações de práticas que contemplem esses objetivos. Cada região brasileira possui um conjunto de fatores que deve ser devidamente analisado. Para escolher as melhores alternativas em termos de sustentabilidade, independente das práticas utilizadas no manejo dos solos, recomenda-se que sejam considerados os seguintes pontos:

¹ como as matas ciliares, áreas em torno de nascentes e outras.

Tabela 6. Alguns pontos da legislação ambiental brasileira que tratam das áreas de preservação permanente.

Instrumentos	Conteúdo
Resolução CONAMA 302 de 20/03/2002 que dispõe sobre Área de Preservação Permanente em reservatórios.	<p>No Artigo 2º, Inciso II, define Área de Preservação Permanente como sendo a área marginal ao redor do reservatório artificial e suas ilhas, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas.</p> <p>No Artigo 3º diz que constitui Área de Preservação Permanente a área com largura mínima, em projeção horizontal, no entorno dos reservatórios artificiais, medida a partir do nível máximo normal de: I) trinta metros para os reservatórios artificiais situados em áreas urbanas consolidadas e cem metros para áreas rurais; II) quinze metros, no mínimo, para os reservatórios artificiais de geração de energia elétrica com até dez hectares, sem prejuízo da compensação ambiental. III) quinze metros, no mínimo, para reservatórios artificiais não utilizados em abastecimento público ou geração de energia elétrica, com até vinte hectares de superfície e localizados em área rural.</p>
Lei n° 4.771, de 15/09/1965, que instituiu o Código Florestal	<p>No Artigo 1º, Inciso II, da Lei n° 4.771, considera, só para efeito da Lei, Área de Preservação Permanente aquelas áreas protegidas nos termos dos Artigos. 2º e 3º, ou seja, área coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas.</p> <p>No Artigo 2º, considera, para efeito da Lei, Área de Preservação Permanente as florestas e demais formas de vegetação naturais situadas (1) e (2)</p> <p>a) ao longo dos rios ou de qualquer curso d'água desde o seu nível mais alto em faixa marginal cuja largura mínima será:</p> <ul style="list-style-type: none"> de 30 metros para os cursos d'água de menos de 10 metros de largura; de 50 metros para os cursos d'água que tenham de 10 a 50 metros de largura; de 100 metros para os cursos d'água que tenham de 50 a 200 metros de largura; de 200 metros para os cursos d'água que tenham de 200 a 600 metros de largura; de 500 metros para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 metros; <p>b) ao redor das lagoas, lagos ou reservatórios d'água naturais ou artificiais;</p> <p>c) nas nascentes, ainda que intermitentes e nos chamados "olhos d'água", qualquer que seja a sua situação topográfica, num raio mínimo de 50 metros de largura;</p> <p>d) no topo de morros, montes, montanhas e serras;</p> <p>e) nas encostas ou partes destas, com declividade superior a 45° - equivalente a 100% na linha de maior declive;</p> <p>f) nas restingas, como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues;</p> <p>g) nas bordas dos tabuleiros ou chapadas, a partir da linha de ruptura do relevo, em faixa nunca inferior a 100 metros em projeções horizontais;</p> <p>h) a atenuar a erosão das terras;</p> <p>i) a fixar as dunas;</p> <p>j) a formar faixas de proteção ao longo de rodovias e ferrovias;</p> <p>k) a auxiliar a defesa do território nacional a critério das autoridades militares;</p> <p>l) a proteger sítios de excepcional beleza ou de valor científico ou histórico;</p> <p>m) a assegurar condições de bem-estar público;</p> <p>n) a manter o ambiente necessário à vida das populações silvícolas;</p> <p>o) a assegurar condições de bem-estar público.</p> <p>No Artigo 3º considera, ainda, de preservação permanente, quando assim declaradas por ato do Poder Público, as florestas e demais formas de vegetação natural destinadas:</p>
Lei n° 9.605, de 12/02/1998, que trata de crimes ambientais	<p>No Seção II dos Crimes contra a Flora, Artigo 38º é considerado crime ambiental destruir ou danificar floresta considerada de preservação permanente, mesmo que em formação, ou utilizá-la com infração das normas de proteção. No Artigo 39º da mesma Seção também considera crime ambiental cortar árvores em floresta considerada de preservação permanente, sem permissão da autoridade competente. Em ambos os casos as penas previstas são a detenção, de um a três anos, ou multa, ou ambas as penas cumulativamente.</p>

(1) Redação modificada pela Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001. (2) a redação dos itens 'a' 'c' e 'g' foi modificada dada pela Lei nº 7.803 de 18 de julho de 1989. Fonte: Adaptada pelo autor a partir da legislação ambiental brasileira.

Tabela 7. Alguns pontos da legislação ambiental brasileira que tratam da exploração da vegetação ou de florestas de domínio privado.

Instrumentos	Conteúdo	
<p>Lei nº 4.771, de 15/09/1965, que instituiu o Código Florestal (1)</p>	<p>No Artigo 16º, determina que as florestas de domínio privado, não sujeitas ao regime de utilização limitada e ressalvadas as de preservação permanente previstas nos artigos 2º e 3º desta lei, são suscetíveis de exploração, obedecendo às seguintes restrições.</p> <p>As florestas e outras formas de vegetação nativa, ressalvadas as situadas em área de preservação permanente, assim como aquelas não sujeitas ao regime de utilização limitada ou objeto de legislação específica, são suscetíveis de supressão, desde que sejam mantidas, a título de reserva legal, no mínimo:</p> <p>No Inciso III, define Reserva Legal como área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural, excetuada a de preservação permanente, necessária ao uso sustentável dos recursos naturais, à conservação e reabilitação dos processos ecológicos, à conservação da biodiversidade e ao abrigo e proteção de fauna e flora nativas (redação modificada pela Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001).</p>	<p>I - oitenta por cento, na propriedade rural situada em área de floresta localizada na Amazônia Legal;</p> <p>II - trinta e cinco por cento, na propriedade rural situada em área de cerrado localizada na Amazônia Legal, sendo no mínimo vinte por cento na propriedade e quinze por cento na forma de compensação em outra área, desde que esteja localizada na mesma microbacia, e seja averbada nos termos do § 7º deste artigo.</p> <p>III - vinte por cento, na propriedade rural situada em área de floresta ou outras formas de vegetação nativa localizada nas demais regiões do País.</p> <p>IV - vinte por cento, na propriedade rural em área de campos gerais localizada em qualquer região do País.</p>
<p>No Artigo 44º, determina que o proprietário ou possuidor de imóvel rural com área de floresta nativa, natural, primitiva ou regenerada ou outra forma de vegetação nativa em extensão inferior ao estabelecido nos incisos I, II, III e IV do art. 16, ressalvado o disposto nos seus §§ 5.º e 6.º, deve adotar as seguintes alternativas, isoladas ou conjuntamente:</p>	<p>I - recompor a reserva legal de sua propriedade mediante o plantio, a cada três anos, de no mínimo 1/10 da área total necessária à sua complementação, com espécies nativas, de acordo com critérios estabelecidos pelo órgão ambiental estadual competente; (§ 1º - a recomposição de que trata o inciso I, o órgão ambiental estadual competente deve apoiar tecnicamente a pequena propriedade ou posse rural familiar).</p> <p>II - conduzir a regeneração natural da reserva legal; (§ 2º-A recomposição de que trata o inciso I pode ser realizada mediante o plantio temporário de espécies exóticas como pioneiras, visando a restauração do ecossistema original, de acordo com critérios técnicos gerais estabelecidos pelo CONAMA).</p> <p>III - compensar a reserva legal por outra área equivalente em importância ecológica e extensão, desde que pertença ao mesmo ecossistema e esteja localizada na mesma microbacia, conforme critérios estabelecidos em regulamento.</p> <p>§ 3º - regeneração de que trata o inciso II será autorizada, pelo órgão ambiental estadual competente, quando sua viabilidade for comprovada por laudo técnico, podendo ser exigido o isolamento da área).</p> <p>§ 5º-A compensação de que trata o inciso III deste artigo, deverá ser submetida à aprovação pelo órgão ambiental estadual competente, e pode ser implementada mediante o arrendamento de área sob regime de servidão florestal ou reserva legal, ou aquisição de cotas de que trata o art. 44-B).</p> <p>§ 4º Na impossibilidade de compensação da reserva legal dentro da mesma micro-bacia hidrográfica, deve o órgão ambiental estadual competente aplicar o critério de maior proximidade possível entre a propriedade desprovida de reserva legal e a área escolhida para compensação, desde que na mesma bacia hidrográfica e no mesmo Estado, atendido, quando houver, o respectivo Plano de Bacia Hidrográfica, e respeitadas as demais condicionantes estabelecidas no inciso III.</p> <p>§ 6º O proprietário rural poderá ser desonerado, pelo período de trinta anos, das obrigações previstas neste artigo, mediante a doação, ao órgão ambiental competente, de área localizada no interior de Parque Nacional ou Estadual, Floresta Nacional, Reserva Extrativista, Reserva Biológica ou Estação Ecológica pendente de regularização fundiária, respeitados os critérios previstos no inciso III deste Artigo.</p>	<p>com espécies exóticas como pioneiras, visando a restauração do ecossistema original, de acordo com critérios técnicos gerais estabelecidos pelo CONAMA).</p> <p>III - compensar a reserva legal por outra área equivalente em importância ecológica e extensão, desde que pertença ao mesmo ecossistema e esteja localizada na mesma microbacia, conforme critérios estabelecidos em regulamento.</p> <p>§ 3º - regeneração de que trata o inciso II será autorizada, pelo órgão ambiental estadual competente, quando sua viabilidade for comprovada por laudo técnico, podendo ser exigido o isolamento da área).</p> <p>§ 5º-A compensação de que trata o inciso III deste artigo, deverá ser submetida à aprovação pelo órgão ambiental estadual competente, e pode ser implementada mediante o arrendamento de área sob regime de servidão florestal ou reserva legal, ou aquisição de cotas de que trata o art. 44-B).</p> <p>§ 4º Na impossibilidade de compensação da reserva legal dentro da mesma micro-bacia hidrográfica, deve o órgão ambiental estadual competente aplicar o critério de maior proximidade possível entre a propriedade desprovida de reserva legal e a área escolhida para compensação, desde que na mesma bacia hidrográfica e no mesmo Estado, atendido, quando houver, o respectivo Plano de Bacia Hidrográfica, e respeitadas as demais condicionantes estabelecidas no inciso III.</p> <p>§ 6º O proprietário rural poderá ser desonerado, pelo período de trinta anos, das obrigações previstas neste artigo, mediante a doação, ao órgão ambiental competente, de área localizada no interior de Parque Nacional ou Estadual, Floresta Nacional, Reserva Extrativista, Reserva Biológica ou Estação Ecológica pendente de regularização fundiária, respeitados os critérios previstos no inciso III deste Artigo.</p>
<p>Lei nº 9.605, de 12/02/1998, que trata de crimes ambientais</p>	<p>Na Seção II dos Crimes contra a Flora, no seu Artigo 38º é considerado crime ambiental destruir ou danificar floresta considerada de preservação permanente, mesmo que em formação, ou utilizá-la com infringência das normas de proteção No Artigo 39º da mesma Seção também considera crime ambiental cortar árvores em floresta considerada de preservação permanente, sem permissão da autoridade competente. Em ambos os casos as penas previstas são a detenção, de um a três anos, ou multa, ou ambas as penas cumulativamente.</p> <p>Na Seção III - Da Poluição e outros Crimes Ambientais, no Artigo 54º prevê a pena de reclusão, de um a quatro anos e multa para no o infrator que causar poluição de qualquer natureza em níveis tais que resultem ou possam resultar em danos à saúde humana, ou que provoquem a mortandade de animais ou a destruição significativa da flora.</p>	<p>com espécies exóticas como pioneiras, visando a restauração do ecossistema original, de acordo com critérios técnicos gerais estabelecidos pelo CONAMA).</p> <p>III - compensar a reserva legal por outra área equivalente em importância ecológica e extensão, desde que pertença ao mesmo ecossistema e esteja localizada na mesma microbacia, conforme critérios estabelecidos em regulamento.</p> <p>§ 3º - regeneração de que trata o inciso II será autorizada, pelo órgão ambiental estadual competente, quando sua viabilidade for comprovada por laudo técnico, podendo ser exigido o isolamento da área).</p> <p>§ 5º-A compensação de que trata o inciso III deste artigo, deverá ser submetida à aprovação pelo órgão ambiental estadual competente, e pode ser implementada mediante o arrendamento de área sob regime de servidão florestal ou reserva legal, ou aquisição de cotas de que trata o art. 44-B).</p> <p>§ 4º Na impossibilidade de compensação da reserva legal dentro da mesma micro-bacia hidrográfica, deve o órgão ambiental estadual competente aplicar o critério de maior proximidade possível entre a propriedade desprovida de reserva legal e a área escolhida para compensação, desde que na mesma bacia hidrográfica e no mesmo Estado, atendido, quando houver, o respectivo Plano de Bacia Hidrográfica, e respeitadas as demais condicionantes estabelecidas no inciso III.</p> <p>§ 6º O proprietário rural poderá ser desonerado, pelo período de trinta anos, das obrigações previstas neste artigo, mediante a doação, ao órgão ambiental competente, de área localizada no interior de Parque Nacional ou Estadual, Floresta Nacional, Reserva Extrativista, Reserva Biológica ou Estação Ecológica pendente de regularização fundiária, respeitados os critérios previstos no inciso III deste Artigo.</p>

(1) = Redação modificada pela Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001.

Fonte: Adaptada pelo autor a partir da legislação ambiental brasileira.

- a) procurar manter e conservar o equilíbrio ou recuperação das características químicas, físicas e biológicas do solo;
- b) utilizar práticas de conservação que mantenham a fertilidade e evitem ao máximo problemas de erosão e de compactação.
- c) praticar a adubação verde: essa prática consiste no cultivo, entre os períodos de plantios comerciais, de determinadas plantas, normalmente leguminosas². Esse plantio não visa ao proveito econômico, sendo as leguminosas cultivadas com o objetivo de manter o solo coberto e depois ser incorporadas ao solo. Esse manejo diminui a erosão, porque impede o impacto direto das gotas de chuva sobre o solo, evitam o deslocamento, ou a lixiviação, de nutrientes do solo e também inibe o desenvolvimento de plantas daninhas. As plantas, depois de incorporadas, promovem melhorias nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo e o enriquecimento de elementos minerais. Os efeitos benéficos mais notados da adubação verde são: i) redução da compactação do solo em virtude da ação das raízes profundas das plantas utilizadas; ii) aumento da fertilidade do solo, tanto pela reciclagem de nutrientes que estavam em camadas mais profundas, quanto pela incorporação do nitrogênio atmosférico; iii) incorporação da matéria orgânica; iv) dependendo da planta utilizada, pode até controlar pragas, como, por exemplo, os nematóides.
- d) Utilizar a cobertura³ morta ou viva entre as safras. No primeiro caso, usam-se resíduos vegetais ou outros. No segundo, usam-se plantas vivas. Em ambos os casos, os objetivos são diminuir o impacto das águas das chuvas, permitir melhor absorção de águas pelo solo e reduzir as enxurradas.
- e) Ordenar uma seqüência de cultivos que deixe restos vegetais que contribuem para a manutenção ou melhoria do solo para o cultivo. Essa prática, além de reduzir a erosão e aumentar o teor de matéria orgânica, pode, inclusive, dificultar os ciclos das plantas daninhas.
- f) promover o reflorestamento de áreas mais suscetíveis à erosão, principalmente aquelas acidentadas e às margens de rios e reservatórios. Essa prática pode ser feita com o plantio em faixas intercalares de árvores de culturas anuais. A vegetação implantada vai diminuir o deflúvio das águas, melhorar a filtragem de sedimentos e proteger as áreas circunvizinhas. Outro importante benefício é que pode tornar-se refúgios para a fauna e, ainda, reserva de madeira que pode ser usada⁴ em diversas atividades da fazenda ou como fonte de energia (lenha). Outra forma de

² Um dos motivos é que esse tipo de planta fixa o nitrogênio diretamente do ar com a ajuda de bactérias.

³ Que podem ser os resíduos das colheitas ou restos de culturas intermediárias.

⁴ A utilização da madeira só poderá ser efetuada se houver um manejo sustentado, onde há controle periódico do estoque e das retiradas.

reflorestamento é o plantio de conversão, que consiste no plantio de espécies nativas nobres em áreas de capoeira adulta ou mata secundária e eliminação gradual da vegetação matricial.

- g) fazer a manutenção das matas ciliares, o que contribui para diminuir a velocidade de escoamento e retém a água e partículas arrastadas, protegendo os cursos de água da erosão. Também evita a exposição direta do solo aos raios solares, diminuindo a sua desestruturação e desagregação, visto que reduz o impacto direto das gotas de chuva. As matas ciliares contribuem também para o fornecimento de matéria orgânica, além de funcionarem como um filtro, visto que interceptam o excedente de fertilizantes arrastados pelo escoamento superficial, constituindo-se numa faixa de proteção dos resíduos dos agrotóxicos. Elas protegem e estabilizam os taludes dos cursos d'água em situação de cheias e possibilitam um espaço de abrigo e suporte da fauna terrestre e aquática⁵. Essa vegetação, além de tornar a paisagem mais agradável, ajuda a manter a biodiversidade e a regular a temperatura da água.
- h) realizar práticas como o cultivo mínimo, a escarificação e o rompimento de compactação subsuperficial.
- i) fazer o plantio em nível: reduz a velocidade de escoamento das águas de enxurradas, contribuindo para combater a erosão.
- j) fazer o plantio em faixas de rotação: o plantio de faixas de cultura com alguns níveis de vegetação densa ou nativa intercalada⁶.
- k) fazer o plantio direto: essa modalidade de plantio, se comparada ao plantio convencional, apresenta os seguintes pontos positivos: i) promove um menor desgaste do solo; ii) é mais favorável à atividade microbiana, pois os resíduos na superfície são gradativamente incorporados ao solo, induzindo uma atividade de microfauna, favorecendo a manutenção e até o acúmulo de carbono; iii) o plantio é feito sobre a palha de culturas anteriores ou de plantas daninhas. Portanto, não há o preparo prévio na área de cultivo, deixando de executar as operações de aração e gradagem. Quando há uma menor atividade de máquinas, principalmente máquinas pesadas utilizadas nessas operações, diminui significativamente a compactação das camadas mais profundas do solo; iv) forma uma cobertura do solo, v) aumenta a permeabilidade e absorve mais água; vi) segundo Carvalho (2006), nesse sistema há maior teor de fósforo e de bases trocáveis⁷ nas camadas superficiais em relação ao plantio convencional; vii) de acordo com Amado e Dalvan (2007), o incremento

⁵ Muitas espécies de peixes se alimentam de frutos.

⁶ É uma prática eficiente contra enxurradas e erosão.

⁷ Indica a disponibilidade de cátions utilizáveis pelas plantas (Ca + Mg + Na + K)

de matéria orgânica na superfície, associada com a redução da temperatura do solo e conservação da água, favorecem a atividade biológica, além de reduzir a taxa de oxidação do carbono orgânico; viii) controla melhor a erosão, com perdas mínimas de água e solo; ix) atenua a temperatura térmica do solo, favorecendo a ação dos microorganismos e da mesofauna do solo; x) melhora a absorção de nutrientes pelas plantas; xi) a cobertura morta promove uma melhor manutenção do solo, tem ação como reserva de nutrientes e no controle de plantas daninhas (LANDERS, 1995), xii) é menos agressivo que o plantio convencional por proteger a biomassa do solo e favorecer a atividade enzimática. Como desvantagens do plantio direto citam-se: a exigência de máquinas apropriadas para executar algumas operações, demandando um alto investimento inicial. Outro ponto desfavorável é que, às vezes, as primeiras safras apresentam rendimento menor que o plantio convencional e é preciso um aumento no uso de herbicidas para o controle de plantas invasoras. Nas regiões com altas temperaturas e umidade, como nos cerrados, a decomposição dos resíduos é rápida, dificultando a formação e manutenção do volume de palhada (REIS et al., 2004).

- l) Controlar o deflúvio da água: são várias as práticas que podem evitar ou reduzir esse efeito indesejado como: construção de terraços, construção de curvas de níveis, enleiramento e plantio em nível⁸ :
- m) estabelecer rotação de culturas: Essa prática possibilita que os nutrientes do solo se reciclem e recomponham, principalmente quando se utilizam culturas com sistema radicular profundo. Outro ponto positivo é que propicia uma maior cobertura e uma melhoria das condições físicas do solo. Nesse caso, ao contrário da adubação verde, as plantas devem ter propósitos comerciais. A escolha do tipo de planta a ser utilizada como cobertura vegetal é uma decisão tomada em função da eficácia da espécie no controle da erosão e da sua adaptação às condições edafoclimáticas e econômicas da localidade. Outro efeito benéfico dessa prática é que ela permite diversificar a produção de alimentos ou de outros produtos. São ainda apontados como aspectos favoráveis decorrentes dessa prática: i) melhoria da umidade, estrutura e microrganismos do solo; ii) favorecimento da fertilidade, visto que cada tipo de cultura agrícola tem suas necessidades específicas de nutrientes, assim muitas vezes um elemento que falta para uma sobra para a outra. Dessa forma, um manejo adequado das culturas resulta em menor necessidade de adubos e defensivos, como também melhora as características físicas, químicas e biológicas do solo; iii) auxilia no controle de plantas daninhas, doenças e

⁸ O resto de vegetação após a derrubada do mato de uma gleba, deve ser enleirado em nível. Essa prática possibilita o futuro plantio em nível, aumentando a eficiência do controle da erosão, principalmente da erosão laminar.

pragas; iv) repõe matéria orgânica e protege o solo da ação dos agentes climáticos, v) pode contribuir para a eliminação de compostos fitotóxicos derivados dos resíduos culturais do monocultivo; vi) pode favorecer organismos e insetos que ajudam no controle de organismos vetores de pragas e doenças; vii) pode reduzir a população de inóculos de doenças e de pragas, que se acumulam em monocultivos. Como regra geral, não é aconselhável repetir o gênero da planta em safras consecutivas e optar por plantas de crescimento rápido e que ofereçam grande quantidade de biomassa do solo. Esses argumentos reforçam que os monocultivos intensivos são graves.

Algumas práticas positivas para os microorganismos do solo são: adição de matéria orgânica, adubação verde, menor movimentação e cobertura do solo, rotação de cultura, agricultura orgânica, adubação. Práticas com efeitos negativos: uso de agrotóxicos, freqüentes movimentações do solo, uso do fogo, exposição direta do solo ao sol e chuvas, monocultivo, compactação, poluição e contaminação.

- No plantio

Um aspecto importante na realização do plantio é a regulação da plantadeira visando a um espaçamento entre fileiras e uma quantidade de sementes que contemple a densidade e a distribuição desejada de plantas por área. A conjugação dessas variáveis com outros aspectos oferece condições de se obter o rendimento máximo da lavoura. Esses fatores influenciam no rendimento de grãos, aumentando a eficiência na utilização de luz solar, água e nutrientes; melhorando o controle de plantas daninhas pelo fechamento dos espaços disponíveis e redução da erosão. A densidade e espaçamento são definidos em função de vários fatores como: cultivar, fertilidade, época de plantio, finalidade da lavoura, condições climáticas, ameaças de pragas, doenças e tipo de plantas daninhas presentes na área.

São boas características das sementes: pureza varietal, física e genética, qualidade fisiológica e sanidade. A pureza varietal refere-se à qualidade genética intrínseca da cultivar e à ausência de contaminação ou segregação indesejável. A pureza física refere-se ao percentual de sementes puras no lote, que deve conter sementes de tamanho e peso uniforme, estar livre de sementes de outras variedades e de outras espécies, principalmente plantas invasoras e daninhas. As sementes devem ainda estar livres de substâncias proibidas que possam provocar contaminação e de material inerte, como pedaços de paus, pedras, torrões, restos de cultura. A qualidade fisiológica refere-se

ao poder germinativo e ao vigor da semente. O atributo genético refere-se à constituição genética da semente, que irá expressar na nova planta as características de potencial produtivo, tipo de crescimento e tipo de grão. A sanidade refere-se à situação da semente quanto à presença ou não de patógenos, como fungos, bactérias e vírus. Mesmo a semente sendo de origem idônea, por precaução, recomenda-se fazer seu tratamento antes do plantio, seja por meio químico ou de outra natureza (EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO, 2006).

Outro cuidado a ser observado no plantio são as recomendações do zoneamento agroclimático. Essa tecnologia utiliza um modelo de balanço hídrico e um cálculo do risco climático feito a partir de dados de precipitação pluvial, evapotranspiração potencial, coeficiente de cultura, capacidade de armazenamento de água do solo e fases fenológicas da cultura. Essa tecnologia indica as épocas de plantio que minimizam as possibilidades de perdas por adversidades climáticas de uma determinada região. No caso do arroz, a influência do veranico na produtividade pode ser catastrófica quando este coincide com a fase em que a planta é mais sensível à deficiência hídrica.

Com o zoneamento agroclimático é possível definir áreas de menor risco, ou seja, as áreas mais indicadas para plantio e com maior segurança para a obtenção de produtividade e rentabilidade econômica. Além disso, possibilita instituir políticas de incentivos à produção, em regiões de menor risco climático e estabelecer diretrizes e prioridades de pesquisa na geração de tecnologias para essas áreas (FERREIRA et. al., 2005b).

- Nos tratos culturais - correção do solo, fertilização, controle de plantas daninhas, pragas, doenças e manejo dos agrotóxicos

Se, por um lado, a agricultura deu um salto quantitativo quando passou a adubar as culturas com os elementos químicos necessários, por outro lado, surgiram efeitos colaterais negativos provocados pela aplicação contínua ou excessiva de adubação. A análise do solo associada ao tipo de cultura e cultura precedente permitem a determinação da quantidade mais racional de fertilizante, evitando o desperdício e suas conseqüências ambientais e econômicas.

A ênfase e a preocupação dominantes são com os efeitos danosos que alguns pesticidas apresentam. A necessidade de controle de pragas tem crescido pela ampliação das fronteiras agrícolas, pelo

aumento da demanda de alimentos, pela resistência de insetos a pesticidas e pelo fato de insetos que não causavam danos terem se tornado pragas primárias. Apesar dos problemas, os agrotóxicos continuam tendo um importante papel no desenvolvimento da produção agrícola (CAPALBO, 1998). Enquanto não forem encontradas formas definitivas de substituições desses produtos, a parcimônia e o uso correto são alternativas razoáveis.

Para tornar menos problemática a utilização de agrotóxico é fundamental: a) observar as condições de armazenamento dos produtos; b) ter cuidado no momento do preparo das caldas, c) utilizar equipamentos de proteção e escolher pessoal com habilidade e qualificação para executar a aplicação; d) preparar volumes de caldas em função da dimensão da área, reduzindo os excedentes; e) aplicar somente produtos recomendados para a cultura e optar por aqueles que tenham menor toxicidade e maior seletividade; f) seguir as recomendações dos fabricantes e do assistente técnico quanto à dosagem, cuidados preventivos e compatibilidade com outros produtos; g) escolher o tipo de aplicação mais adequada, preferindo as localizadas, seja manual ou tratorizadas, e, em casos extremos, as aplicações aéreas; h) para melhorar a eficiência e reduzir perdas na aplicação, verificar as condições climáticas, velocidade do vento, temperatura do ar e condições atmosféricas; i) realizar com esmero a calibração e a verificação de funcionamento das máquinas; j) respeitar o período de carência⁹; l) realizar a pré-lavagem das embalagens; m) promover a destinação adequada das embalagens.

Mostrar aos produtores o papel dos agentes biológicos na sustentabilidade de um sistema de produção de grãos. Incentivar que as práticas agronômicas executadas busquem o aumento e a preservação desses organismos, seja pela conservação do habitat, pela incorporação de espécies vegetais que proporcionem recursos vitais, como abrigo, microclima, pólen, néctar e hospedeiros alternativos.

- Na colheita

O primeiro cuidado é observar se os grãos estão na fase de maturação fisiológica e com umidade dentro de limites considerados ideais. Na colheita manual, após o corte, retirar as plantas do campo

⁹ Período recomendado entre a última aplicação e data de comercialização do produto

o mais rápido possível, pois, quanto mais tempo permanecerem, maiores são os riscos de perdas nas operações de recolhimento e trilhamento. Para que a colheita mecânica seja eficiente, o equipamento utilizado e seus componentes, principalmente de corte, trilhagem e abanação devem estar em bom estado de conservação. O passo seguinte é realizar uma regulagem para se obter o maior rendimento e menor custo. Recomenda-se que sejam seguidas as instruções contidas no manual do operador. Por fim, para definir o ritmo e momento da colheita mecânica, considerar fatores climáticos, disponibilidade e capacidade das colheitadeiras.

- Na secagem, armazenamento, beneficiamento e industrialização

Na sustentabilidade do sistema de produção de grãos, um fator relevante a ser considerado é a secagem. Dentre todos os processos que se aplicam pós-colheita, a secagem é o de maior consumo energético. Na escolha do método de secagem, é preciso levar em consideração a capacidade de atingir os resultados esperados e a quantidade e a fonte de energia utilizada.

Alguns elementos relevantes para a determinação do potencial de conservação e comportamento dos grãos durante o armazenamento são: a) o histórico dos grãos, isto é, as condições ambientais a que a cultura esteve sujeita no campo; b) características varietais; c) manejo e tratamentos culturais empregados na condução da lavoura; d) ocorrência de doenças e pragas; e) o método de colheita utilizado; f) o tipo e as condições do transporte; g) as operações de limpeza; h) a secagem.

Além das características intrínsecas do produto, as variáveis biológicas, representadas pelas bactérias e pelos fungos, actinomicetos, fermentos, insetos, ácaros, pássaros e roedores também contribuem para a deteriorização e depreciação da qualidade dos grãos armazenados.

A agroindustrialização convencional, que prioriza a grande escala, pode gerar graves problemas sociais e ambientais, considerando que há uma tendência para reduzir as oportunidades de trabalho, conseqüentemente, contribuindo para a concentração de renda e o aumento da pobreza, da migração das pessoas que ficam sem alternativas para sobreviver no local. O aproveitamento de subprodutos e resíduos já se incorporou à rotina das indústrias, no entanto falta muito para que as atividades relacionadas com essa parte do negócio recebam a atenção merecida.

- No recurso natural água

Fatores decorrentes de atividades agrícolas podem modificar o funcionamento do ciclo hidrológico. Por exemplo, alterar a quantidade e a qualidade da água subterrânea, assim como a quantidade de evapotranspiração. Os reflexos e alterações podem manifestar-se distantes da origem do processo (Fig. 11). Por outro lado, se forem realizadas práticas que favoreçam o ciclo, a agricultura pode tornar-se benéfica. Portanto, dependendo das práticas e manejos utilizados, a agricultura poderá contribuir positivamente ou negativamente para a regularidade do ciclo hidrológico.

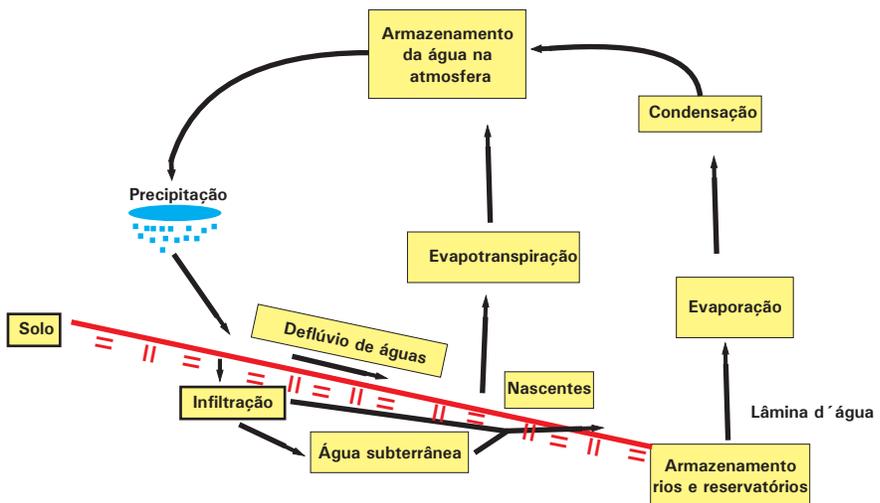


Fig. 11. Representação do ciclo hidrológico e suas etapas, precipitações atmosféricas, escoamento subterrâneo, escoamentos superficiais e evaporação e evapotranspiração.

- No recurso natural ar

Quando se pensa em um sistema de produção de grãos e na preservação do recurso natural ar, é sensato evitar as queimadas e a emissão de materiais particulados em forma de poeira. Outros pontos importantes para reduzir as emissões são considerar o consumo de energia e a utilização de biocombustíveis no transporte, nas máquinas na propriedade ou nas atividades das agroindústrias. Outro aspecto importante é potencializar e conservar a biomassa, que tem um importante papel na mitigação de gases de efeito estufa.

– Na territorialidade

A territorialidade implica o gerenciamento do espaço físico, das relações entre os segmentos da sociedade e das atividades econômicas, levando-se em consideração aspectos sociais, ambientais, políticos, demográficos e culturais. Trabalhar com esse conceito ajuda a criar, ou não perder, os vínculos existentes entre países ou regiões. Permite também ter maior compreensão das atuais e potenciais ligações entre as atividades econômicas. Na territorialidade fica implícita a necessidade de entender, buscar coerência e compatibilizar as políticas públicas (comercial, cambial, ambiental, tecnológica, agrícola e outras), as estratégias privadas, os objetivos ambientais, econômicos e sociais, tanto no âmbito doméstico como internacional.

Alguns pontos fundamentais para colocar em prática o conceito de territorialidade de uma atividade agrícola são: determinar os objetivos do sistema, desenhar e implementar um conjunto de medidas científicas, jurídicas, administrativas e políticas que consigam resultados que tragam uma compatibilidade ecológica e sociocultural, acompanhada de rentabilidade econômica, que permitam a sobrevivência e o progresso dos atores do sistema e, sobretudo, um equilíbrio de pontos conflitantes.

5 - ABORDAGEM DA SUSTENTABILIDADE DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE GRÃOS

5.1. Construção de uma ferramenta analítica para avaliação da sustentabilidade agrícola

Os atores das cadeias produtivas agrícolas são constantemente confrontados com novas idéias e parâmetros, dificultando o conhecimento e a percepção dos processos e interfaces do sistema com o mundo. Para abordar a sustentabilidade, é fundamental que exista um instrumento analítico. Dessa forma, o objetivo desse capítulo é propor linhas gerais para a construção de um ferramenta com o objetivo de relacionar os princípios da sustentabilidade de um sistema de produção de grãos.

Existem muitos métodos para tratar a sustentabilidade de sistemas de produção agrícola. Essas ferramentas podem ser divididas em dois grupos. O primeiro grupo abrange os métodos mais generalistas, com objetivos globais. No segundo grupo estão os mais centrados numa determinada atividade ou condição. Os métodos também se enquadram em duas situações distintas: a) proposições de análises que exaltam com vigor aspectos isolados que compõem o amplo conceito de desenvolvimento sustentável, ou seja, não associam as interações, as causas e conseqüências que ocorrem ao longo da cadeia produtiva, resultando em percepções fragmentadas; b) proposições que apresentam resultados obtidos por procedimentos não compreensíveis pela maioria dos atores. Nos dois casos os atores ficam sem referências de pontos críticos, prioridades e relações entre os problemas.

Citam-se como exemplos de métodos para avaliar a sustentabilidade os considerados por Marzall e Almeida (2000)¹: **K2**: Agricultural Policy Analysis and Planning - The Use of Indicators to Assess Sustainability (FAO); **FELSLM**: Framework for Evaluation of Sustainable Land Management; **WRI**: World Resources Institute; **DPCSD**: Department for Policy Coordination and Sustainable Development (United Nations); **UNDP**: United Nations Development Program (PNUD); **IICA**: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura; **EMAP**: Environmental Monitoring and Assessment Programa (USDA); **IPM**: Impacts of Pest Management (US Governement); **IAPAR**: Instituto Agronômico do Paraná; **CNPMA**: Centro Nacional de Pesquisa de Monitoramento e Avaliação de Impacto Ambiental.

¹ Esses autores estudaram 72 programas e destacaram como os mais significativos.

Outros exemplos: Sistema de avaliação de Impacto Ambiental da Inovação Tecnológica Agropecuária – **Ambitec-Agro**². O sistema de Avaliação Ponderada de Impacto Ambiental de atividades do Novo Rural (**APOIA-NovoRural**)³, Avaliação de Risco de Plantas Geneticamente Modificadas: uma Proposta Metodológica - **GMP-RAM**⁴.

Muitos métodos têm sido adaptados e aplicados em diversas situações, oferecendo contribuições interessantes. Citam-se como exemplos os trabalhos realizados com base no APOIA-Novo Rural, cujos resultados podem ser vistos em Rodrigues et al. (2006, 2007) e Rodrigues & Moreira-Viñas (2007).

A despeito das abordagens e métodos existentes e das dificuldades e polêmicas, emerge uma imperiosa necessidade de se encontrarem alternativas visando ao estabelecimento de metas e estratégias para tratar da sustentabilidade agrícola, visto que, com o tempo, crescerão as exigências e um enquadramento mais rigoroso em relação à sustentabilidade deste setor. Dois fatores que irão pressionar essa situação: os estudos e serviços ligados ao setor industrial, que já estão mais avançados; e o reconhecimento e a valorização das possibilidades de uso e finalidades da biomassa.

² Trata-se de um sistema de avaliação ambiental e social da inovação tecnológica agropecuária desenvolvido pela Embrapa. O sistema é composto por um conjunto de planilhas eletrônicas construídas para permitir a consideração de diversos aspectos de contribuição de uma dada tecnologia. O módulo ambiental é composto pelos aspectos alcance e eficiência da tecnologia, conservação e recuperação ambiental e o módulo social pelos aspectos emprego, renda, saúde, e gestão e administração. Cada um destes aspectos é composto por um conjunto de indicadores organizados em matrizes de ponderação automatizadas, nas quais os componentes dos indicadores são valorados com coeficientes de alteração, conforme conhecimento pessoal do produtor adotante da tecnologia.

³ Segundo Rodrigues e Campanhola (2003), o sistema consiste em um conjunto de planilhas eletrônicas (plataforma MS-ExcelÔ) que integram sessenta e dois indicadores do desempenho de uma atividade agropecuária no âmbito de um estabelecimento rural, aplicável para a gestão ambiental. Cinco dimensões de avaliação são consideradas: i) ecologia da paisagem; ii) qualidade dos compartimentos ambientais (atmosfera, água e solo); iii) valores socioculturais; iv) valores econômicos; v) gestão e administração. Os indicadores são construídos em matrizes de ponderação, nas quais dados quantitativos obtidos em campo e laboratório são automaticamente transformados em índices de impacto expressos graficamente.

⁴ De acordo com Jesus et al. (2006), o Software GMP-RAM v.1. tem por finalidade auxiliar a metodologia de Avaliação de Risco de Plantas Geneticamente Modificadas (GMP). Esse programa apresenta duas ferramentas: 1) planilhas para a elucidação da “Evidência de Risco” e 2) matriz de avaliação. A primeira ferramenta é utilizada para identificar e caracterizar o risco potencial relacionado ao uso de determinado GMP.

5.2. Etapas necessárias para a construção de uma ferramenta para avaliação da sustentabilidade de um sistema de produção de grãos

Um instrumento ideal para a abordagem da sustentabilidade contemplaria todas as atividades agrícolas e suas integrações com outros sistemas atuantes na região. Essa meta conduz a um sistema complexo que inviabiliza muitas tentativas. Não sendo factível de ser realizado a contento, deve-se partir para abordagens mais simples.

O ponto de partida é reconhecer que todo processo produtivo causa danos ambientais, que o desenvolvimento sustentável não significa manter todo meio ambiente intocável e nem promover a redução de consumo nas sociedades mais ricas, mas sim, a necessidade de promover mudanças para que os sistemas produtivos se tornem mais adaptados e coerentes em relação a pontos que compõem a sustentabilidade. O ponto básico dessa ferramenta é, portanto, a contemplação das dimensões básicas de sustentabilidade e a permissão do atendimento das aspirações e limitações dos atores interessados no desenvolvimento de um sistema de produção de grãos.

Outras premissas cruciais são: i) construir uma ferramenta analítica utilizando os princípios norteadores expressos na noção de sustentabilidade, discutida anteriormente como sustentabilidade ampliada ou sistêmica; ii) inter-relacionar várias condições necessárias para se alcançar a sustentabilidade, uma vez que quando consideradas isoladamente, não são suficientes; iii) introduzir noções e mecanismos que permitam que os atores percebam mais precocemente as ameaças, oferecendo-lhes indicativos de quais são as mudanças necessárias e como promovê-las, pois, normalmente, os perigos da insustentabilidade são vistos como ameaças num futuro tão distante que ofusca o reconhecimento do iminente perigo à existência do sistema; iv) internalizar os princípios da sustentabilidade varia em cada caso, pois depende das condições ecológicas, de mercado, do tipo do empreendedor e, no caso da agricultura, do produtor envolvido.

Preconizar, ainda, que em qualquer situação é apropriado que haja um pluralismo tecnológico, que numa mesma região os empreendedores manejem diversas formas de sistemas de produção e busquem tirar proveito de todas as fontes, tecnologias e potencial dos recursos, com atenção especial para que se obtenha o maior sinergismo possível entre elas.

Assim, a meta é estabelecer um conjunto de questões organizadas num método analítico simplificado, que destaca elementos que afetam a sustentabilidade de sistemas de produção de grãos. O objetivo é diminuir os obstáculos dos desafios epistemológicos, facilitar e estimular a cooperação

e uma ampla troca de pontos de vistas, experiência, informações, compreensão, internalização, reação e comprometimento dos atores frente a uma proposta de desenvolvimento sustentável. A fundamentação que esse objetivo pode ser alcançado se apóia em quatro aspectos:

- a) Depois da Reunião do Rio de Janeiro, ficou claro que a mudança dos paradigmas econômico, social e ambiental não ocorrerá em foros globais, mas na transformação dos povos nas comunidades e nas microrregiões. Essa dedução implica valorizar a soberania, a governabilidade local, a riqueza natural, cultural e social das comunidades. Atualmente há certo consenso em utilizar abordagens que estimulem as comunidades a considerarem as interferências ambientais em todas as atividades nela desenvolvidas. Essas abordagens têm como vantagens estimular o auto-interesse dos atores na conservação ambiental e aproveitar o conhecimento local para resolver problemas com maior eficiência. Países da OECD⁵ têm direcionado grande atenção para o uso da pesquisa cooperativa com o setor privado, visando a melhorar os conhecimentos relativos a tópicos ambientais na agricultura (OECD, 2006).
- b) A maior visibilidade de parâmetros que afetam a sustentabilidade aumentará a capacidade de identificação das ameaças e potencialidades, conseqüentemente, promoverá uma confrontação e reflexão das práticas executadas e a auto-localização dos atores, facilitando a discussão e o desencadeamento de um processo dialógico na cadeia produtiva, aumentando as chances de aproximação entre o sistema e os propósitos de competitividade. A importância desse entendimento é fundamental, pois, se os atores dos sistemas produtivos não reconhecerem as ameaças e suas origens, certamente não buscarão meios para solucioná-las.
- c) Muitas vezes as ameaças de um sistema até são reconhecidas, mas, por não serem compreendidas, são subestimadas pelos atores, que acreditam que os problemas desaparecerão com o tempo, seja pelo seu sumiço natural ou pelo surgimento de soluções tecnológicas.
- d) Na teoria da ação coletiva, que explicita a existência de pontos comuns entre os indivíduos de uma comunidade, supõe-se que, por meio de uma ação coordenada esses pontos podem aproximar indivíduos e facilitar a ocorrência de negociações que relevem a dinâmica do coletivo.

⁵ A OECD (em inglês; Organization for Economic Cooperation and Development) é uma organização constituída de 30 membros: Austrália, Áustria, Bélgica, Canadá, República Tcheca, Dinamarca, Finlândia, França, Alemanha, Grécia, Hungria, Islândia, Irlanda, Itália, Japão, Coréia, Luxemburgo, México, Holanda, Nova Zelândia, Noruega, Polónia, Portugal, República Eslovaca, Espanha, Suécia, Suíça, Turquia, Reino Unido e EUA.

Consideram-se como premissas essenciais na construção da ferramenta analítica para avaliação da sustentabilidade de sistemas de grãos:

- a) Mostrar que as atividades humanas necessitam de recursos naturais e que os processos para exploração desses recursos promovem a degradação ambiental. Diante disso, o debate foi conduzido com o propósito de mostrar como um sistema de produção de grãos atinge suas funções evitando, compensando ou minimizando os impactos negativos. No estudo, assume-se que as preocupações não se restringem ao cumprimento das normas legais⁶, mas, sobretudo, na busca de alternativas que promovam manejos mais adequados, nas responsabilidades e compromissos das empresas quanto à restauração de danos ambientais decorrentes de suas atividades.
- b) Explicitar de forma clara a noção e os aspectos considerados essenciais na sustentabilidade agrícola.
- c) Conhecer a realidade, contextualizando o sistema quanto às macros limitações, características ambientais, socioculturais, territoriais e econômicas da região.
- d) Promover a discussão sobre o desenvolvimento sustentável de um sistema de produção de grão, considerando as unidades de produção, respeitando as condições ecológicas, de mercado, dos tipos de produtores envolvidos e o pluralismo tecnológico utilizado. Procedendo dessa maneira, é possível estabelecer uma inter-relação entre o micro e o macro, entre o local e o global.
- e) Fortalecer e legitimar mecanismos participativos que promovam a democratização da informação, da educação e das tomadas de decisões.
- f) Mostrar para os atores envolvidos que todo o sistema sofre mudanças de forma constante ou intermitente. Faz parte do escopo expor que as alterações no sistema ocorrem devido a influências de outros sistemas ou de processos naturais ou antrópicos, e que a ocorrência de interações entre os elementos do sistema provoca relações concorrentes, antagônicas ou complementares. Essas relações geram constantes modificações que podem causar estabilidade ou instabilidade, equilíbrio ou desequilíbrio ao sistema.

⁶ Um exemplo, não basta obedecer a legislação da Reposição Florestal Obrigatória instituída pelo Código Florestal, Lei 4.771 15/03/65 e Lei Estadual 10.780, que assegura o replantio das árvores cortadas para o abastecimento de empresas que utilizam produto florestal lenhoso, o desejável é que além do compromisso legal, as empresas busquem eticamente outros pontos para melhorar a qualidade de vida dos empregados, de suas famílias, da comunidade e da sociedade como um todo.

Uma sugestão para iniciar uma abordagem sobre sustentabilidade com um conjunto de atores não iniciados em desenvolvimento sustentável, é, num primeiro momento, estimular o reconhecimento das causas e conseqüências derivadas do sistema, considerando a tríade do desenvolvimento sustentável, ou seja, harmonia e progresso econômico, equidade social e prudência ecológica. No segundo momento, promover um diálogo entre os atores da cadeia produtiva, estabelecendo compromissos e a promoção de uma reestruturação do *design* para melhorar a sustentabilidade do sistema.

Outra proposta é partir de uma base de informação consolidada em práticas modais realizadas nos modelos de produção, no beneficiamento, na comercialização e outras atividades executadas ao longo da cadeia produtiva.

O interesse é que o instrumento seja uma contribuição, uma opção dentre os vários métodos existentes, uma ferramenta cujo mérito não esteja nos valores intrínsecos e apoiados numa escala subjetiva, mas no poder de ilustração, na capacidade de colocar de forma ordenada um conjunto de questões que interferem no desenvolvimento sustentável de um sistema de produção de grãos, possibilitando, apesar da complexidade do tema, a organização do pensamento dos atores. A expectativa é que um instrumento com essas características facilite a discussão de como gerir e, sobretudo, prover os atores de subsídios para os processos decisórios e de escolha de alternativas visando ao desenvolvimento sustentável de um sistema de produção de grãos. Sugere-se que os seguintes passos sejam seguidos na elaboração da ferramenta (Tabela 8).

Tabela 8. Etapas para a construção de um instrumento para abordar a sustentabilidade de sistemas de produção de grãos.

Etapas	Desafios/objetivos	Ações desenvolvidas
1	Planejamento preliminar	Elaboração de um projeto e de pressupostos básicos norteadores do estudo
2	Determinação de ferramentas e teorias capazes de atenderem aos objetivos propostos	Revisão bibliográfica, com enfoque na agricultura, para conhecer o estado da arte da teoria sobre desenvolvimento sustentável, visando a constituir uma base teórica e uma noção aplicada de sustentabilidade para subsidiar a estruturação do método Contato com a realidade para conhecer as opiniões e o nível de inquietação dos atores sobre sustentabilidade, visando a compatibilizar a abordagem proposta com a situação real do sistema
3	Escolha do local do estudo de campo	Caracterização de regiões com perfil desejado, contatos para verificar o interesse dos atores

Etapa 1: Planejamento preliminar do estudo

Consideraram-se como questões-chave no planejamento para alcançar os propostos: a) caracterizar o que se entende por sistema de produção de grãos e definição de seus objetivos e funções gerais; b) determinar a abrangência do estudo na cadeia produtiva. A Fig. 12 mostra um exemplo de um sistema de produção de arroz de terras altas circunscrito às unidades de produção, aos sistemas de produção até à indústria. É importante respeitar os limites estabelecidos, pois, se forem ultrapassados isso poderá acarretar mudanças na organização, podendo interferir na interpretação dos resultados.



Fig. 12. Elementos do modelo de produção, estrutura do sistema intermediário e limites de um sistema de produção de arroz de terras altas.

Etapa 2: Determinação de processos e referenciais teóricos a serem utilizadas na elaboração de instrumentos que sejam capazes de atender aos objetivos propostos

Sugere-se dar grande importância à formulação de um conjunto de elementos que formalizam uma idéia simplificada, porém coerente com teoria do desenvolvimento sustentável, e com nexos com a realidade local.

Para a consecução dos objetivos é fundamental construir um eixo de pontos a serem considerados na sustentabilidade de um sistema de produção de grãos. Para estabelecer esses elementos, deve ser feita uma seleção das questões levantadas na revisão bibliográfica. Para selecionar os critérios propostos nesse trabalho, foram considerados aqueles elementos recorrentes e com aceitação nos textos utilizados na revisão bibliográfica. Outros pontos levados em conta para a escolha dos elementos bases para compor um referencial teórico sobre sustentabilidade foram:

- a) definição de características consideradas imprescindíveis para estabelecer uma linha de princípios gerais para subsidiar o tema sustentabilidade agrícola;
- b) relacionamento das dinâmicas, dualidades e relatividades oriundas de outros sistemas ou de partes que compõem o sistema;
- c) identificação das ameaças e dos mecanismos de auto-organização que garantam a sustentabilidade.

Etapa 3: Escolha do local do estudo de campo

Após a seleção da região a ser estudada, realizar viagens de campo, estabelecer o maior número de contatos com os atores da cadeia produtiva, seja por meio de palestras, reuniões e outros tipos de eventos. Todos os acontecimentos devem ser enfocados no desenvolvimento sustentável. Aplicar questionários, realizar visitas às propriedades rurais, às unidades de secadores, armazéns, agroindústrias de beneficiamento e outros segmentos do setor intermediário. Em todos os momentos o objetivo é obter informações para subsidiar a construção do método.

Para complementar as informações, levantar dados gerais da região em fontes secundárias, considerando as lavouras por cultura, área, produção e produtividade. Esses dados têm como objetivo subsidiar a análise a dinâmica da agricultura na região.

Realizar visitas ao campo para constatar a importância da cadeia estudada, verificar se os produtores acompanham a evolução do mercado, se insistem em conduzir as lavouras utilizando práticas não condizentes com a realidade do mercado, conseqüentemente, se produzem grãos com qualidade suficiente para obter boa cotação. Simultaneamente, caracterizar, de forma genérica, as principais atividades da agricultura na região, identificando a evolução espacial dos cultivos de grãos e pastagens e suas vinculações como o cultura estudada.

5.3. Ferramenta operacional visando à gestão da sustentabilidade de um sistema de produção de grãos

Teve-se em vista elaborar um instrumento analítico visando à gestão da sustentabilidade de um sistema de produção de grãos, principalmente pelo lado dos atores dos processos produtivos nas lavouras e indústrias de beneficiamentos. Pretendeu-se foi que estrutura do método fosse estabelecida por um conjunto de parâmetros configurando um eixo condutor de elementos que influenciam na sustentabilidade agrícola, tendo como

critério para a definição dos parâmetros do eixo condutor o estado da arte de aspectos teóricos da sustentabilidade agrícola e aspectos relacionados com a legislação.

A modelagem é um recurso teórico que captura a complexidade do mundo real por meio de um conjunto de hipóteses simplificadas, visando a facilitar a aprendizagem e obter conclusões sobre o funcionamento de um sistema. As abstrações não podem estar desvinculadas do mundo real, e a eficácia de um modelo está relacionada com a sua especificidade, estrutura e qualidade das informações (GREENSPAN, 2008). Awh (1979) sugere três passos para construir um modelo: o primeiro é limitar a área de interesse, o que significa abstrair e selecionar do mundo real complexo as variáveis e as relações que sejam pertinentes ao problema que se está avaliando. O segundo passo é testar a sensibilidade do processo analítico utilizado e, posteriormente, aplicar deduções lógicas ao modelo e tirar conclusões teóricas ou lógicas. O terceiro, testar as conclusões, comparando-as com o sistema real.

De acordo com Meadows (1998), o modelo hipotético de um sistema é influenciado por fatores antropossociais⁷ dos membros construtores, quais sejam, personalidade, cultura, linguagem, treinamento e experiência. Para Lal (1999), a escala de um modelo deve ter coerência e sincronia com o objetivo do trabalho. Por fim, a modelagem não constitui um mimetismo na representação, mas uma ferramenta para auxiliar na interpretação.

As interferências colocadas por Meadows (1998) e a simplificação feita na construção de um modelo, ou seja, as incorreções vinculadas não só a tendenciosidade e omissões determinados pelo analista, em virtude de seus propósitos e pelas dificuldades de associar as interações existentes, constituem uma fonte de inevitável imperfeição de uma modelagem. Num processo de modelagem sempre haverá problemas de interpretação da realidade, pois o modelo é o resultado de pressupostos ou conjuntos de conjeturas assumidas para se compreender o funcionamento do sistema. Dessa forma, a modelagem constitui uma fonte de erros, independente da qualificação da equipe, pessoa, concepção e desenho que está se utilizando para obtenção do modelo.

Diante da complexidade de um sistema de produção de grãos, a abordagem da sustentabilidade só é factível a partir da modelagem. Dessa forma, apesar dos problemas apresentados, a modelagem foi utilizada no estudo. Na Fig. 13 observa-se o arquetipo das adaptações feitas.

⁷ Parte da antropologia que estuda as variações das características biológicas e culturais do homem no tempo e no seu meio social.

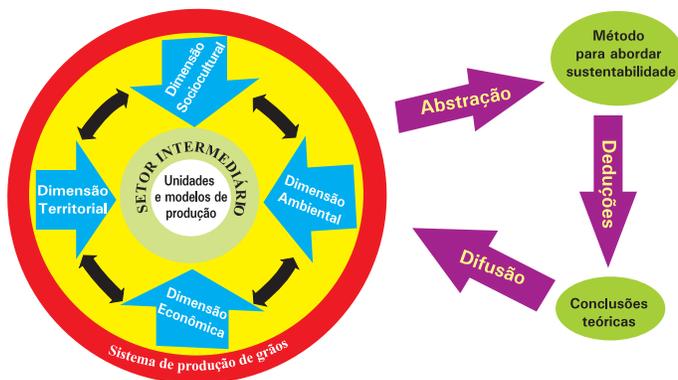


Fig. 13. Representação de uma modelagem de um sistema de produção de grãos.
 Fonte: Adaptada de Awh (1979).

Algumas características que devem ser consideradas na criação e aplicação do instrumento analítico são: i) utilizar como referência uma noção de sustentabilidade flexível à realidade; ii) estabelecer a estrutura do método à luz de uma base teórica acadêmica, das normas que regem a sociedade, e compatível com as metas e objetivos estabelecidos no estudo; iii) usar indicadores que relacionem a teoria com os conhecimentos de domínio dos atores, como práticas e manejos executados ao longo da cadeia produtiva; iv) utilizar uma abordagem participativa com os atores na criação e aplicação do método; v) capacidade de identificar a origem dos impactos e avaliar questões relacionadas com o bem-estar do trabalhador e de sua família; vi) os resultados não sejam tomados como medidas de significados determinísticos da sustentabilidade, mas como informações relativas que permitem fazer comparações e salientar as potencialidades e oportunidades oriundas nas unidades produtivas e no setor intermediário do sistema; vii) não fazer distinção entre a tipificação de grande e pequeno produtor, entende-se que o sistema é um todo e que na diversidade existem papéis que, se bem identificados e trabalhados de forma sinérgica, transformam-se em potencialidades. Por isso, foi colocada como condição de sustentabilidade a existência de pequenos empreendedores. No caso da agricultura familiar, foi atribuído que no mínimo 20% da produção de arroz deverá ser produzido nesse tipo de unidade produtiva; viii) não captar as diferenças nas práticas realizadas pelos atores; ix) esclarecer as causas que levam alguns produtores e empresários a adotarem certas práticas e outros não imputar aos atores a decisão dos rumos a serem tomados. Ou seja, não pretender que, após a avaliação, os atores tenham comportamento padronizado. Respeitar o livre arbítrio, as especificidades, velocidade e intensidade de reação dos indivíduos. Ressalta-se que a ferramenta deve orientar as decisões individuais, mas valorizar os aspectos socioculturais e, sobretudo, enfatizar o território, preconizar que as decisões tenham como referência o coletivo.

Como parte preliminar para a construção do instrumento de análise da sustentabilidade, proceder a uma revisão bibliográfica sobre fatores, mecanismos estressores e impactos negativos causados por um sistema de produção de grãos. Levantar as principais linhas de pesquisa dominantes no meio acadêmico, com destaque para a ecologia industrial. Pesquisar as teorias e métodos existentes para avaliação de sustentabilidade agrícola, identificar pontos polêmicos e conflitantes que dificultam a construção do instrumento de análise. Ou seja, conceber um arcabouço teórico.

Em seguida, executar o diagnóstico da cadeia produtiva no local do estudo. O objetivo dessa fase é levantar informações com o propósito de conhecer o perfil dos atores envolvidos no processo de produção e ter idéia sobre o conhecimento, percepção e aspirações dos atores desse setor perante o tema sustentabilidade.

Concentrar maiores esforços junto aos produtores, assistentes técnicos, representantes comerciais de insumo e unidades de beneficiamento. Abordar os informantes de forma aleatória. Para a coleta de informações, utilizar instrumentos como questionários e entrevistas. Essas informações têm como objetivo: a) relacionar o cultivo em voga com quatro pontos essenciais do desenvolvimento sustentável: biodiversidade, preservação da vegetação nativa, uso de práticas conservacionistas e contaminação dos recursos naturais; b) identificar qual era a visão dos atores quando se associava produção sustentável e mercado. Inserir nesse item a energia, agrotóxico, qualidade do produto e recursos naturais e; c) indagar qual fator que mais motivaria os produtores a reduzirem a quantidade de insumos. Nesse caso, considerar, por exemplo, a legislação fiscalização ostensiva, aspectos de sanidade, melhores preço do produto e recompensas em forma de subsídios.

5.4. Escopo estrutural do instrumento analítico para abordagem da sustentabilidade de sistemas de produção de grãos

Para consubstanciar as análises, cumpre estabelecer um referencial teórico formado por elementos com aderência às proposições mais difundidas por especialistas em estudos de sustentabilidade e com vínculos com os objetivos do estudo. Em outras palavras, o referencial deve ser definido com base no estado da arte da sustentabilidade agrícola e de aspectos relacionados com a legislação.

Esse referencial teórico deve estar ordenado e fundamentado em componentes, os elementos da estrutura. Esses elementos são cruciais para o entendimento do desenvolvimento sustentável de atividades agrícolas. Por outro lado, não deve formar categorias de análises estáticas, ao contrário, devem encadear-se e agregar-se, constituindo-se num fluxo lógico de informações,

que formam as categorias de análises. A sugestão de que eles sejam assim denominados; quesitos, atributos, variáveis essenciais, orientadores secundários e orientadores primários. Os quesitos seriam as informações relativas às atividades, práticas e resultados nas unidades de produção e empresas do setor intermediário. Portanto, os dados levantados pelos quesitos devem ser elaborados levando-se em conta as funções do sistema de atender às necessidades da sociedade, tanto no fornecimento de alimentos, quanto nas questões sociais, ambientais e econômicas, aliadas às características das dimensões e a noção de sustentabilidade estabelecida no estudo. Os outros elementos têm a função de formar uma seqüência de parâmetros de análise.

As vantagens desse eixo condutor, ou conjunto de elementos, são: a) normaliza e delimita áreas importantes; b) pela subdivisão, facilita a análise e orienta o trabalho do pesquisador, não permitindo a contaminação dos resultados com informações não contempladas no método; c) facilita a compreensão dos atores, d) permite identificar pontos críticos e estabelecer prioridades.

Em todas as dimensões propostas, ambiental, sociocultural, econômica e territorial, deve-se ter presente que a identificação dos indicadores e a construção das variáveis essenciais e dos orientadores secundários e primários devem estar fundamentados na literatura. Cada elemento dessas estruturas concentra poderes descritivo/análítico distintos. É importante que a real força analítica do instrumento esteja na interação de todas essas categorias. As Figs. 14 a 17 apresentam propostas de esquemas de estrutura para a construção de um instrumento para análise da sustentabilidade de sistemas de produção de grãos.

As Tabelas 9 a 12 apresentam os elementos bases da estrutura do método e suas características.

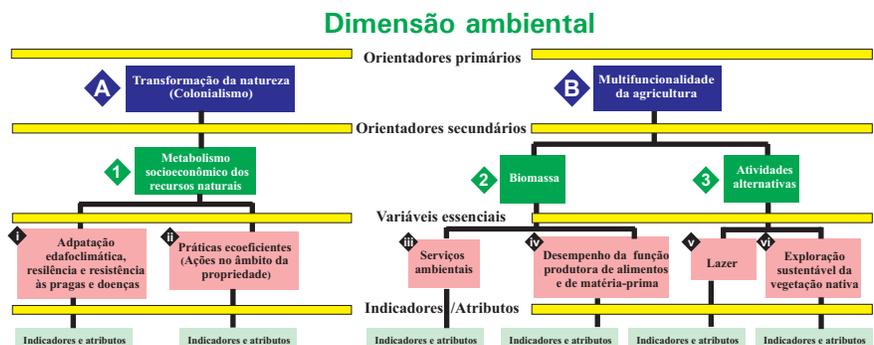


Fig. 14. Orientadores primários da dimensão ambiental (transformação da natureza e multifuncionalidade da agricultura) com seus orientadores secundários, variáveis essenciais, indicadores e atributos.

Dimensão sociocultural

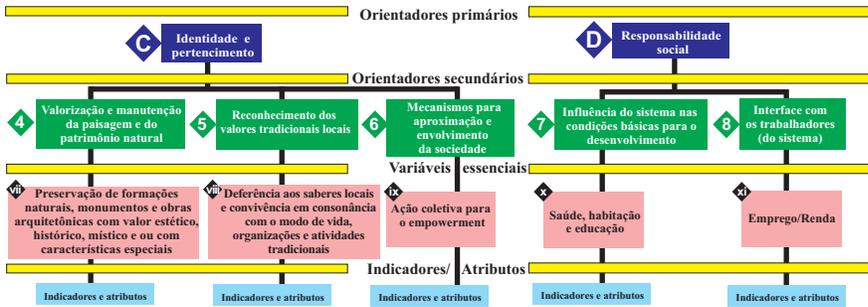


Fig. 15. Orientadores primários da dimensão sociocultural (identidade e pertencimento e responsabilidade social) com seus orientadores secundários, variáveis essenciais, indicadores e atributos.

Dimensão econômica

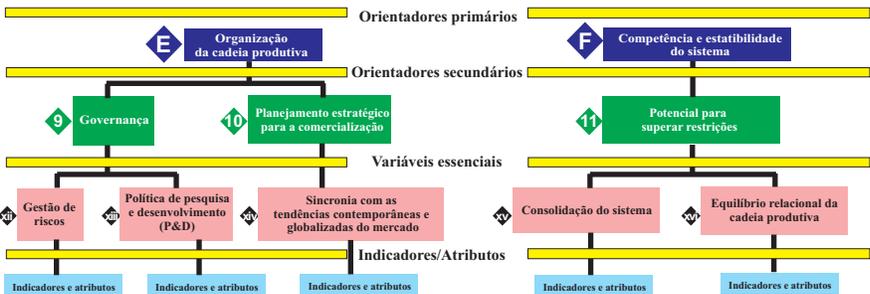


Fig. 16. Orientadores primários da dimensão econômica (organização da cadeia produtiva e competência e estabilidade do sistema) com seus orientadores secundários, variáveis essenciais, indicadores e atributos.

Dimensão territorial



Fig. 17. Orientadores primários da dimensão territorial (arranjos e relacionamentos e intercâmbio e reciprocidade entre empresas locais e o sistema) com seus orientadores secundários, variáveis essenciais, indicadores e atributos.

Tabela 9. Características dos elementos básicos da dimensão ambiental do Método de Percepção do Sustentabilidade de Sistemas de Produção de Atraz de Terras Altas – MPSAT.

Orientação (ampliar o primeiro, reduzir o segundo, essencial)		Características		
Transformação da natureza (coletivismo)	Metabolismo socioeconômico dos recursos naturais	Adequação	Tecnológica Climática (comentário) Erisóbio	
		Resistência	Compactação Fertilidade considerando a quantidade e a frequência de utilização de fertilizantes e corretivos Acúmulo de substâncias contaminadoras nos recursos naturais, solo, água, ar, fauna, flora e nos seres humanos Evolução dos níveis de pragas e doenças na lavoura, considerando a frequência, quantidade, número de produtos aplicados, participação dos agricultores no custo de produção e índice de sucesso na resolução dos problemas	
Multirrecorridabilidade da agricultura	Biomassa	Preparo da área para implantação da lavoura	Desmatamento. Autorização da área oficial e observação da legislação (ARL e de APP). Preferência para o uso de solos já utilizados	
		Práticas ecoeficientes	Curvas de nível	
			Terrapos	
		Práticas conservacionistas, preservacionistas e/ou a melhoria das propriedades químicas físicas e químicas	Plantio em nível	
			Plantio intercalado de árvores	
		Práticas ecoeficientes	Cobertura vegetal ou palhada na entressafra	
			Adubação verde	
		Práticas ecoeficientes	Reflorestamento, pelo ou menos em áreas estratégicas de propriedade rural	
			Rotação de cultura	
		Práticas ecoeficientes	Inserção lavoura pecuária	
Decisão do nível de aplicação				
Práticas ecoeficientes	Fertilização	Produtos utilizados, valorização do uso de compostos orgânicos ou material reciclado		
	Plantio	Manejo da matéria orgânica Tipo de plantio (convencional, mínimo, direto) Uso de semente apropriada		
Práticas ecoeficientes	Agricultores	Adequação das culturas disponíveis para a região (ciclo, qualidade e tipo de grão, resistência e tolerância às pragas e doenças)		
		Condições de armazenamento		
Práticas ecoeficientes	Agricultores	Utilização de produtos registrados no Ministério da Agricultura para a lavoura em questão		
		Critérios de escolha que levem em conta a toxicidade e a sustentabilidade do produto		
Práticas ecoeficientes	Agricultores	Observação das recomendações dos fabricantes e dos assistentes técnicos		
		Preparo da calda feito por pessoal habilitado e rigorosamente dimensionado para evitar sobras e desperdícios (quando ocorrer o descarte deve ocorrer de forma e lugar adequados).		
Práticas ecoeficientes	Agricultores	Aplicação monitorada por pessoal habilitado, considerando as condições climáticas e o modo de aplicação menos perigoso para o ambiente. Respeitar o período de carência.		
		Utilização de equipamentos de proteção individual		
Práticas ecoeficientes	Agricultores	Lavagem e destinação das embalagens de acordo com a legislação		
		Utilização do manejo integrado de pragas e de controle biológico		
Práticas ecoeficientes	Agricultores	Número, tipo e condições de uso dos chafarizadores compatível com a quantidade de produção e com a demanda por qualidade dos grãos		
		Regulagem bem executada e utilização de métodos de monitoramento, de modo que as perdas ocorram em níveis considerados aceitáveis		
Práticas ecoeficientes	Agricultores	Tipos (A sacagem natural é preferida em relação a artificial, em termos energéticos. O tipo de armazenamento não é importante, mas sim os cuidados com o produto)		
		Unidades disponíveis em número compatível com a quantidade a ser estocada		
Práticas ecoeficientes	Agricultores	Perdas durante a operação		
		Perdas durante a operação		
Práticas ecoeficientes	Biomassa	Serviços ambientais (fornecimento de recursos não-renováveis, assimilação de resíduos, controlador do estoque de carbono, regulador do clima e da composição atmosférica, conservação da diversidade genética e estabilização das ecossistemas)	Uso atual e perspectiva da biomassa como fonte de energia renovável Efeito estufa (Consciência dos atores de que a biomassa e o desmatamento influenciam no fluxo de carbono e no efeito estufa)	
		Produção de alimentos e matérias-primas	Biodiversidade (Existência de casos de extinção de espécies na região, práticas visando à manutenção dos habitats e corredores ecológicos)	
Práticas ecoeficientes	Biomassa	LaZER	Despergônio do setor agrícola na região em termos de evolução de quantidade produzida	
		Atividades alternativas	Utilização das potencialidades da região visando ao bem-estar da população e como fonte alternativa de renda	
Práticas ecoeficientes	Biomassa	Exploração sustentável da vegetação nativa	Utilização das potencialidades da região	
		Exploração sustentável da vegetação nativa	Entendimento dos atores da importância dessa atividade Projetos de manejo e exploração sustentável da vegetação nativa e de integração da silvicultura com outras atividades	

Tabela 10. Características dos elementos básicos da dimensão sociocultural do Método de Percepção da Sustentabilidade de Sistemas de Produção de Arroz de Terras Altas – MPSAT.

Orientador primário	Orientador secundário	Variável essencial	Características
Identidade e pertencimento	Valorização e manutenção da paisagem e do patrimônio natural	Preservação de formações naturais, monumentos e obras arquitetônicas com valor estético, histórico, místico e/ou com características especiais	Essencialidade que o sistema, principalmente as atividades nas lavouras, não constitua numa ameaça ao bioma, a configuração e a harmonia dos elementos que compõem a paisagem. É importante que o sistema deve buscar a preservação e valorização desses patrimônios
	Reconhecimento dos valores e tradições locais	Deferência aos saberes locais e convivência em consonância com o modo de vida, organizações e atividades tradicionais	É fundamental que o sistema não promova ou acirre problemas fundiários ou entre etnias e grupos sociais A adequação tecnológica do sistema é condição fundamental, mas isso não significa desconsiderar a cultura e os conhecimentos endógenos. Outra condição essencial é respeitar a população, suas atitudes, aptidão e organizações sociais
Influência do sistema nas condições básicas para o desenvolvimento	Mecanismos para aproximação e envolvimento da sociedade	Ação coletiva para o empowerment	Existência de mecanismos visando a divulgar o papel, as dificuldades gerais e os interesses comuns entre o sistema e a sociedade. A aproximação e participação da sociedade facilita o surgimento de soluções para os problemas enfrentados pelo setor, trazendo benefícios coletivos É desejável que os atores, principalmente os produtores e empresários, tenham preocupações com os desdobramentos sociais e ambientais decorrentes das atividades desenvolvidas no sistema
	Influência do sistema nas condições básicas para o desenvolvimento	Saúde, habitação e educação (as análises têm como parâmetro de comparação os trabalhadores e as outras atividades agrícolas desenvolvidas na região)	Número, frequência e gravidade de contaminação dos trabalhadores do sistema O acesso à água potável e saneamento básico; mortalidade infantil, condição nutricional das famílias dos trabalhadores do sistema As condições de habitação, moradia e saúde dos trabalhadores do sistema em relação às dos trabalhadores de outras atividades agrícolas desenvolvidas na região Que no mínimo 20% da produção seja destinada para formar estoques do governo ou para programas públicos de distribuição de alimentos para população de baixa renda
Responsabilidade social	Interface com os trabalhadores (do sistema)	Emprego/renda	Evolução do número de trabalhadores ocupados pelo sistema A renda dos trabalhadores do sistema em relação à dos trabalhadores de outras atividades agrícolas desenvolvidas na região Evolução da renda dos trabalhadores, produtores (por tonelada produzida) e dos empresários de outras atividades relacionadas com o sistema

Tabela 11. Características dos elementos básicos da dimensão econômica do Método de Percepção da Sustentabilidade de Sistemas de Produção de Arroz de Terras Altas – MPSAT.

Orientador primário		Variável essencial		Características	
Orientador secundário					
Organização da cadeia produtiva	Governança	Gestão de riscos		Utilização de técnicas e sistemas de monitoramento de contaminação dos recursos naturais	
		Política de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D)		Utilização de ferramentas adequadas para precaução de riscos agronômicos, eventos climáticos e biológicos	
Organização do sistema	Planejamento estratégico para a comercialização	Sincronia com as tendências contemporâneas e globalizadas do mercado		Disponibilidade de informações técnicas para condução das lavouras e para as atividades nos outros elos da cadeia produtiva	
				Utilização e adequação de ferramentas para precaução de riscos de mercado	
Competência e estabilidade do sistema	Potencial para superar restrições			Realização de estudos para definição de marketing (mercados, produtos, pontos de venda e preço) dos produtos ofertados. Utilização de sistemas de informação e avaliação do nível de satisfação do consumidor. Utilização de planejamento estratégico de médio e longo prazo, para definição de táticas de comercialização e atuação nos mercados	
				Monitoramento, certificação e rastreabilidade dos produtos	
Competência e estabilidade do sistema	Potencial para superar restrições			Número e adequação das instalações e equipamentos das indústrias de beneficiamento para processar produtos com atributos demandados, tanto no mercado local, como de outras regiões	
				Desempenho comercial considerando a evolução da quantidade, qualidade, aceitabilidade e preços dos produtos, tanto no mercado local, como de outras regiões	
Competência e estabilidade do sistema	Potencial para superar restrições			Estabilidade financeira das empresas, disponibilidade de linhas de créditos	
				Consciência dos atores de que o sistema causa problemas ambientais	
Competência e estabilidade do sistema	Potencial para superar restrições			Predisposição dos atores para a implantação de processo cooperativos e capacidade de flexibilização para o sistema se adequar aos problemas	
				Condições do sistema em atender um eventual crescimento da demanda	
Competência e estabilidade do sistema	Potencial para superar restrições	Consolidação do sistema		Sinais no mercado de marginalização ou substituição dos produtos oriundos no sistema	
				Competitividade do sistema e seus produtos com outros produtos e sistemas, considerando a evolução dos custos de produção por hectare, volume de produção, tamanho da área média cultivada, evolução dos números de produtores e agroindústrias e adequação dos instrumentos de gestão administrativa e financeira utilizados.	
				Equilíbrio relacional da cadeia produtiva	
				Relações entre as unidades de produção com o setor intermediário do sistema	

Tabela 12. Características dos elementos básicos da dimensão territorial do Método de Percepção da Sustentabilidade de Sistemas de Produção de Arroz de Terras Altas – MPSAT.

Orientador primário	Orientador secundário	Variável essencial	Características
Arranjos e relacionamentos	Políticas públicas	Infra-estrutura, legislação e conflitos sociais	Ausência de conflitos trabalhistas ou gerados pela implantação e utilização da infra-estrutura existente na região (estradas, hidrovias e outras). Ausência de problemas ambientais gerados pelo sistema e, quando existirem, que não tenham gravidade que ameace a existência do próprio sistema ou outras atividades
	Institucionais	Atuação de órgãos federais, estaduais, municipais e ONG's com missões relacionadas com as atividades do sistema	Nível de conhecimento dos atores e aderência da legislação vigente com as atividades do sistema Instituições públicas e privadas atuando em transferência de tecnologia
	Equilíbrio e harmonia inter-setorial	Contribuição do sistema para o desenvolvimento equilibrado	Presença efetiva do Estado (nas três esferas administrativas) e ONG's, auxiliando os atores na gestão do meio ambiente, ou sugerindo e implantando práticas e ações compatíveis com as questões sociais e econômicas
	Gestão e ações de reciprocidade entre empresas locais e o sistema (ecoparque)	Gestão energética	Grav de iniciativa dos atores visando à elaboração de planos e <i>design</i> individual ou regional, voltados à gestão do meio ambiente Existência da agricultura familiar e de pequenas agroindústrias em condições de se manterem em atividade
Intercâmbio e reciprocidade entre empresas locais e o sistema (ecoparque)	Gestão e ações de desmaterialização e autopoiese	Estratégias e conexões dos subprodutos dentro e fora do sistema	Importância socioeconômica do sistema, considerando sua participação na economia regional/local, considerando, ainda, a capacidade de prover efeitos propulsores, sinérgicos em outras atividades, consequentemente, ampliando a efetividade e o crescimento inter-setorial e equilibrado da região Existência de atividades ou planos para melhorar o aproveitamento de subprodutos
	Gestão energética	Diversidade de fontes e processos fornecedores de energia	Nível de utilização, de agregação de valor e de impactos socioeconômicos do aproveitamento dos subprodutos Existência de programas e projetos visando a melhorar o desempenho energético e a utilização da biomassa, resíduos e subprodutos.

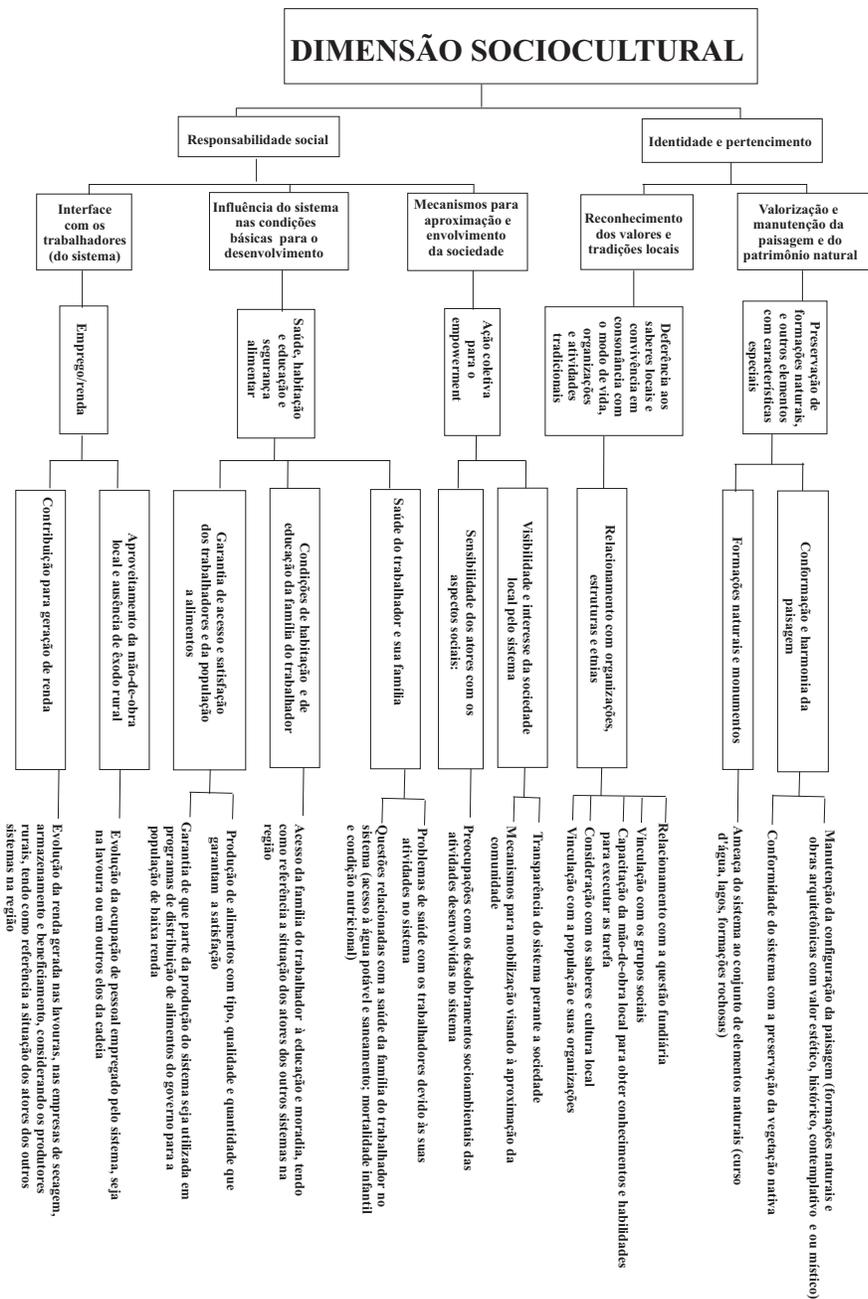


Fig. 19. Matriz conceitual na sustentabilidade da dimensão sociocultural.

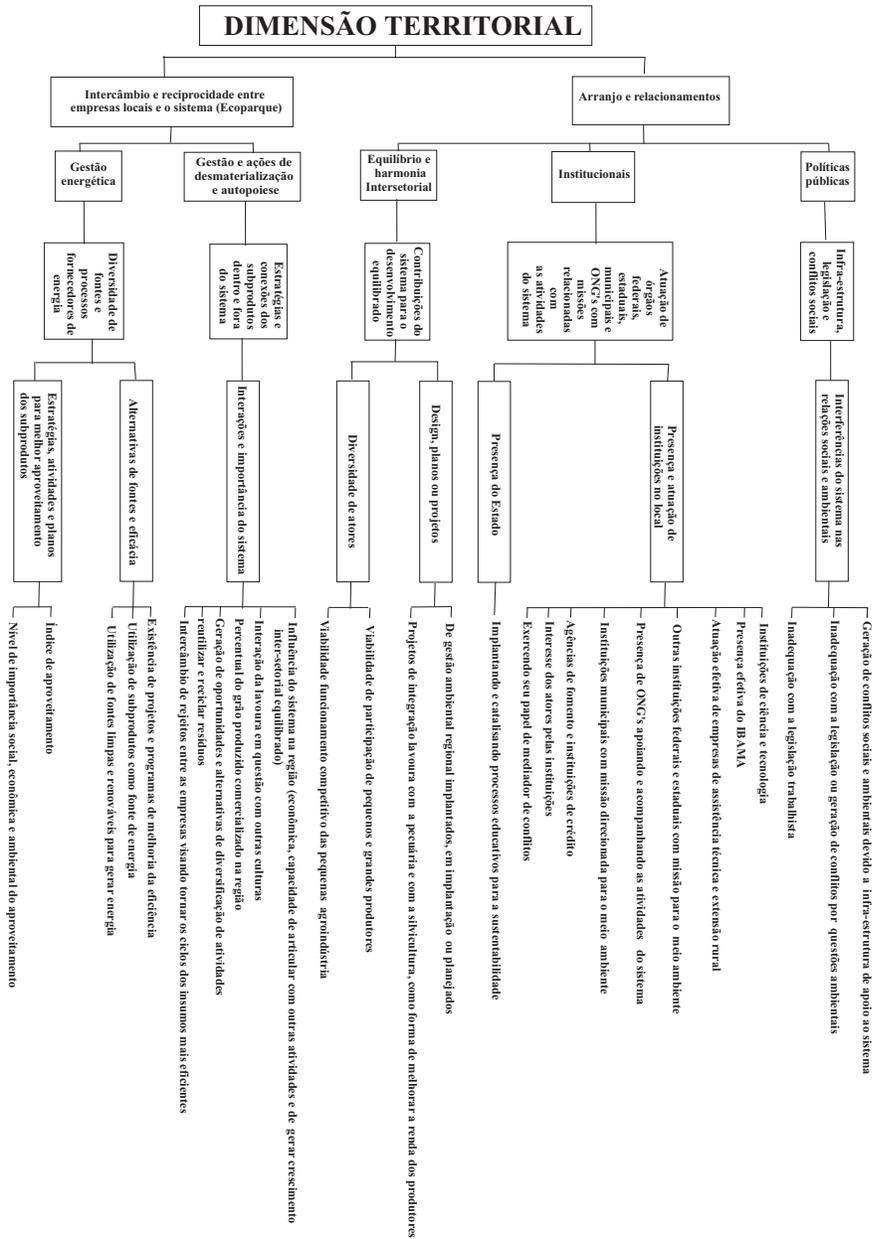


Fig. 21. Matriz conceitual na sustentabilidade da dimensão territorial.

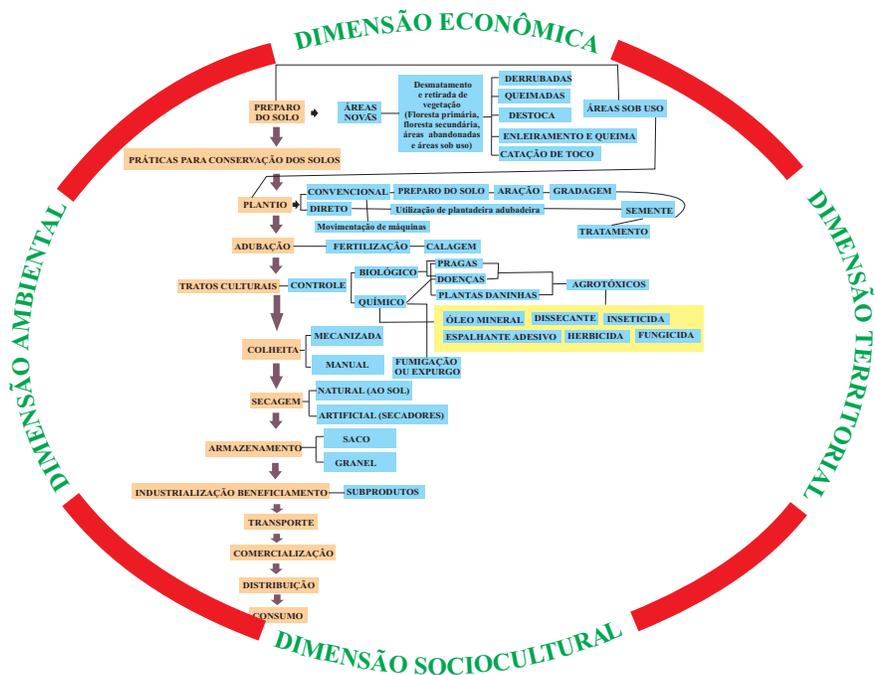


Fig. 22. Sinergias e interações entre as práticas e processos refletem sobre uma ou mais dimensões.

**6 - MÉTODO DE PERCEPÇÃO DA SUSTENTABILIDADE
DO ARROZ DE TERRAS ALTAS - MPSAT**

6.1. Método para a Percepção da Sustentabilidade do Arroz de Terras Altas – MPSAT

Neste capítulo, é apresentado o Método para a Percepção da Sustentabilidade do Arroz de Terras Altas – MPSAT, construído embasando-se no referencial teórico e recomendações apresentadas nos capítulos anteriores (FERREIRA, 2007) .

A estrutura hierárquica do MPSAT foi criada partindo do princípio de que a subdivisão facilita a interpretação, a compreensão e a reflexão dos atores quanto à sustentabilidade, pois permite acompanhar passo a passo o processo, que vai das informações levantadas pelos quesitos até chegar ao indicativo da sustentabilidade total do sistema e de suas dimensões.

Uma das principais características dessa proposta é que o resultado final difere de métodos que apresentam o resultado sem deixar claro quais foram os pontos considerados e quais foram as práticas executadas ao longo da cadeia produtiva que originaram os problemas ou virtudes. Por outro lado, essa estrutura também roteiriza o processo, facilitando a abordagem do pesquisador na aplicação do método, não dando margem para divagações.

Foram feitos 241 questionamentos. Esses quesitos, conforme pode ser visto no Anexo 1, são perguntas que levantaram informações relativas às atividades, práticas, manejos e resultados obtidos nas unidades de produção e nos empreendimentos do setor intermediário. Por motivo de coerência com a proposição de envolvimento dos atores, os quesitos foram levantados de modo participativo. Quando a resposta do quesito depende de uma referência temporal, foram consideradas as últimas cinco safras. De acordo com a estrutura proposta nos capítulos anteriores, os 241 quesitos foram agrupados de modo a substanciarem 156 atributos, que formaram os 51 indicadores (Anexo 2).

Na Tabela 13 visualiza-se, a composição final após a agregação dos elementos. A Fig. 23 apresenta a esquematização da composição do modelo conceitual do MPSAT.

Tabela 13. Composição da estrutura do MPSAT.

Elementos	Total	Dimensão				
		Ambiental	Sociocultural	Econômica	Territorial	
Orientadores primários	8	2	2	2	2	
Orientadores secundários	16	3	5	3	5	
Variáveis essenciais	21	6	5	5	5	
Indicadores	51	21	10	9	11	
Base de dados:	Atributos	156	59	22	48	27
	Quesitos	241	94	34	73	40

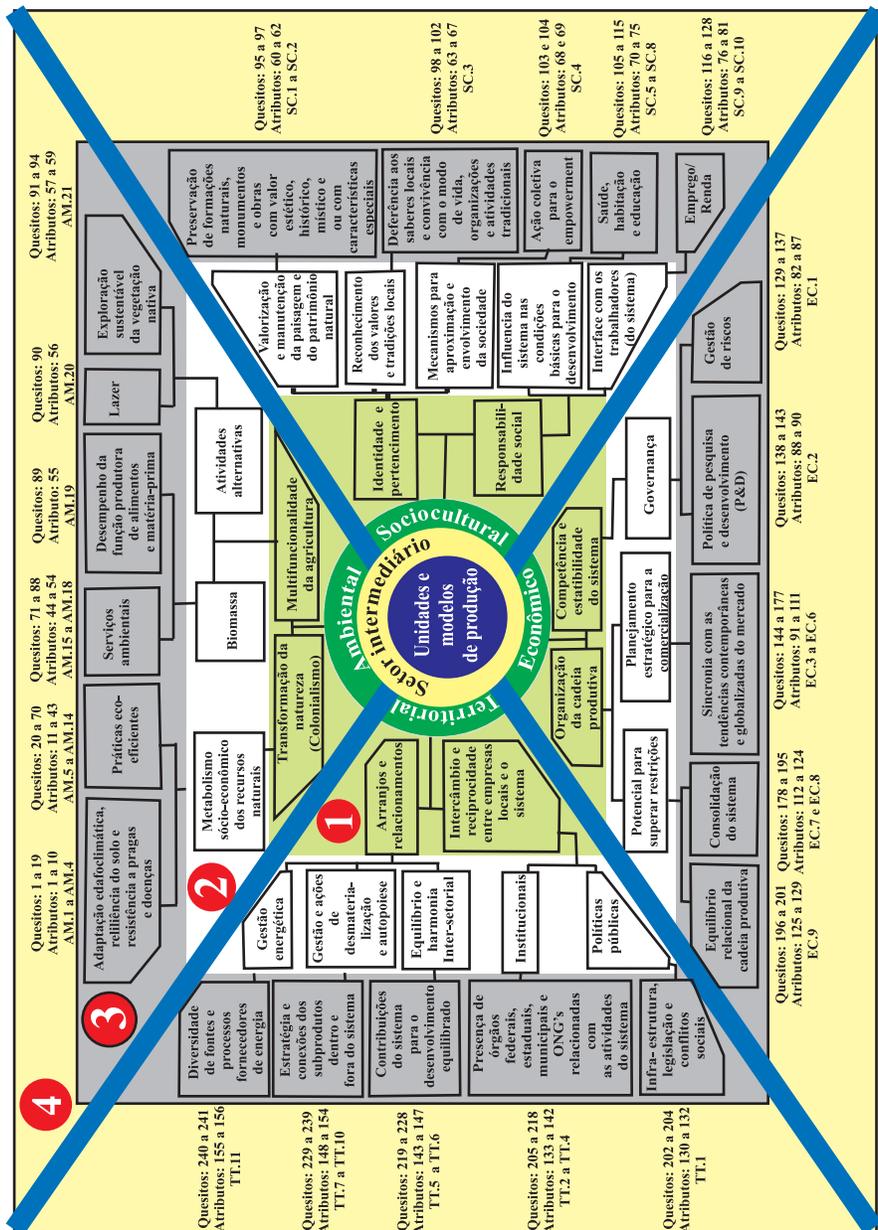


Fig. 23. Composição do modelo conceitual do método.

1 = nível dos orientadores primários, 2 = nível dos orientadores secundários, 3 = nível das variáveis essenciais e 4 = nível dos indicadores, atributos e quesitos.

O método é composto de rotinas num conjunto de três planilhas em plataforma MS-Excel, organizadas em função da estrutura proposta, ou seja: quesitos, atributos, variáveis essenciais, orientadores secundários e orientadores primários.

Na planilha 1, cada quesito recebe automaticamente uma ponderação, que varia de zero a 100 (Anexo 1). Para o valor máximo, considera-se que a resposta está de acordo com as práticas e procedimentos preconizados pela teoria relacionada com a sustentabilidade ou pela legislação ambiental vigente. A partir da ponderação dos quesitos, calcula-se, pela média aritmética simples, os valores dos atributos, bem como o valores dos indicadores.

Os valores dos demais elementos da estrutura do método são calculados pelo mesmo procedimento matemático. A planilha 2 (P.2 – Matriz Valorativa)¹ calcula a ponderação dos demais elementos da estrutura do método. Os cálculos seguem os mesmos procedimentos matemáticos utilizados para calcular os indicadores, ou seja, média aritmética simples.

A planilha 3 expressa os resultados da planilha 2 em forma gráfica. Ratifica-se que os valores numéricos atribuídos aos elementos não têm como principal significado estabelecer uma medida precisa da sustentabilidade, mas um ponto de referência indicando um desempenho relativo, permitindo fazer comparações entre os elementos do método. Dessa forma, é possível identificar pontos mais frágeis e, conseqüentemente, estabelecer e priorizar medidas corretivas.

Para reforçar o critério de relatividade dos elementos componentes do MPSAT e para realçar a visualização dos pontos fortes e fragilidades da sustentabilidade do sistema, os resultados obtidos na planilha 3 são apresentados em escalas de índice de sustentabilidade divididas em três categorias definidas de forma arbitrária; zona de alerta, abrangendo índices entre zero e 50; zona de adequação, com índices entre 51 a 90; e zona de coerência, entre 91 a 100 (Fig. 24).

Os indicadores são elementos que detalham e mostram o estado atual do sistema, ou seja, são aspectos que permitem contextualizar e associar as práticas e as operações realizadas na cadeia produtiva com os elementos variáveis essenciais da estrutura do MPSAT. Os indicadores que compõem o método estão elencados nas Tabelas 14, 15, 16 e 17.



Fig. 24. Escala relativa, ilustrativa do MPSAT.

¹ Pode ser vista no Anexo 2.

Tabela 14. Indicadores ambientais do MPSAT

Indicadores	Essência dos atributos considerados	Atributos
(AM.1) - Topografia das áreas de cultivo	Adaptabilidade do relevo das áreas utilizadas para lavouras, considerando-se a declividade e o comprimento da rampa.	1
(AM.2) - Zoneamento agroclimático	Disponibilidade da tecnologia para a região, classificação do risco climático e o grau de adoção pelos produtores.	2, 3 e 4
(AM.3) – Resiliência	Percepção dos atores da gravidade dos problemas de erosão e de compactação. Percepção da perda de fertilidade, verificada em função da frequência e quantidade de adubos e corretivos utilizados nas últimas cinco safras. Constatação, por métodos científicos, de problemas de contaminação do solo, água e ar.	5 a 8
(AM.4) - Resistência a pragas e doenças	Alterações do número de produtos e frequência de aplicação de agrotóxicos, eficiência dos tratamentos e evolução do custo e da quantidade de agrotóxico por hectare.	9 e 10
(AM.5) - Práticas ecoeficientes na limpeza da área	Ocorrência de desmatamento, percentual do cultivo de arroz em áreas recém-desmatadas e percentual do desmatamento com licença do órgão oficial.	11, 12 e 13
(AM.6) - Práticas conservacionistas	Percentual da área de lavoura de arroz em que: i) são construídos terraços ou outras formas de contenção de deflúvio; ii) o plantio é feito em nível; iii) são plantadas árvores intercaladas (frutíferas ou madeiras); iv) é feita a cobertura vegetal do solo no período de entressafra ou é deixada palhada para diminuir o impacto e os efeitos das gotas de chuva no solo.	14 a 17
(AM.7) - Práticas ecoeficientes para a preservação e melhoria das propriedades químicas e físicas do solo	Critérios utilizados para decisão do nível de adubação baseando-se nos parâmetros: i) análise do solo; ii) se a recomendação visa somente ao cultivo atual ou considera as culturas subsequentes, ou utiliza uma dosagem tradicionalmente adotada na região; iii) tipo de adubação utilizada (química, mineral ou orgânica); iv) utilização da prática de adubação verde e de práticas para melhorar o nível de matéria orgânica no solo, por exemplo, o uso de produtos reciclados.	18 a 21
(AM.8) - Práticas ecoeficientes no plantio	Sistemas de plantios utilizados (convencional, mínimo e direto) em lavoura de arroz. Utilização de sementes de origem certificada ou própria. Análise crítica dos atores da relação custo/benefício da semente certificada. Satisfação quanto à adaptabilidade das cultivares disponíveis para a região (levando-se em consideração ciclo, qualidade de grãos e a tolerância a pragas e doenças).	22, 23 e 24
(AM.9) - Práticas ecoeficientes nos tratos culturais	Condições de armazenamento dos agrotóxicos. Instrumentos e fatores utilizados no processo decisório do uso dos agrotóxicos, considerando: i) uso de produtos recomendados para a cultura; ii) toxicidade; iii) seletividade; iv) sujeição das recomendações dos fabricantes e dos assistentes técnicos. Utilização do manejo integrado de pragas e doenças (MIP). Controle biológico, cuidados no preparo dos agrotóxicos (uso de EPI e coerência da quantidade preparada com as necessidades), cuidados na aplicação dos agrotóxicos (tipo de aplicação - tratorizada, manual e aérea, observância das condições do clima, calibração dos equipamentos, observância do período de carência dos produtos e descarte correto de eventuais sobras, dentre outros). Cuidados com as embalagens (realização da pré-lavagem e descarte nos termos previstos pela legislação).	25 a 30

Continua...

Tabela 14. Continuação.

Indicadores	Essência dos atributos considerados	Atributos
(AM.10) – Práticas ecoeficientes na colheita (AM.11) – Práticas ecoeficientes na secagem	Monitoramento de perdas durante a operação e percentual estimado de perda, condições de funcionamento e regulação dos equipamentos utilizados na operação, compatibilidade do número de colheitadeiras disponíveis com a demanda. Percentual do produto que é secado de forma natural ou artificial, compatibilidade do número e condições dos secadores com a demanda, cuidados com o produto durante a operação e qualidade do produto final.	31, 32 e 33 34, 35 e 36
(AM.12) - Práticas ecoeficientes no armazenamento	Cuidados com o produto durante a operação, compatibilidade do número e condições dos armazéns com a demanda, qualidade do produto final devido às falhas na operação	37, 38 e 39
(AM.13) - Cuidados no transporte	Perdas entre a colheita, secador, armazéns e indústrias	40
(AM.14) - Outras práticas favoráveis	Rotação de cultura (considerando arroz em monocultura, pastagem e outras culturas), manutenção da cobertura vegetal entre safras, preocupações para tomar mais eficientes a ciclagem de nutrientes no solo e o uso de práticas que promovam a integração lavoura pecuária	41, 42 e 43
(AM.15) - Energias renováveis	Evolução da participação do óleo diesel por hectare, uso atual e perspectiva de utilização da fontes de energia oriundas da biomassa	44
(AM.16) - Função da biomassa como mitigadora de poluição e mantenedora da qualidade do ar	Entendimento dos atores quando à função da biomassa em assimilar resíduos e manter a composição atmosférica	45
(AM.17) - Contribuição do sistema para o efeito estufa	Utilização da queimada para auxiliar na limpeza da área, entendimento dos atores que a biomassa e o desmatamento influenciam no fluxo de carbono.	46, 47 e 48
(AM.18) - Manutenção da biodiversidade da fauna e flora	Preservação das Áreas de Reserva Legal (ARL) e de Preservação Permanente (APP), reflorestamento, constatação de ameaça concreta de extinção de espécies na região, manutenção dos habitats e corredores ecológicos.	49 a 54
(AM.19) - Condições e possibilidades de a agricultura cumprir sua missão de gerar alimentos e matérias-primas	Evolução de produção de outros produtos agrícola na região	55
(AM.20) - Recreação/ agroturismo	Existência de ações ou projetos visando à exploração desses negócios	56
(AM.21) - Exploração da vegetação como fator de integração para melhorar a renda dos produtores	Ações ou projetos visando a utilização da vegetação nativa. Importância atual e perspectiva desse tipo de exploração na formação da renda dos produtores. Ações ou projetos de integração lavoura, silvicultura e pecuária.	57, 58 e 59

Tabela 15. Indicadores socioculturais do MPSAT

Indicadores	Essência dos atributos considerados	Atributos
(SC.1) - Conformação e harmonia do sistema com a paisagem	Interferência do sistema na configuração e harmonia dos elementos que compõem a paisagem	60 e 61
(SC.2) – Relações do sistema com as formações naturais e monumentos	Interferência do sistema no conjunto de elementos naturais, obras arquitetônicas notáveis e formações hídricas e rochosas	62
(SC.3) - Relacionamento com organizações, estruturas e etnias	Relacionamento do sistema do arroz de terras altas com a questão fundiária, vinculação com os grupos sociais e etnias (considerando os saberes e cultura local) e com a população e suas organizações.	63 a 67
(SC.4) - Visibilidade e interesse da sociedade local pelo sistema	Transparência do sistema do arroz de terras altas perante a sociedade e mecanismos para mobilização da comunidade	68 e 69
(SC.5) - Sensibilidade dos atores com os aspectos sociais	Preocupações com os desdobramentos sociais desencadeados pelo sistema	70
(SC.6) - Condições que o sistema oferece de saúde ao trabalhador e sua família	Identificação de problemas de saúde com os trabalhadores, decorrentes da lida no sistema do arroz de terras altas. Questões relacionadas com a saúde da família do trabalhador. Destinação de parte da produção para regulação de estoque e programas de distribuição de alimentos para população de baixa renda.	71, 72 e 73
(SC.7) – Condições que o sistema oferece de moradia à família do trabalhador	Habituação	74
(SC.8) - Educação da família do trabalhador à educação	Educação	75
(SC.9) - Evolução da ocupação de pessoal empregado pelo sistema	Na lavoura e em outros elos da cadeia	76 e 77
(SC.10) - Evolução da renda gerada pelo sistema	Renda do sistema do arroz de terras altas em relação a outros sistemas agrícolas na região. Renda dos trabalhadores na lavoura, dos produtores e de empresários de outros elos da cadeia.	78 a 81

Tabela 16. Indicadores econômicos do MPSAT.

Indicadores	Elementos considerados	Atributos
(EC.1) - Monitoramento e análises dos riscos	Vigilância sobre os recursos solo, água e ar. Instrumentos para avaliar riscos de mercado, ameaças potenciais e concorrência de outros produtos e sistemas agrícolas.	82 a 87
(EC.2) - Inovação tecnológica	Disponibilidade de informações para inovar. Disponibilidade de informações de técnicas agrícolas e técnicas relacionadas com os outros elos da cadeia produtiva	88, 89 e 90
(EC.3) - Gestão para adequação mercadológica	Informações de mercado. Contatos e avaliação da satisfação do consumidor. Planejamento do escopo e perfil do mercado. Planejamentos embasados em ações coletivas das indústrias. Portfólio e linhas de produtos. Metas e cronogramas de vendas. Rastreabilidade ou certificação na lavoura e no beneficiamento.	91 a 96
(EC.4) - Adequação das indústrias de beneficiamento	Número de indústrias na região. Adequação das instalações e dos equipamentos. Planos de marketing visando aos mercados local e de outras regiões	97 a 100
(EC.5) - Pertinência do produto com o mercado local	Adequação das características físicas e químicas dos grãos. Evolução da quantidade comercializada, da aceitabilidade e do preço. Desempenho comercial das marcas locais.	101 a 105
(EC.6) - Pertinência do produto com o mercado de outras regiões	Adequação das características físicas e químicas dos grãos. Percentual de arroz em casca comercializado em outras regiões. Evolução da quantidade comercializada, da aceitabilidade e do preço. Desempenho comercial das marcas locais.	106 a 111
(EC.7) - Parâmetros de estabilidade e competência do sistema	Condições financeiras das empresas e disponibilidade de crédito. Consciência de que o sistema gera problemas ambientais. Disposição para mobilização. Capacidade de flexibilização frente às ameaças. Potencial de crescimento. Sinais de marginalização do produto no mercado.	112 a 117
(EC.8) - Capacidade de competir com outros produtos e sistemas agrícolas locais	Evolução do custo de produção por hectare, do volume de produção na região e da área média por unidade produtiva. Competitividade com outros sistemas. Evolução do número de produtores e agroindústrias em atividade, gestão administrativa e financeira das empresas	118 a 124
(EC.9) - Relações entre os elos da cadeia produtiva	Interação entre fornecedores de insumos, secadores, armazéns, agroindústria e varejo.	125 a 129

Tabela 17. Indicadores territoriais do MPSAT.

Indicadores	Elementos considerados	Atributos
(TT.1) - Interferências do sistema nas relações sociais e ambientais	Existência de conflitos devido a infra-estrutura utilizada pelo sistema, ou com a legislação ambiental e trabalhista.	130, 131 e 132
(TT.2) - Presença e atuação de instituições no local	Interesse dos atores da cadeia produtiva pelas instituições. Presença efetiva de instituições de ciência e tecnologia, de fomento, de crédito, do IBAMA e outras instituições federais, estaduais e municipais com missão direcionada para o meio ambiente. Presença de ONG's acompanhando as atividades do sistema	133 a 139
(TT.3) - Presença do Estado	Exercendo seu papel de mediador de conflitos ou implantando e catalisando processos educativos para a sustentabilidade.	140 e 141
(TT.4) - Design, planos ou projetos	Para a gestão ambiental regional	142
(TT.5) - Diversidade de atores	Participação de pequenos e grandes produtores e viabilidade das pequenas agroindústrias	143 e 144
(TT.6) - Interações e importância do sistema	Importância socioeconômica do sistema de arroz de terras altas na região e interação com outras culturas. Percentual do arroz em casca comercializado na região.	145, 146 e 147
(TT.7) - Estratégias para melhor aproveitamento dos subprodutos	Atividades ou planos para melhorar o aproveitamento dos subprodutos	148
(TT.8) - Arroz quebrado	Índice de aproveitamento, tipo e méritos do aproveitamento	149 e 140
(TT.9) - Farelo	Índice de aproveitamento, tipo e méritos do aproveitamento	151 e 152
(TT.10) - Casca	Índice de aproveitamento, tipo e méritos do aproveitamento	153 e 154
(TT.11) Alternativas de fontes e eficácia	Projetos e programas para a melhoria da eficiência. Utilização da casca com fonte de energia	155 e 156

As variáveis essenciais são elementos que ajudam a normatizar, ou seja, delimitar as áreas importantes dentro de cada elemento subsequente da estrutura do MPSAT. Define-se orientadores primários, ou parâmetros de viabilidade, como um conjunto de critérios indispensáveis à manutenção e desenvolvimento de um sistema sustentável.

As variáveis essenciais da dimensão ambiental são seis: i) adaptação edafoclimática, resiliência do solo e resistência às pragas e doenças; ii) práticas ecoeficientes; iii) serviços ambientais; iv) desempenho da função produtora de alimentos e matéria-prima; v), lazer e vi) exploração sustentável da vegetação nativa (Fig. 14).

As variáveis essenciais (i) e (ii) tratam, respectivamente, do ajustamento do modelo de produção aos solo e clima da região, bem como da adequação das ações realizadas no âmbito da propriedade com o desenvolvimento sustentável. Essas duas variáveis dão uma noção sobre o metabolismo socioeconômico.

As variáveis essenciais (iii) e (iv) tratam, respectivamente, da interferência do sistema na capacidade da biomassa realizar os serviços ambientais e do desempenho da atuação do sistema como atividade produtora de alimento e matéria-prima. Portanto, essas variáveis relacionam o sistema com as funções da biomassa.

As variáveis essenciais (v) e (vi) referem-se a atividades que, se realizadas de maneira sustentável, podem tornar-se fontes de renda para os atores. Tratam da exploração de atividades relacionadas com o lazer e com a utilização da vegetação nativa.

A dimensão sociocultural possui cinco variáveis essenciais: vii) preservação de formações naturais, monumentos e obras arquitetônicas com valor estético, histórico, místico e ou com características especiais; viii) deferência aos saberes locais e convivência em consonância com o modo de vida, organizações e atividades tradicionais; ix) ação coletiva para o *empowerment*; x) saúde, habitação, educação e, xi) emprego/renda (Fig. 15).

A variável essencial (vii) trata de componentes da paisagem, a variável (viii) trata da relação do sistema e de seus atores com os valores culturais da região, a variável (ix) trata das maneiras que o sistema utiliza para se relacionar com a sociedade, as variáveis (x) e (xi) tratam, respectivamente, da condição e vida dos trabalhadores e do emprego e renda. O conjunto dessas variáveis fornece uma idéia da convivência e da comunicação do sistema com a sociedade local e seus costumes.

A dimensão econômica possui cinco variáveis essenciais: xii) gestão de riscos; xiii) política de Pesquisa e Desenvolvimento [P&D]; xiv) sincronia com as tendências contemporâneas e globalizadas do mercado; xv) consolidação do sistema e, xvi) equilíbrio relacional da cadeia produtiva (Fig. 16).

As variáveis essenciais (xii) e (xiii) tratam, respectivamente, da capacidade de gerenciamento dos segmentos do sistema frente as ameaças a sua sustentabilidade e da maneira que é manejada a questão da inovação tecnológica. Essas variáveis indicam como é feita a governança. A variável (xiv) trata da conjugação das ações executadas ao longo da cadeia produtiva com as exigências do mercado. A variável (xv) trata da estabilidade do sistema, considerando a situação financeira das empresas, consciência dos problemas gerados pelo sistema, nível de cooperação entre as empresas e atores, capacidade para enfrentar flutuações de demanda no mercado. A variável (xvi) trata das relações entre os elos da cadeia produtiva. As variáveis (xv) e (xvi) demonstram a capacidade gerencial do sistema para enfrentar e contornar situações que ameacem a sua integralidade.

A dimensão territorial possui cinco variáveis essenciais: (xvii) infraestrutura, legislação e conflitos sociais; (xviii) atuação de órgãos federais, estaduais, municipais e ONG's com missões relacionadas com as atividades do sistema; (xix) contribuições do sistema para o desenvolvimento regional equilibrado, (xx) estratégias e conexões dos subprodutos dentro e fora do sistema e, (xxi) diversidade de fontes e processos fornecedores de energia (Fig. 17).

A variável (xvii) trata das influências socioambientais geradas em virtude da interferência da legislação e da construção de obras públicas e privadas para apoiar o sistema. A variável (xviii) trata da atuação das instituições na região, da presença do Estado e de planos de desenvolvimento regional. A variável (xix) trata das oportunidades das diferentes categorias de produtores e empresários participarem do sistema, bem como, do papel socioeconômico que o sistema desempenha na região e da sua capacidade de gerar efeitos propulsores para o desenvolvimento multidimensional e equilibrado da economia da região. As variáveis (xxii), (xviii) e (xix) abordam aspectos da intervenção política em termos de aporte de infra-estrutura e imposição de leis e da capacidade do sistema desencadear relações e promover arranjos que fortaleçam um desenvolvimento harmonioso entre as atividades realizadas na região.

A variável (xx) trata da utilização e da renda obtida com os subprodutos. Procura identificar potencialidades, subutilização e preocupação em melhorar a eficiência. A variável (xxi) verifica se existem programas ou projetos visando melhorar o desempenho energético e a utilização da palha do arroz como fonte alternativa para geração de energia.

Os orientadores secundários são pontos que dão continuidade ao fluxo lógico do método. Foram determinados 16 orientadores secundários: (1) metabolismo socioeconômico dos recursos naturais, (2) biomassa, (3) atividades alternativas, Fig. 14; (4) valorização e manutenção da paisagem e do patrimônio natural, (5) reconhecimento dos valores tradicionais locais, (6) mecanismos para aproximação e envolvimento da sociedade, (7) influência do sistema nas condições básicas para o desenvolvimento, (8) interface com os trabalhadores, Fig. 15; (9) governança, (10) planejamento estratégico para a comercialização, (11) potencial para superar restrições, Fig. 16; (12) políticas públicas, (13) institucionais, (14) equilíbrio e harmonia intersetorial, (15) gestão e ações de desmaterialização e autopoiese, (16) gestão energética. Fig. 17.

Os orientadores secundários da dimensão ambiental (1 a 3) concentram preocupações na maneira como o sistema se relaciona com os recursos naturais, com a preservação das funções essenciais dos recursos naturais e com a obtenção de rendimentos econômicos em atividades não agrícolas ou exstrativistas.

Os orientadores secundários da dimensão sociocultural (4 a 8) referem-se às relações entre o padrão de produção de arroz de uma região com o universo afetivo, estético, valorativo e de relações sociais. Esses orientadores abordam questões relacionadas com a paisagem, tradições locais e com a interação da sociedade com o sistema. Os orientadores secundários tratam também da influência do sistema nas condições de vida das pessoas.

Os orientadores secundários da dimensão econômica (9 a 11) lidam com o macro gerenciamento da cadeia produtiva, verificação dos problemas e como eles são enfrentados e superados. Nesses orientadores estão presentes também as discussões sobre as potencialidades e oportunidades.

Por seu turno, os orientadores secundários da dimensão territorial (12 a 16) se interessam pelos arranjos institucionais e pelo equilíbrio intersetorial. Questões relacionadas às inter-relações dos subprodutos e à questão energética estão no centro das preocupações dessa dimensão.

Foram criados oito orientadores primários: (A) transformação da natureza, (B) multifuncionalidade da agricultura, (dimensão ambiental) Fig. 13; (C) identidade e pertencimento; (D) responsabilidade social (dimensão sociocultural), Fig. 17; (E) organização da cadeia produtiva, (F) competência do sistema (dimensão ambiental) Fig. 15; (G) arranjos e relacionamentos; (H) intercâmbio e reciprocidade entre empresas locais e o sistema (dimensão territorial) Fig. 16. Os orientadores propostos não são os mesmos para todas as dimensões, ou seja, são definidos por dimensão, ao contrário do que sugere Bossel (1999).

6.2. Resultados encontrados pelo MPSAT

Como pode ser observado na Fig. 25, os resultados referentes à sustentabilidade do sistema e das dimensões não são confortáveis. Com exceção da dimensão territorial, as demais estão aquém da linha de base da zona de alerta. Na dimensão ambiental sobressai a conformidade do modelo de produção com as condições edafoclimáticas da região e a necessidade de mudanças de comportamento visando a proteger a natureza. Na dimensão sociocultural, fica evidenciada a falta de entrosamento entre o sistema e a sociedade, além de comprovar sua baixa contribuição para a melhoria das condições socioeconômicas dos trabalhadores e de suas famílias. Na dimensão econômica, destaca-se a pequena organização da cadeia produtiva, conseqüentemente, a instabilidade e a baixa competitividade do sistema. Com relação à dimensão territorial, ficou caracterizado o reduzido envolvimento do Estado e a necessidade de aprimorar as interações do sistema com outras atividades socioeconômicas desenvolvidas na região.

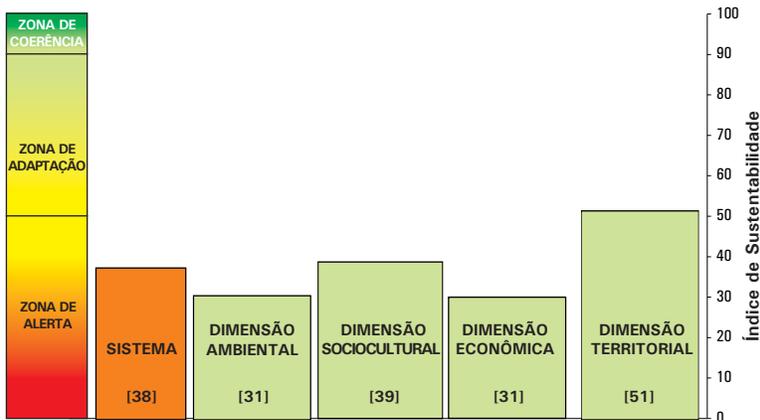


Fig. 25. Resultados da sustentabilidade do sistema e das dimensões (MPSAT).

Obs: Nas Figs. 25, 27, 28, 29 e 30 os resultados são apresentados em escalas de índice de sustentabilidade divididas em três categorias; zona de alerta, abrangendo índices entre zero e 50; zona de adequação com índices entre 51 a 90; e zona de coerência entre 91 a 100. O objetivo dessa representação é reforçar o critério de relatividade dos elementos componentes do MPSAT e realçar a visualização dos pontos fortes e fragilidades da sustentabilidade do sistema.

Na Fig. 26, estão os resultados da sustentabilidade considerando os pesos sugeridos pelos atores para as dimensões ambiental, sociocultural, econômica e territorial. Verifica-se que as ponderações são, respectivamente, 31, 22, 29 e 18. Ressalta-se que nas dimensões ambiental e econômica, a que os atores atribuem maior importância, o desempenho do sistema é um terço do ideal. Outra informação interessante que decorre do exame da referida figura é que os atores dão menor importância para o território,

onde estão implícitas as noções de coletividade, presença do Estado e projetos regionais, evidenciando a predominância do individualismo.

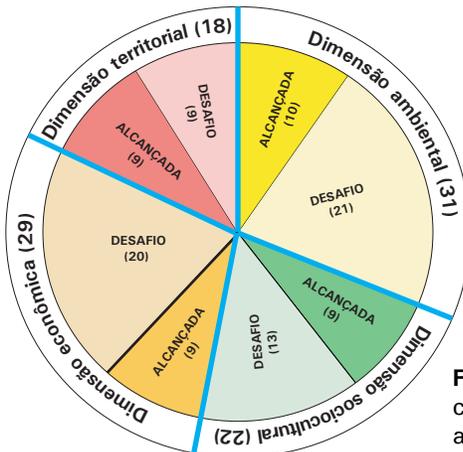


Fig. 26. Resultados da sustentabilidade considerando os pesos sugeridos pelos atores para as dimensões (MPSAT)

Esses resultados, por estarem numa macro-escala, dão apenas uma noção do nível de sustentabilidade do sistema e um mapeamento dos problemas por dimensão, o que, de certa forma, não ajuda muito, visto que os atores continuam sem saber quais são as causas dos problemas. Conseqüentemente, não têm indicações precisas para promover mudanças. As respostas são encontradas prosseguindo as análises dos outros elementos do MPSAT (Figs. 27, 28, 29 e 30).

Os resultados confirmam que o tempo e a intensidade de resposta não são homogêneos entre os atores de um sistema. Esse comportamento ratifica outro ponto importante, a necessidade de um período de transição para se implementarem propostas para trabalhar a sustentabilidade de sistemas, conforme preconiza Sachs (1993).

Pode-se inferir também que os atores se sentiram confortáveis e sensibilizados com a abordagem e se expuseram. Além disso, o método suscitou relações entre os grupos e os atores sociais da cadeia produtiva do arroz de terras altas. Corroborava essa dedução a ocorrência de fatos como o reconhecimento por parte dos atores do papel dos pequenos produtores e das pequenas agroindústrias no sistema. Para reforçar que houve avanços quanto ao relacionamento na cadeia produtiva, pode citar-se ainda o desencadeamento de processos visando a demonstrar para a sociedade o papel e a função socioeconômica da rizicultura na região, bem como a busca coletiva de propostas de gestão sustentável do sistema no território. Outro resultado positivo foi a motivação dos atores para o diálogo visando à intervenção e transformação.

VARIÁVEIS ESSENCIAIS

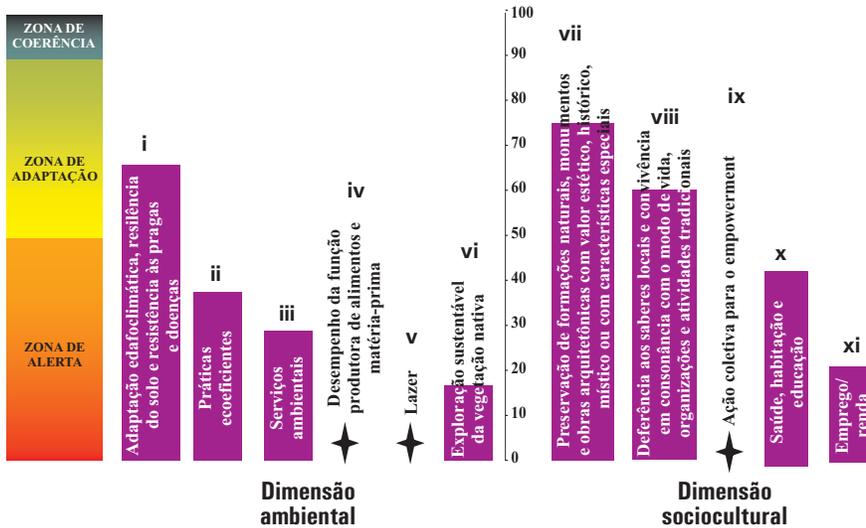


Fig. 27. Resultados da sustentabilidade das variáveis essenciais das dimensões ambiental e sociocultural (MPSAT).

VARIÁVEIS ESSENCIAIS

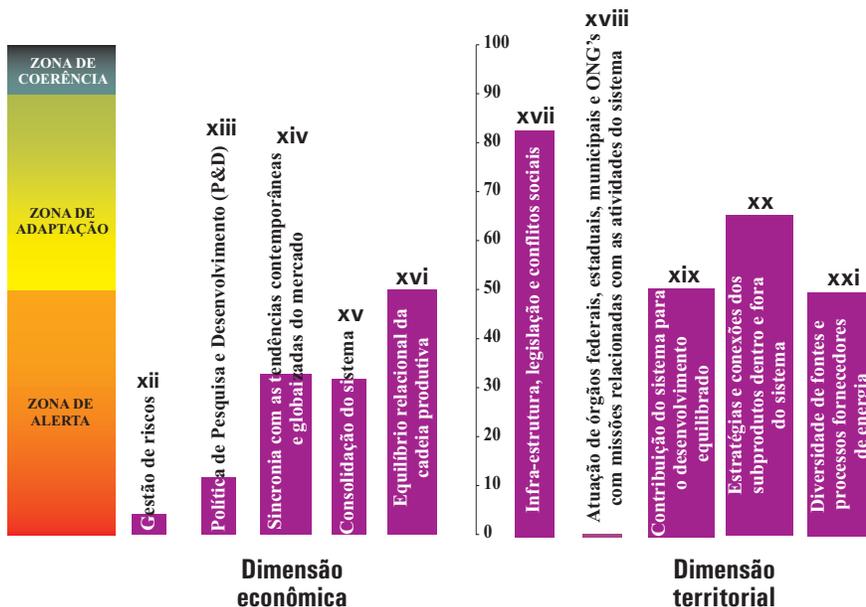


Fig. 28. Resultados da sustentabilidade das variáveis essenciais das dimensões econômica e territorial (MPSAT).

ORIENTADORES PRIMÁRIOS

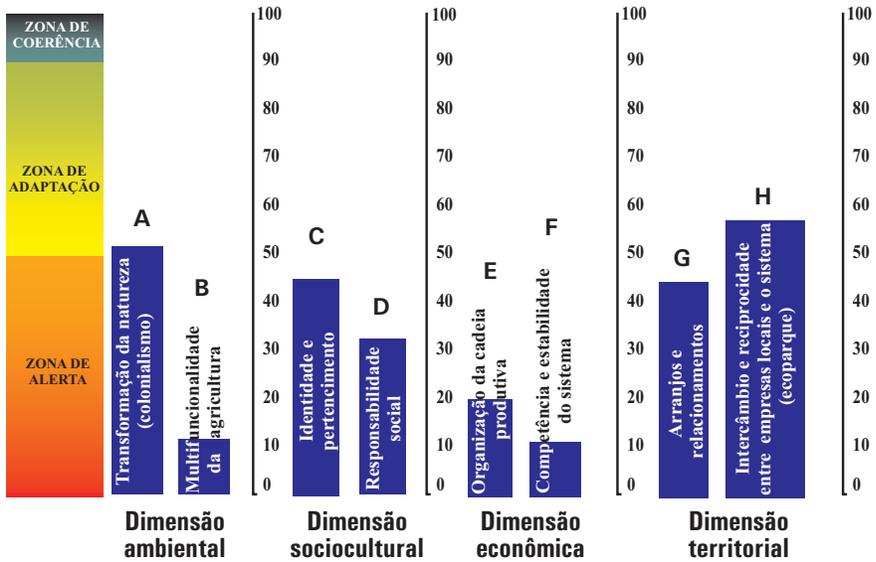


Fig. 29. Resultados da sustentabilidade dos orientadores primários das quatro dimensões (MPSAT).

ORIENTADORES SECUNDÁRIOS

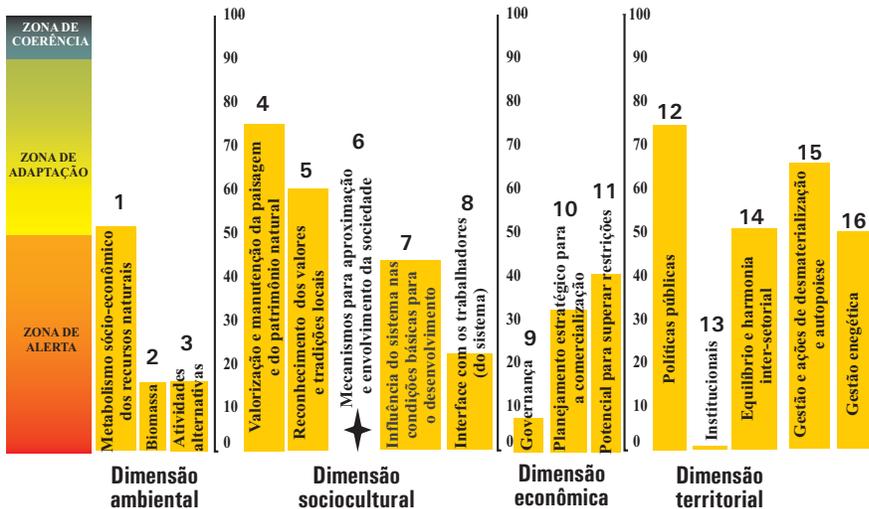


Fig. 30. Resultados da sustentabilidade dos orientadores secundários das quatro dimensões (MPSAT).

REFERÊNCIAS

ABRAMOVAY, R. A dualização como caminho para a agricultura sustentável. **Estudos Econômicos**, São Paulo, v. 24, p. 157-182, 1994. Número especial.

AGENCE EUROPÉENNE POUR L'ENVIRONNEMENT. **L'environnement dans l'Union Européenne a l'aube du XXI^{ème} siècle**: Copenhague, 1999. 446 p.

AGÊNCIA EUROPÉIA DO AMBIENTE. **A poluição atmosférica na Europa em 1997**: síntese do relatório. Jun 1997. (AEA. Monografia ambiental, n. 4). Disponível em: <<http://reports.pt.eea.europa.eu/92-9167-059-6-sum/pt/page001.html>>. Acesso em: 10 nov. 2006.

ALLENBY, B. R. **Industrial ecology**: policy framework and implementation. New Jersey: Prentice-Hall, 1999. 307 p.

ALMEIDA, J. Da ideologia à idéia de desenvolvimento (rural) sustentável. In: ALMEIDA, J.; NAVARRO, Z. (Org.). **Reconstruindo a agricultura**: idéias e ideais na perspectiva do desenvolvimento rural sustentável. Porto Alegre: UFRGS, 1997. p. 33-55.

ALTIERI, M. A. **Agroecology**: the science of sustainable agriculture. 2nd ed. Boulder: WestviewPress, 1995. 433 p.

AMADO, T. J. C.; DALVAN, J. R. **No-tillage as a tool for sustainable agriculture in south Brazil**. Disponível em: <<http://www.fao.org/ag/ags/AGSe/3ero/harare/partii/23Amado.htm>>. Acesso em: 11 jan. 2007.

AMARAL, N. D. **Noções de conservação do solo**. 2. ed. São Paulo: Nobel, 1984. 120 p.

ÁVILA, A. F. D.; EVENSON, R. E. Crescimento da produtividade total dos fatores: papel do capital tecnológico. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, DF, v. 14, n. 2, p. 89-109, abr./jun. 2005.

AWH, R. Y. **Microeconomia**: teoria e aplicações. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1979. 460 p.

AYRES, R. U. Industrial metabolism: theory and policy. In: AYRES, R. U.; SIMONIS, U. E. (Ed.). **Industrial metabolism**: restructuring for sustainable development. Tokyo: United Nations, 1994. p. 3-20.

BALSAN, R. Impactos decorrentes da modernização da agricultura brasileira. **Campo-Território: Revista de Geografia Agrária**, Uberlândia, v. 1, n. 2, p. 123-151, ago. 2006.

BECKER, B. K. Inserção da Amazônia na geopolítica da água. In: AROGÓN, L. E.; CLÜSENER-GODT, M. (Org.). **Problemática do uso local da água da Amazônia**. Belém: Núcleo de Altos Estudos Amazônicos, 2003. p. 273-298.

- BELLEN, H. M. van. **Indicadores de sustentabilidade**: uma análise comparativa. 2002. 220 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- BLAUG, M. **Metodologia da economia**. São Paulo: Edusp, 1999. 385 p.
- BOGNOLA, I. A. **Recomendações de corretivos e fertilizantes para produção sustentada de cultivos na região noroeste do Mato Grosso**. Campinas: Embrapa-NMA, 1997. 8 p. (Instrução técnica, 2).
- BOHORQUEZ, H. C. Integralid y relación economía-ambiente el arte de armar rompecabezas. **Cuadernos del Centro de Estudios del Desarrollo**, Santiago, v. 18, n. 49, p. 157-171, ene./abr. 2002.
- BOSEL, H. **20/20 vision**: explorations of sustainable futures. Kassel: Center for Environmental Systems Research, 1996. 1 v.
- BOSEL, H. **Indicators for sustainable development**: theory, method, applications: a report to Balaton Group. Winnipeg: The International Institute for Development, 1999. 1 v.
- BOSEL, H. Assessing viability and sustainability: a systems-based approach for deriving comprehensive indicator sets. **Ecology and Society**, Waterloo, v. 5, n. 2, 2001. Disponível em: <<http://www.ecologyandsociety.org/vol5/iss2/art12/>>. Acesso em: 15 maio 2005.
- BOURGEOIS, R.; HERRERA, D. **Filières et dialogue pour l'action**: La méthode Cadiac. Cirad: Montpellier, 1998. 175 p.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Lista nacional da fauna brasileira ameaçadas de extinção**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/sbf/fauna/index.cfm>>. Acesso em: 19 ago. 2007.
- CAMPANHOLA, C. **Novos significados e desafios**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 51 p.
- CAMPOS, L. B.; CORRÊA, G. A. **Comércio e meio ambiente**: atuação diplomática brasileira em relação ao selo verde. Brasília, DF: Instituto Rio Branco, 1998. p. 40-66.
- CAPALBO, D. M. F. **Bacillus thuringiensis**: este auxiliar ainda pouco conhecido. 1998. Disponível em: <http://www.radiobras.gov.br/ct/artigos/1998/artigo_260698.htm>. Acesso em: 11 jan. 2007.
- CAPORAL, F. R. Em direção à extensão rural do futuro: possíveis no Rio Grande do Sul. In: BRACAGIOLI NETO, A. (Org.). **Sustentabilidade e cidadania**: papel da Extensão Rural. Porto Alegre: EMATER-RS, 1999. v. 1, p. 121-171.
- CARDOSO, L. M. F. **Indicadores de produção limpa**: uma resposta para análise de relatórios ambientais de empresas. 2004. 155 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador.

CARVALHO, J. L. N. **Conversão do cerrado para fins agrícolas na Amazônia e seus impactos no solo e meio ambiente**. 2006. 96 p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

CASTRO, A. M. G.; COBBE, R. V.; QUIRINO, T. R.; LUCHIARI JUNIOR, A.; MARTINS, M. A. G. Aplicação do enfoque sistêmico na gestão de C&T. In: GOEDERT, W. J.; PAEZ, M. L. D’Á.; CASTRO, A. M. G. (Ed.). **Gestão em ciência e tecnologia: pesquisa agropecuária**. Brasília, DF: EMBRAPA-SPI, 1994. p. 77-104.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. **Nosso futuro comum**. 2. ed. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1991. 430 p.

COMMISSION EUROPÉENNE. **De nouvelles perspectives pour le développement rural de l’UE**. Communates européennes, 2004. Disponível em: <http://europa.eu.int/comm/agriculture/publi/fact/rurdev/refprop_fr.pdf>. Acesso em: 5 maio 2005.

CONSELHO NACIONAL DE SEGURANÇA ALIMENTAR – Consea. **Princípios e diretrizes de uma política de segurança alimentar e nutricional: textos de referência da II Conferência Alimentar Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional**. Brasília, DF, 2004. 80 p.

CONWAY, G. R.; BARBIER, E. D. **After the green revolution: sustainable agriculture for development**. London: Earthscan, 1990. 209 p.

COSTA, M. M. da. **Princípios de ecologia industrial aplicados à sustentabilidade ambiental e aos sistemas de produção de aço**. 2002. 257 p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

COSTA, R. da. Inteligência afluyente e ação coletiva: a expansão das redes sociais e o problema da assimetria indivíduo/grupo. **Razón y Palabra**, Monterrey, n. 41, oct./nov. 2004. Disponível em: <<http://www.razonypalabra.org.mx/antteriores/n41/rdacosta.html>>. Acesso: 13 abril 2006.

DERPSCH, R. Histórico, requisitos, importância e outras considerações sobre o plantio direto no Brasil. In: TORRADO, P. V.; ALOISI, R. R. (Coord.). **Plantio direto no Brasil**. Campinas: Fundação Cargill, 1984. p. 1-12.

DRUMMOND, J. A. A legislação ambiental brasileira de 1934 a 1988: comentários de um cientista ambiental simpático ao conservadorismo. **Ambiente & Sociedade**, Campinas, v. 2, n. ¾, p. 127-149, 1999.

DUARTE, L. M. G. Globalização, agricultura e meio ambiente: o paradoxo do desenvolvimento dos cerrados. In: DUARTE, L. M. G.; BRAGA, M. L. de S. (Org.). **Tristes Cerrados: sociedade e biodiversidade**. Brasília: Paralelo 15, 1998. p. 11-22.

DUARTE, L. M. G. Introdução - desenvolvimento sustentável: um olhar sobre os Cerrados brasileiros. In: DUARTE, L. M. G.; THEODORO, S. H. (Org.).

Dilemas dos Cerrados: entre o ecologicamente (in)correto e o socialmente (in)justo. Rio de Janeiro: Garamond, 2002. p. 11-24.

EMBRAPA. **Sistema de estatísticas conjunturais.** Disponível em: <<http://ingprod.sede.embrapa.br/8888/agrotec/jsp/index.psp>>. Acesso em: 10 abr. 2005.

EMBRAPA. Serviço de Produção de Informação. **Recomendações técnicas para arroz em regiões com deficiência hídrica:** zonas 10, 16, 19, 20, 58, 59, 60, 61 e 91. Brasília, DF, 1992. 130 p.

EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO. **Produção de grão no Brasil.** Disponível em: <<http://www.cnpaf.embrapa.br/socioeconomia>>. Acesso em: 4 dez. 2006.

EMBRAPA MANDIOCA E FRUTICULTURA. **Banana:** perguntas e respostas. Disponível em: <http://www.cnpmf.embrapa.br/index.php?p=perguntas_e_respostas-banana.php>. Acesso em: 15 mar. 2006.

EMBRAPA MEIO AMBIENTE. **Impacto ambiental e implicações sócio-econômicas da agricultura intensiva em água subterrânea.** Jaguariúna, 1999. 36 p. Relatório de projeto.

ENZENSBERGER, H. M. **Contribución a la crítica de la ecología política.** Mexico: Universidad Autónoma de Puebla, 1976. 63 p.

FAGERIA, N. K. **Solos tropicais e aspectos fisiológicos das culturas.** Brasília, DF: EMBRAPA-DPU, 1989. 425 p. (EMBRAPA-CNPAF. Documentos, 18).

FAO. **Água na agricultura.** Roma, 1998. 18 p. Relatório técnico.

FEARNSIDE, P. M. Alternativas de desenvolvimento na Amazônia brasileira: uma avaliação ecológica. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 38, n. 1, p. 37-59, jan. 1986.

FEARNSIDE, P. M. Fogo e emissão de gases de efeito estufa dos ecossistemas florestais da Amazônia brasileira. **Estudos avançados**, São Paulo, v. 16, n. 44, p. 99-123, jan./abr. 2002. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ea/v16n44/v16n44a07.pdf>>. Acesso em: 17 Set. 2007.

FERRAZ, J. M. G. As dimensões da sustentabilidade e seus indicadores. In: MARQUES, J. F.; SKORUPA, L. A.; FERRAZ, J. M. G. (Ed.). **Indicadores de sustentabilidade em agroecossistemas.** Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2003. p. 15-35.

FERREIRA, A. B. de H. **Novo dicionário Aurélio da língua portuguesa.** 2. ed. São Paulo: Nova Fronteira, 1986. 1838 p.

- FERREIRA, C. M. **Sustentabilidade de sistemas de produção de grãos: caso do arroz de terras altas.** 2007. 318 f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável) - Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, Brasília, DF.
- FERREIRA, C. M.; MORCELI, P. Mercado e comercialização. In: SANTOS, A. B. dos; STONE, L. F.; VIEIRA, N. R. de A. (Ed.). **A cultura do arroz no Brasil.** 2. ed. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006. p. 983-1000.
- FERREIRA, C. M.; YOKOYAMA, L. P. **Cadeia produtiva da cultura do arroz na Região Centro-Oeste.** Brasília, DF: Embrapa Produção de Informação, 1999. 110 p.
- FERREIRA, C. M.; PINHEIRO, B. da S.; SOUSA, I. S. F. de; MORAIS, O. P. de. **Qualidade do arroz no Brasil: evolução e padronização.** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2005a. 61 p.
- FERREIRA, C. M.; SILVA, S. C. da; LANNA, A. C.; BARRIGOSI, J. A. F.; WANDER, A. E. Climatic zoning for upland rice in Brazil: economic, social and environmental impacts. In: DEUTSCHER TROPENTAG 2005: CONFERENCE ON INTERNATIONAL AGRICULTURAL RESEARCH FOR DEVELOPMENT, 2005, Stuttgart, Hohenheim. **Proceedings...** Stuttgart-Hohenheim: 2005b. Disponível em: <<http://www.tropentag.de/2005/abstracts/full/144.pdf>>. Acesso em: 10 jan. 2007.
- FERREIRA, J. A.; SIMÕES, M. L.; MILORI, D. M. B. P.; MARTIN NETO, L.; HAYES, M. H. B.; MAO, J.; SCHMIDT-ROHR, K. **Caracterização espectroscópica da matéria orgânica do solo.** São Carlos: Embrapa Instrumentação Agropecuária, 2004. 3 p. (Embrapa Instrumentação Agropecuária. Circular técnica, 24).
- FISCHER-KOWALSKI, M. On the history of industrial metabolism. In: BOURG, D.; ERKMAN, S. (Ed.). **Perspectives on industrial ecology.** Sheffield: Greenleaf Publishing, 2003. p. 35-45.
- FISCHER-KOWALSKI, M.; HABERL, H. Sustainable development: socio-economic metabolism and colonization of nature. **International Social Science Journal**, Oxford, v. 158, n. 4, p. 573-587, 1998.
- FRAGOMENI, A.L. M. **Parques industriais ecológicos como instrumento de planejamento e gestão ambiental cooperativa.** 2005. 110 p. Dissertação (Mestrado). – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- GALLOPIN, G.; THRUPP, L. A.; KAIMOWITZ, D.; VEIGA, J. E. da; TRIGO, E.; ALTIERI, M.; BÁRCENA, A.; TOLEDO, V. **Semillas para el futuro: agricultura sostenible y recursos naturales en las Américas.** San José: Grupo Interamericano para el Desarrollo Sostenible de la Agricultura e los Recursos Naturales, 1995. 68 p.

GASQUES, J. G.; CONCEIÇÃO, J. C. P. R. da. **Transformações estruturais da agricultura e produtividade total dos fatores**. Brasília, DF, 2000. 62 p. (Textos para Discussão, 768).

GHINI, R.; BETTIOL, W. Proteção de plantas na agricultura sustentável. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, DF, v. 17, n. 1, p. 61-70, jan./abr. 2000.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecology**: ecological processes in sustainable agriculture. Boca Raton: CRC Press, 1998. 357 p.

GODARD, O. A gestão dos recursos naturais e do meio ambiente: conceitos, instituições e desafios de legitimação. In: VIEIRA, P. F.; WEBER, J. (Org.). **Gestão de recursos naturais renováveis e desenvolvimento**: novos desafios para a pesquisa ambiental. São Paulo: Cortez, 1997. p. 201-266.

GORDON C. **Produção de alimentos no século XXI**. São Paulo: Estação Liberdade, 2005. 376 p.

GREENSPAN, A. **A era da turbulência**: aventuras em um novo mundo. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008. 520 p.

HARDI, P.; ZDAN, T. **Assessing sustainable development**: principles in practice. Winnipeg: International Institute for Sustainable Development, 1997. 116 p.

IBGE. **Perfil dos municípios brasileiros**: médio ambiente 2002. Rio de Janeiro. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/perfilmunic/meioambiente2002/meio_ambiente2002.pdf> . Acesso em: 29 nov. 2006.

IBGE. **Questionário da Pintec 2000**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/industria/pintec/pintec2000.pdf>> . Acesso em: 11 jul. 2005.

IBGE. **Produção agrícola municipal**: culturas temporárias e permanentes. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>> . Acesso em: 16 jun. 2007.

INSTITUTO NACIONAL DE PROCESSAMENTO DE EMBALAGENS VAZIAS. **Institucional**. Disponível em: <<http://www.inpev.org.br/institucional/inpev/inpev.asp>> . Acesso em: 29 nov. 2006.

JESUS K. R. E. de; LANNA, A. C.; VIEIRA, F. D.; ABREU, A. L. de; LIMA, D. U. de. A proposed risk assessment method for genetically modified plants. **Appied Biosafety**, Mundelein, v. 11, n. 3, p. 127-137, 2006.

JUNG-JENG, S.; BEE-YANG, L.; YUAN-CHIE, C. Emission of greenhouse gas from livestock waste and wastewater treatment in Taiwan. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 95, n. 1, p. 253-263, Apr. 2003.

KEFFER, C.; SHIMP, R.; LEHNI, M. **Eco-efficiency indicators & reporting:** reporting on the status of the project's work in progress and guideline for pilot application. 1999. Disponível em: <<http://www.belspo.be/platformisd/Nederlands/biliotheek.Htm>> . Acesso em: 14 nov. 2004.

KLUTHCOUSKI, J.; BOUZINAC, S.; SEGUY, L. Preparo do solo. In: ZIMMERMANN, M. J. de O.; ROCHA, M.; YAMADA, T. (Ed.). **Cultura do feijoeiro:** fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1988. p. 249-259.

LAARNAN, J. G. Avaliação do impacto ambiental de projetos de desenvolvimento rural. In: IICA. **Desenvolvimento rural e impacto ambiental:** Brasília, DF, 1993. 379 p. (IICA. Publicações Miscelâneas, A4/Br-002/93).

LAL, R. **Métodos para avaliação do uso sustentável dos recursos solo água nos trópicos.** Jaguariúna: Embrapa Meio-Ambiente, 1999. 97 p. (Embrapa Meio Ambiente. Documentos, 3).

LANDERS, J. N. **Fascículo de experiência em plantio direto no cerrado.** Goiânia: Associação Plantio Direto, 1995. 261 p.

LANNA, A. C. **Impacto ambiental de tecnologias, indicadores de sustentabilidade e metodologias de aferição:** uma revisão. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2002. 31 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 144).

LAUSCHNER, R. **Agribusiness, cooperativa e produtor rural.** São Leopoldo: Unisinos, 1995. 296 p.

LIMA, M. do C. de; BURSZTYN, M. **Ciência e tecnologia para o desenvolvimento sustentável.** Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, 2000. Disponível em: <<http://www.seplan.go.gov.br/download/cienctecn.pdf>> . Acesso em: 17 mar. 2006.

MACHADO, J. A. da C.; FENZL, N. A sustentabilidade do desenvolvimento e a demanda material da economia: o caso do Brasil comparado ao de países industrializados. **Novos Cadernos NAEA**, Belém, v. 3, n. 2, p. 79-143, dez. 2000. Disponível em: <<http://www.naea-ufpa.org/revistaNCN/ojs/viewarticle.php?id=51&layout=html>> . Acesso em: 19 out. 2004.

MANZINI, E.; VEZZOLI, C. **O Desenvolvimento de produtos sustentáveis:** os requisitos ambientais dos produtos industriais. São Paulo: Edusp, 2002. 307 p.

MARCATTO, C. **Agricultura sustentável:** conceitos e princípios. Disponível em: <http://www.redeambiente.org.br/Artigos.asp?id_dir=6> . Acesso em: 18 mar. 2006.

MARTINS, S. R. **A responsabilidade acadêmica na sustentabilidade do desenvolvimento**: as ciências agrárias e a (falta de) percepção dos ecossistemas. Disponível em: <<http://agroeco.org/brasil/material/Eisforiasrmartins.rtf>> . Acesso em: 18 mar. 2006.

MARZALL, K. **Indicadores de sustentabilidade para agroecossistemas**. 1999. 159 p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

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

MATHIS, A. Instrumentos para o desenvolvimento sustentável regional. **Revista Estudos Administrativos e Contábeis**, Belém, v. 2, n. 2, p. 9-10, 2001.

MATSUOKA, M.; MENDES, I. C.; LOUREIRO, M. F. Biomassa microbiana e atividade enzimática em solos sob vegetação nativa e sistemas agrícolas anuais e perenes na região de Primavera do Leste (MT). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 27, n. 3, p. 425-433, maio/jun. 2003.

McCORMICK, J. **Rumo ao paraíso**: a história do movimento ambientalista. Rio de Janeiro: Relume-Dumará, 1992. 224 p.

MEADOWS, D. **Indicators and information systems for sustainable development**. 1998. Disponível em: <http://www.iisd.org/pdf/s_ind_2.pdf> . Acesso em: 27 nov. 2004.

MENEZES, E. de L. A. **Controle biológico**: na busca pela sustentabilidade da agricultura brasileira. Disponível em: <http://www.cnpab.embrapa.br/publicacoes/artigos/artigo_controle_biologico.html> . Acesso em 11 jan. 2007.

MILLER, F. P. Fertilizantes e o meio ambiente. In: WHITE, W. C.; COLLINS, D. N. (Ed.). **Manual de fertilizantes**. São Paulo: IPT, 1976. p. 25-51.

MIRANDA, E. E. de; MIRANDA, J. R.; BATISTELA, M.; MATTOS, C. de O.; MANGABEIRA, J. A. de C. **Considerações sobre o impacto ambiental das queimadas da palha de cana-de-açúcar**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 1997. 21 p. (Embrapa-NMA. Circular técnica, 2).

MOONEY, P. R. **O escândalo das sementes**: o domínio na produção de alimentos. São Paulo: Nobel, 1987. 146 p.

MOREIRA, R. J. **Críticas ambientalistas à Revolução Verde**. Rio de Janeiro: UFRRJ, 2000. p. 39-52. (Estudos Sociedade e Agricultura, 15).

MORIN, E. **O método**: a natureza da natureza. 3. ed. Lisboa: Publicações Europa-América, 1997. 363 p.

MORIN, E. **Saberes globais e saberes locais**: o olhar multidisciplinar. Rio de Janeiro: Garamond, 2000. 68 p.

NELISSEN, N.; STRAATEN, J. Van Der; KLINKERS, L. (Ed.). **Classics in environmental studies**: an overview of classic texts in environmental studies. Utrecht: International Books, 1997. 422 p.

NEPSTAD, D. C.; MOREIRA, A. G.; ALENCAR, A. A. **A floresta em chamas**: origens, impactos e preservação do fogo na Amazônia. Brasília, DF: Programa Piloto para a Proteção de Florestas Tropicais do Brasil, 1999. 202 p.

NEVES, M. F. Introdução ao marketing, networks e agronegócios. In: NEVES, M. F.; CASTRO, L. T. (Org.). **Marketing e estratégias em agronegócios e alimentos**. São Paulo: Atlas, 2003. p. 28-52.

NOBREGA, R. C. da; ENCINAS, J. I. Uso atual do solo do projeto ecomuseu do cerrado. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 30, n. 1, p. 117-122, jan./fev. 2006.

OECD - Organisations For Economic Co-operation and development. **Agriculture and the environment**: lessons learned from a decade of OECD work. Disponível em: <<http://www.oecd.org/dataoecd/15/28/33913449.pdf>> . Acesso em: 23 jan. 2006.

OLIVEIRA, G. C.; DIAS JUNIOR, M. S.; CURTI, N.; RESCK, D. V. S. Compressibilidade de um Latossolo Vermelho argiloso de acordo com tensão de água no solo, uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 27, n. 5, p. 773-781, set./out. 2003.

OLIVETTE, M. P. de A. A questão regional no contexto da sustentabilidade frente à competitividade: uma breve reflexão. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 36, n. 5, p. 7-14, maio 2006.

OLSON, M. **A lógica da ação coletiva**: os benefícios públicos e uma teoria dos grupos sociais. São Paulo: Edusp, 1999. 201 p.

ONGLEY, E. D. **Lucha contra la contaminación agrícola de los recursos hídricos**. 1997. 120 p. (Estudio FAO. Riego y Drenaje, 55). Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/W2598S/W2598S00.htm>> . Acesso em: 27 nov. 2006.

PEREIRA, A. S.; MAY, P. H. Economia do aquecimento global. In: MAY, P. H.; LUSTOSA, M. C.; VINHA, V. (Org.). **Economia do meio ambiente**. São Paulo: Campus, 2003. p. 219-244.

PIORR, H. P. Environmental policy, agri-environmental indicators and landscape indicators. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 98, n. 1/3, p. 17-33, Sept. 2003.

POLASTRO, D. **Estudo dos casos de intoxicação ocasionadas pelo uso de agrotóxicos no Estado do Paraná, durante o período de 1990 a 2000**. 2005. 116 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Agroecossistemas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

QUIRINO, T. R.; IRIAS, L. J. M.; WRIGTH, J. T. C. **Impacto ambiental: perspectivas, problemas e prioridades**. São Paulo: E. Blucher, 1999. 184 p.

REBITZER, G.; EKVALL, T.; FRISCHKNECHT, R.; HUNKELER, D.; NORRIS, G.; RYDBERG, T.; SCHMIDT, W. P.; SUH, S.; WEIDEMA, B. P.; PENNINGTON, D. W. **Life cycle assessment**. Part 1: framework, goal and scope definition, inventory analysis and applications. **Environmental International**, New York, v. 30, n. 5, p. 701-720, Jul. 2005.

REBOUÇAS, A. C. Proteção dos recursos hídricos. In: BENJAMIN, A. H. (Ed.). **Direito, água e vida**. São Paulo: Instituto O Planeta Verde, 2003. p. 247-280.

REIJNTJES, C.; HAVERKORT, B.; WATERS-BAYER, A. **Agricultura para o futuro: uma introdução à agricultura sustentável e de baixo uso de insumos externos**. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1994. 324 p.

REIS, M. de S.; SOARES, A. A.; GUIMARÃES, C. M. Plantio direto em arroz. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 25, n. 222, p. 52-60, 2004.

RESENDE, Á. V. de. **Agricultura e qualidade da água: contaminação da água por nitrato**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2002. 29 p. (Embrapa Cerrados. Documentos, 57).

RIBEIRO, A. L. **Indicadores de sustentabilidade para a Amazônia**. 2002. 280 p. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável) – Universidade Federal do Pará, Belém.

RODRIGUES, E. F. **Externalidade negativas ambientais e o princípio do poluidor pagador**. Disponível em: < <http://www.direitonet.com.br/artigos/x/22/27/2227/>>. Acesso em: 26 maio 2006.

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

RODRIGUES, G. S.; MOREIRA-VIÑAS, A. An environmental impact assessment system for responsible rural production in Uruguay. **Journal of Technology Management & Innovation**, v. 2, n. 1, p. 42-54, 2007.

RODRIGUES, G. S.; RODRIGUES, I. A.; BUSCHINELLI, C. C. de A.; LIGO, M. A. V.; PIRES, A. M. M.; FRIGHETTO, R. T. S.; IRIAS, L. J. M. Sócio-environmental impact of biodiesel production in Brazil. **Journal of Technology Management & Innovation**, v. 2, n. 2, p. 46-65, 2007.

RODRIGUES, G. S.; CAMPANHOLA, C.; RODRIGUES, I.; FRIGHETTO, R. T. S.; VALARINI, P. J.; RAMOS FILHO, L. O. Gestão ambiental de atividades rurais: estudo de caso em agroturismo e agricultura orgânica. **Agricultura em São Paulo**, São Paulo, v. 53, n. 1, p. 17-31, jan./jun. 2006.

SÁ, L. M. B. de M. **Atitude transdisciplinar** - pertencimento. In: CONGRESSO MUNDIAL DE TRANSDISCIPLINARIDADE, 2., 2005, Vitória, ES. **Anais...** [São Paulo: CIRET], 2005. 7 p.

SACHS, I. **Caminhos para o desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro: Garamond, 2000. 96 p.

SACHS, I. **Estratégias de transição para o século XXI**: desenvolvimento e meio ambiente. São Paulo: Nobel, 1993. 103 p.

SCHEJTMAN, A.; BERDEGUÉ, J. **Desarrollo territorial rural**. Santiago: RIMISP, 2003. 54 p.

SEMLER, R. **Você está louco!** uma vida administrada de outra forma. Rio de Janeiro: Rocco, 2006. 255 p.

SHNEIDER, S. A abordagem territorial do desenvolvimento rural e suas articulações externas. **Sociologia**, Porto Alegre, v. 6, n. 11, p. 88-125, jan./jun. 2004.

SILVA, J. de S. A mudança de época e o contexto global cambiante: implicações para a mudança institucional em organizações de desenvolvimento. In: VALLE, S. M. (Org.). **Mudança organizacional**: teoria e gestão. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 2003. p. 65-110.

SILVA, J. G. da. **A modernização dolorosa**: estrutura agrária, fronteira agrícola e trabalhadores rurais no Brasil. Rio de Janeiro: Zahar, 1982. 192 p.

SOUSA, I. S. F. de. **Classificação e padronização de produtos, com ênfase na agropecuária**: uma análise histórica-conceitual. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. 117 p. (Texto para Discussão, 10).

SOUSA, I. S. F. de. **A sociedade, o cientista e o problema de pesquisa**: caso do setor agrícola brasileiro. Brasília, DF: EMBRAPA-SPI, 1991. 234 p.

TONKINWISE, C. **Asia-Pacific Centre for Dematerialisation Design**: designing less materials intense societies in North East and South East Asia and Australia: proposed. Disponível em: <<http://www.changedesign.org/DMat/documents/DraftProposalForAPC.pdf>>. Acesso em: 15 mar. 2006.

VEIGA, J. E. da; ABROMOVAY, R.; EHLERS, E. Em direção a uma agricultura mais sustentável. In: RIBEIRO, W. C. (Org.). **Patrimônio ambiental brasileiro**. São Paulo: Edusp, 2003. p. 305-333.

VEIGA, M. M.; SILVA, D. M.; VEITA, L. B. E.; FARIA, M. V. de C. Análise da contaminação dos sistemas hídricos por agrotóxicos numa pequena comunidade rural do sudeste do Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 11, p. 2391-2399, nov. 2006.

VICENTE, J. R. Mudança tecnológica, de eficiência e produtividade total de fatores na agricultura brasileira, 1970-95. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, 31., 2003, Porto Seguro, BA. **Anais.. Recife: ANPEC, 2003.** p. 1-18.

VIOTTI, E. B. Introdução: a herança de um estilo de desenvolvimento. In: BURSZTYN, M. (Ed.). **Ciência, ética e sustentabilidade: desafios ao novo século**. São Paulo: Cortez, 2001. p. 143-158.

VIVIEN, F. D. **Le développement soutenable**. Paris: Éditions La Découverte, 2005. 122 p.

WEHRMANN, M. E. de F. **A soja no cerrado de Roraima: um estudo da penetração da agricultura moderna em regiões de fronteira**. 2000. 250 p. Tese (Doutorado em Sociologia) – Universidade de Brasília, Brasília, DF.

WORLD BUSINESS COUNCIL FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT. **Sustainable production and consumption: a business perspective**. 1996. 36 p.

WORLD BUSINESS COUNCIL FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT. **Eco-efficiency indicators: a tool for better decision-making**. 1999. 4 p.

ANEXOS

Anexo 1

Base de dados e construção dos indicadores do Método de Percepção da Sustentabilidade de Sistema de Produção de Arroz de Terras Altas - MPSAT

Localidade: Município de Paranatinga-MT

Data: Maio de 2007

Responsável (is) pelo levantamento: Carlos Magri Ferreira

Instruções para o preenchimento: as respostas dos quesitos deverão ser colocadas nos espaços reservados para tal fim. Existem dois tipos de respostas, quantitativa e opção por uma alternativa. Nesse caso, assinalar colocando "X" e não marcar mais de um item.

		Ponderação
INDICADOR (AM.1) - Topografia das áreas de cultivo (Atributo 1)		50
Atributo 1	As áreas utilizadas para lavouras de arroz possuem topografia (1)	50
Ponderação	Totalmente adequada	
50	X Parcialmente adequada	
	Inadequada	
INDICADOR (AM.2) - Zoneamento agroclimático (Atributos 2, 3 e 4)		100
Atributo 2	Existe o zoneamento agroclimático do arroz para a região (2)	100
Ponderação	X Sim	
100	Não	
Atributo 3	O zoneamento agroclimático é favorável ao cultivo do arroz na região (3)	100
Ponderação	X Sim	
100	Com restrições	
	Não	
Atributo 4	O plantio é realizado (4)	100
Ponderação	1 Seguindo as recomendações do zoneamento agroclimático	
100	De acordo com a disponibilidade de área preparada e chuvas	
	De acordo com a disponibilidade de máquinas	
	Depois de executado o plantio das demais culturas	
INDICADOR (AM.3) - Resiliência (Atributos 5 a 8)		60
Atributo 5	Os problemas de erosão (5)	50
Ponderação	Ocorrem dentro de padrões esperados e não chegam a ser visíveis	
50	X São visíveis, mas não causam preocupações	
	São visíveis e causam preocupações	
Atributo 6	Os problemas de compactação (6)	0
Ponderação	Ocorrem dentro de padrões esperados e não chegam a ser visíveis	
0	São visíveis, mas não causam preocupações	
	X São visíveis e causam preocupações	
Atributo 7	Considerando os últimos cinco anos, a frequência de fertilizantes utilizada tem (7)	100
Ponderação	X Diminuído	
90	Mantido a mesma	
	Aumentado	

	Considerando os últimos cinco anos, a quantidade de fertilizantes utilizada tem (8)	100
	X Diminuído	
	Mantido a mesma	
	Aumentado	
	Considerando os últimos cinco anos, a quantidade de calcário utilizada tem (9)	100
	X Diminuído	
	Mantido a mesma	
	Aumentado	
	Considerando os últimos cinco anos, a frequência de calcário utilizada tem (10)	100
	X Diminuído	
	Mantido a mesma	
	Aumentado	
	Considerando os últimos cinco anos, a quantidade de fertilizante químico utilizada por hectare está (11)	50
	Diminuindo	
	X Estável	
	Aumentando	
Atributo 8	Já foi detectado cientificamente ou percebe-se algum problema de contaminação do solo (12)	100
Ponderação	Sim Qual	
100	X Não	
	Já foi detectado cientificamente ou percebe-se algum problema de contaminação da água (13)	100
	Sim Qual	
	X Não	
	Já foi detectado cientificamente ou percebe-se algum problema de contaminação do ar (14)	100
	Sim Qual	
	X Não	
INDICADOR (AM.4) - Resistência a pragas e doenças (Atributos 9 e 10)		53
Atributo 9	Considerando os últimos cinco anos, a frequência de pulverização está (15)	50
Ponderação	Diminuindo	
50	X Estável	
	Aumentando	
	Considerando os últimos cinco anos, o número de produtos aplicados está (16)	50
	Diminuindo	
	X Estável	
	Aumentando	
	Os problemas têm sido resolvidos com os produtos e técnicas utilizadas (17)	50
	Totalmente	
	X Parcialmente	
	Nunca	
Atributo 10	Considerando os últimos cinco anos, a participação do agrotóxico no custo de produção por hectare está (18)	60
Ponderação	Diminuindo	
55	X Estável	
	Aumentando	

	Considerando os últimos cinco anos, a quantidade de agrotóxico utilizada por hectare está (19)	50
	Diminuindo	
	X Estável	
	Aumentando	
INDICADOR (AM.5) - Práticas eco-eficientes na limpeza da área (Atributos 11, 12 e 13)		10
Atributo 11	Na região qual o percentual de cultivo que é feito em áreas (20)	30
Ponderação 30	Recém-desmatadas Floresta primária (%) 15 28,75 Floresta secundária(%) 15	71,25
Atributo 12	Ocorrência de desmatamento	0
Ponderação 0		
Atributo 13	Qual o percentual da retirada da vegetação realizado com autorização do órgão oficial (21)	0
Ponderação 0	0 %	
INDICADOR (AM.6) - Práticas conservacionistas (Atributos 14 a 17)		45
Atributo 14	Percentual da área com curvas de níveis, terraceamento e outras formas de contenção do deflúvio (22)	90
Ponderação 90	90	
Atributo 15	Percentual da área com plantio em nível (23)	90
Ponderação 90	90	
Atributo 16	Percentual da área que é intercalada com linhas de árvores (para serem utilizadas com madeira ou frutíferas) (24)	0
Ponderação 0	0	
Atributo 17	Cobertura vegetal entre as safras (25)	0
Ponderação 0	Sim X Não	
	É deixada palhada para proteger o solo do impacto das gotas de chuvas (26)	0
	Sim X Não	
INDICADOR (AM.7) - Práticas conservacionistas para a preservação e melhoria das propriedades químicas e físicas do solo (Atributos 18 a 21)		0
Atributo 18	A dosagem utilizada de calcário e fertilizante consideram (27)	0
Ponderação 0	A análise do solo e as perspectivas de utilização futura da área A análise do solo e uma dosagem padrão para a região X Quantidade mínima por se tratar de arroz	
Atributo 19	Percentual do tipo de fertilização utilizada (28)	0
Ponderação 0	0 Orgânica 0 Mineral 100 Química	
Atributo 20	Utiliza algum composto ou substância reciclada como adubo (29)	0
Ponderação 0	Sim X Não	

	São buscadas maneiras de aproveitar resíduos da propriedade ou de subprodutos de outras localidades (30)	0
	Sim Qual	
	X Não	
	São buscadas maneiras para melhorar o nível de matéria orgânica no solo (31)	0
	Sim Qual	
	X Não	
Atributo 21	Utiliza a prática da adubação verde (32)	0
Ponderação	Sim	
0	X Não	
INDICADOR (AM.8) - Práticas conservacionistas no plantio (Atributos 22, 23 e 24)		43
Atributo 22	Percentual da área com lavoura de arroz que realiza plantio (33)	0
Ponderação	Direto	
0	Mínimo	
	100 Convencional	
Atributo 23	Porcentagem do tipo de semente utilizada (34)	65
Ponderação	30 Certificada	
58	70 Própria	
	Outras	
	Quanto ao custo da semente certificada (35),	50
	É compatível com as vantagens, mas não é encontrada no mercado	
	X É compatível com as vantagens, mas é incompatível com o retorno da cultura	
	É, de alto custo, mas o retorno é compensatório	
Atributo 24	As cultivares disponíveis para a região atendem às exigências quanto ao ciclo (tardias, precoces). Lembrando que a cultivar deve atender ao clima, sistema de rotação, sucessão, tipo de colheita e outras questões (36)	70
Ponderação	São integralmente adaptadas	
70	X São parcialmente adaptadas	
	São pouco adaptadas	
	Não adaptadas	
	Quanto à qualidade dos grãos, as cultivares disponíveis para a região (37)	70
	São integralmente adaptadas	
	X São parcialmente adaptadas	
	São pouco adaptadas	
	Não adaptadas	
	Quanto à resistência e tolerância a pragas e doenças as cultivares disponíveis para a região (38)	70
	São integralmente adaptadas	
	X São parcialmente adaptadas	
	São pouco adaptadas	
	Não adaptadas	
INDICADOR (AM.9) - Práticas conservacionistas no trato culturais (Atributos 25 a 30)		40
Atributo 25	Condições de armazenamento dos agrotóxicos (39)	50
Ponderação	São totalmente adequadas	
50	X São parcialmente adequadas	
	São inadequadas	

Atributo 26 Ponderação 50	São aplicados somente produtos recomendados para a cultura (40)	50
	Sempre	
	X Na maioria das vezes Nunca	
	Leva-se em conta a toxicidade e seletividade do produto (41)	0
	Sempre	
	Na maioria das vezes	
	X Nunca	
	Levam-se em conta as recomendações do fabricante e do assistente técnico (42)	100
	X Sempre	
	Na maioria das vezes	
	Nunca	
Atributo 27 Ponderação 0	É utilizada a técnica de Manejo Integrado de Pragas e Doenças - MIP (43)	0
	Sim	
	X Não	
	São utilizadas técnicas de Controle Biológico (44)	0
	Sim	
	X Não	
Atributo 28 Ponderação 33	O preparo da calda de agrotóxico é feito por pessoal com habilidade para executar a tarefa (45)	0
	Sim	
	X Não	
	O preparo da calda de agrotóxico é feito utilizando Equipamentos de Proteção Individual (EPI) (46)	0
	Sim	
	X Não	
	A quantidade de calda de agrotóxico é feita considerando o tamanho da área a ser pulverizada (47)	100
	X Sim	
	Não	
Atributo 29 Ponderação 80	Percentual do tipo e aplicação mais utilizada (48)	100
	100 Tratorizada	
	0 Manual	
	0 Aérea	
		No momento da aplicação, levam-se em conta as condições climáticas (velocidade de vento, temperatura e outras) (49)
	Sempre	
	X Na maioria das vezes	
	Nunca	
	Calibração e verificação de funcionamento das máquinas são feitas por pessoas especializadas (50)	50
	Sempre	
	X Na maioria das vezes	
	Quase nunca	
	É respeitado o período de carência do produto (51)	100
	X Sempre	
	Na maioria das vezes	
	Nunca	

	As sobras de caldas após a pulverização são (52)	100
	X Pulverizadas em áreas apropriadas para o descarte	
	Descartadas num mesmo ponto mas longe de mananciais e de pontos de fendas (poços e outros)	
	Descartadas num mesmo ponto sem observar a presença de mananciais e de pontos de fendas	
Atributo 30	A operação de pré-lavagem das embalagens é realizada (53)	50
Ponderação 25	Sempre	
	X Na maioria das vezes	
	Nunca	
	O destino das embalagens é realizado conforme determina a legislação (54)	0
	Sempre	
	Na maioria das vezes	
	X Nunca	
INDICADOR (AM.10) - Práticas conservacionistas na colheita (Atributos 31, 32 e 33)		17
Atributo 31	São aplicados métodos para monitorar as perdas durante a colheita (55)	100
Ponderação 50	X Sim Qual Copinho da Embrapa	
	Não	
	Estimativa do percentual de perda durante a colheita (máximo 5%) (56)	0
	5 %	
Atributo 32	As colheitas mecanizadas são realizadas com máquinas devidamente adequadas e reguladas (57)	0
Ponderação 0	Sim	
	X Não	
Atributo 33	O número de colheitadeiras é compatível com a demanda (58)	0
Ponderação 0	Sim	
	X Não	
INDICADOR (AM.11) - Práticas conservacionistas na secagem (Atributos 34, 35 e 36)		17
Atributo 34	Percentual por tipo de secagem do arroz produzido na região (59)	0
Ponderação 0	5 Natural	
	95 Artificial	
Atributo 35	O número de secadores na região é compatível com a demanda na época da colheita (60)	0
Ponderação 0	Sim	
	X Não	
Atributo 36	O processo de secagem do arroz é feito com os mesmos cuidados que é feito de outros grãos (61)	100
Ponderação 50	X Sim	
	Não	
	Existem reclamações ou fatos que demonstram que o processo de secagem afeta a qualidade (62)	0
	X Sim	
	Não	
INDICADOR (AM.12) - Práticas conservacionistas no armazenamento (Atributos 37, 38 e 39)		50
Atributo 37	O processo de armazenagem do arroz é feito com os mesmos cuidados que outros grãos (63)	100
Ponderação 100	X Sim	
	Não	

Atributo 38	O número de armazéns na região é compatível com a necessidades (64)			0
Ponderação	Sim			
0	X	Não		
Atributo 39	Existem reclamações ou fatos que demonstram que durante o armazenamento o produto perde qualidade acima do padrão (65)			0
Ponderação	X	Sim		
50		Não		
		Já foram detectados casos de contaminação de grãos (66)		100
		Sim		
	X	Não		
INDICADOR (AM.13) - Cuidados no transporte (Atributo 40)				100
Atributo 40	As perdas no processo de transporte do arroz (da lavoura -secador-armazém-indústria) são (67)			100
Ponderação	1	Pequenas		
100		Médias		
		Grandes		
INDICADOR (AM.14) - Outras práticas favoráveis (Atributos 41, 42, e 43)				53
Atributo 41	Rotação de culturas (68)			65
Ponderação	Áreas cultivadas em safras anteriores			
60		Com arroz - monocultivo (%)	5	
		Rotação com pastagem (%)	60	
		Rotação com outra lavoura (%)	5	
		Qual Soja	Total rotação	65
Atributo 42	São buscadas maneiras de tornar os ciclos dos nutrientes no solo mais eficientes (69)			0
Ponderação	Sim Qual			
0	X	Não		
Atributo 43	São buscadas práticas integrando lavoura e pecuária (70)			100
Ponderação	X	Sim	Qual	Formação de pasto
100		Não		
INDICADOR (AM.15) - Energias renováveis (Atributo 44)				58
Atributo 44	Considerando os últimos cinco anos, a participação do óleo diesel no custo de produção por hectare está (71)			20
Ponderação	Diminuindo			
58		Estável		
	X	Aumentando		
		Considerando os últimos cinco anos, a quantidade de óleo diesel utilizada por hectare está (72)		50
		Diminuindo		
	X	Estável		
		Aumentando		
		A utilização da biomassa com fonte de energia é essencial para o desenvolvimento (73)		100
	X	Sim		
		Não		
		Que nota de importância merece a função de gerar energia a partir da biomassa (nota de zero a cem) (74)		60
		60		
INDICADOR (AM.16) - Mitigadora de poluição e qualidade do ar (Atributo 45)				20
Atributo 45	Que nota de importância merece a função da biomassa assimilar resíduos (nota de zero a cem) (75)			10
Ponderação	10			
20				

	Que nota de importância merece a função da biomassa manter a composição atmosférica (nota de zero a cem) (76)	30
	30	
INDICADOR (AM.17) - Contribuição do sistema para o efeito estufa (Atributos 46, 47, e 48)		23
Atributo 46	Utiliza o fogo para auxiliar a limpeza da área (77)	0
Ponderação	X Sim	
0	Não	
Atributo 47	Que nota de importância merece a função da biomassa sequestrar e manter o estoque de carbono (nota de zero a cem) (78)	20
Ponderação	20	
20		
Atributo 48	O desmatamento feito na região contribui para o aquecimento (79)	50
Ponderação	Global	
50	X Altera o clima só na região	
	Não altera	
INDICADOR (AM.18) - Manutenção da biodiversidade da fauna e flora (Atributos 49 a 54)		15
Atributo 49	Percentual que a legislação sobre Áreas de Preservação Permanente - APP é obedecida na propriedade (80)	60
Ponderação	60 %	
60		
	100 metros de APP em torno de reservatório artificiais	
	15 metros de APP em torno de reservatório com 10 hectares	
	15 metros de APP em torno de reservatório não utilizados para gerar energia	
	30 metros de mata ciliar ao longo de rios e cursos de água com 10 metros de largura	
	100 metros de mata ciliar ao longo de rios e cursos de água com 10 a 50 metros de largura	
	200 metros de mata ciliar ao longo de rios e cursos de água com 200 a 600 metros de largura	
	500 metros de mata ciliar ao longo de rios e cursos de água com acima de 500 metros de largura	
	50 metros de APP em torno de nascentes	
	topo de montanhas, serra e outros	
	encosta com declive superior acima de 45%	
	bordas dos tabuleiros ou chapadas	
Atributo 50	Percentual que a legislação sobre as Áreas de Reserva Legal - ARL é obedecida (81)	30
Ponderação	30 %	
30		
	80% da propriedade localizada na Amazônia Legal	
	35% se a propriedade localizada região de cerrado na Amazônia Legal	
	20% nas demais regiões	
Atributo 51	São feitos reflorestamentos em áreas estratégicas das propriedades (82)	0
Ponderação	Sim	
0	X Não	
Atributo 52	Já foi detectada cientificamente ou percebe-se alguma ameaça de perda de característica da flora da região (83)	0
Ponderação	X Sim Qual	
0	Não	
	Já foi detectado cientificamente ou percebe-se algum problema de perda de diversidade biológica em relação à fauna da região (84)	0
	X Sim Qual	
	Não	

	Perda de diversidade - o cultivo do arroz ameaça de extinção alguma espécie vegetal (85)	0
	X Diretamente	
	Indiretamente	
	Não interfere	
	Perda de diversidade - o cultivo do arroz ameaça de extinção alguma espécie animal (86)	0
	X Diretamente	
	Indiretamente	
	Não interfere	
Atributo 53	A lavoura do arroz constitui uma ameaça para habitats de vidas selvagens (87)	0
Ponderação	X Diretamente	
0	Indiretamente	
	Não interfere	
Atributo 54	São previstos corredores ecológicos para permitir o deslocamento de animais (88)	0
Ponderação	Sim	
0	X Não	
INDICADOR (AM.19) - Condições e possibilidades de a agricultura cumprir sua missão de gerar alimentos e matérias-primas (Atributo 55)		0
Atributo 55	O volume da produção de outros cereais na região está (89)	0
Ponderação	Aumentando	
0	Estável	
	X Diminuindo	
INDICADOR (AM.20) - Recreação/agroturismo (Atributo 56)		0
Atributo 56	Existe alguma ação ou previsão de associação do sistema com atividades de recreação e ecoturismo (90)	0
Ponderação	Sim	
0	X Não	
INDICADOR (AM.21) - Ações e práticas de exploração da vegetação, integração para melhorar a renda dos produtores (Atributos 57, 58 e 59)		17
Atributo 57	Existe alguma ação ou projeto para manejo e exploração sustentável de vegetação nativa (91)	0
Ponderação	Sim	
0	X Não	
Atributo 58	A vegetação nativa e seus produtos têm importância na formação da renda das propriedades (92)	0
Ponderação	X Baixa	
50	Alta	
	Qual a perspectiva de no futuro a vegetação nativa e seus produtos gerar renda (93)	100
	Baixa	
	X Alta	
Atributo 59	Existem ações concretas ou projetos para exploração de produção de grãos, silvicultura e pecuária (94)	0
Ponderação	Sim Qual	
0	X Não	
INDICADOR (SC.1) - Conformação e harmonia da paisagem (Atributos 60 e 61)		50
Atributo 60	A lavoura do arroz constitui uma ameaça para a configuração da paisagem (formações naturais e obras arquitetônicas com valor estético, histórico e ou místico) (95)	0
Ponderação	X Diretamente	
0	Indiretamente	
	Não interfere	

Atributo 61	O sistema (arroz) altera a harmonia da vegetação de forma (96)	100
Ponderação	X Branda, é possível reconhecer como era o visual da região	
100	É possível reconhecer parcialmente como era o visual da região	
	Interfere de forma radical, não é possível imaginar como era o visual da região	
INDICADOR (SC.2) - Formações naturais e monumentos (Atributo 62)		100
Atributo 62	O sistema (arroz) ameaça curso d'água, lago, várzeas, formação rochosa e outras (97)	100
Ponderação	Sim	
100	X Não	
INDICADOR (SC.3) - Relacionamento com organizações, estruturas e etnias (Atributos 63 a 67)		60
Atributo 63	Com relação a problemas fundiários o sistema de produção de arroz apresenta (98)	100
Ponderação	Conflitos de grandes proporções (ameaçam a atividade)	
100	Conflitos de médias proporções (não ameaçam a atividade)	
	X Sem conflitos fundiários	
Atributo 64	O sistema estimula conflitos entre as etnias ou grupos sociais locais (99)	100
Ponderação	Sim	
100	X Não	
Atributo 65	O sistema é dominado por tecnologias e fatores exógenos que não consideram os saberes e a cultura tradicional do local (100)	0
Ponderação	X Sim	
0	Não	
Atributo 66	O sistema respeita a população e suas atitudes, aptidão e organizações (101)	0
Ponderação	Sim	
0	X Não	
Atributo 67	A forma de funcionamento das empresas respeita as condições culturais da região (102)	100
Ponderação	1 Sim	
100	Não	
INDICADOR (SC.4) - Visibilidade e interesse da sociedade local pelo sistema (Atributos 68 e 69)		0
Atributo 68	Existem mecanismos que visam a divulgar o papel, mostrar as dificuldades gerais e buscar o envolvimento e participação da sociedade, ou seja, mecanismos que aproximem a sociedade do sistema (103)	0
Ponderação	Sim Qual	
0	X Não	
Atributo 69	Existe(m) processo(s) que motiva(m) a mobilização democrática da sociedade civil e a plena participação de todos os setores envolvidos para definir os interesses comuns e soluções coletivas para o setor (104)	0
Ponderação	Sim	
0	X Não	
INDICADOR (SC.5) - Sensibilidade dos atores com os aspectos sociais (Atributo 70)		40
Atributo 70	O nível de responsabilidade social (preocupações com os desdobramentos sociais e ambientais) dos atores, principalmente dos produtores e empresários do sistema de produção de arroz é (105)	40
Ponderação	Forte	
40	Médio	
	X Fraco	
	Não existe	
INDICADOR (SC.6) - Saúde do trabalhador e sua família (Atributos 71, 72 e 73)		33
Atributo 71	Casos de contaminação dos trabalhadores na lavoura de arroz são (106)	50
Ponderação	Muito frequentes	
50	X Pouco frequentes	
	Esporádicos, somente casos isolados acidentais	

	O número de casos de contaminação e intoxicação nos trabalhadores está (107)	50
	Diminuindo	
	1 Estável	
	Aumentando	
	A gravidade dos casos de contaminação e intoxicação nos trabalhadores está (108)	50
	Diminuindo	
	X Estável	
	Aumentando	
	A lida nas lavouras de arroz apresenta riscos à saúde e à integridade física (109)	50
	Menor que as outras atividades agrícolas	
	1 Semelhantes às outras atividades agrícolas	
	Maior que outras atividades agrícolas	
Atributo 72	O acesso à água potável e ao saneamento básico das famílias dos trabalhadores do sistema é (110)	50
Ponderação 50	Acima, quando comparado com trabalhadores de outros sistemas	
	X Semelhante, quando comparado com trabalhadores de outros sistemas	
	Abaixo, quando comparado com trabalhadores de outros sistemas	
	A mortalidade infantil nas famílias dos trabalhadores do sistema é (111)	50
	Acima, quando comparada com trabalhadores de outros sistemas	
	X Semelhante, quando comparada com trabalhadores de outros sistemas	
	Abaixo, quando comparado com trabalhadores de outros sistemas	
	A condição nutricional dos trabalhadores do sistema e de suas famílias é (112)	50
	Acima, quando comparada com trabalhadores de outros sistemas	
	X Semelhante, quando comparada com trabalhadores de outros sistemas	
	Abaixo, quando comparada com trabalhadores de outros sistemas	
Atributo 73	Percentual da produção que é diretamente comercializada para formar estoque do governo e/ou programas públicos para distribuição de alimentos (113)	0
Ponderação 0	10	
INDICADOR (SC.7) - Moradia da família do trabalhador (Atributo 74)		50
Atributo 74	As condições de habitação dos trabalhadores do sistema e de suas famílias são (114)	50
Ponderação 50	Acima, quando comparadas com trabalhadores de outros sistemas	
	X Semelhante, quando comparadas com trabalhadores de outros sistemas	
	Abaixo, quando comparadas com trabalhadores de outros sistemas	
INDICADOR (SC.8) - Educação da família do trabalhador (Atributo 75)		50
Atributo 75	O acesso à escola dos trabalhadores do sistema e de suas famílias é (115)	50
Ponderação 50	Acima, quando comparado com trabalhadores de outros sistemas	
	X Semelhante, quando comparado com trabalhadores de outros sistemas	
	Abaixo, quando comparado com trabalhadores de outros sistemas	
INDICADOR (SC.9) - Evolução da ocupação de pessoal empregado pelo sistema (Atributos 76 e 77)		0
Atributo 76	Considerando as últimas cinco safras, o número de trabalhadores na lavoura de arroz está (116)	0
Ponderação 0	Aumentando	
	Estável	
	X Diminuindo	

Atributo 77	Considerando as últimas cinco safras, o número de trabalhadores na empresas de insumos e equipamentos está (117)	0
Ponderação 0	Aumentando Estável X Diminuindo	
	Considerando as últimas cinco safras, o número de trabalhadores nas empresas de secagem está (118)	0
	Aumentando Estável X Diminuindo	
	Considerando as últimas cinco safras, o número de trabalhadores nos armazéns está (119)	0
	Aumentando Estável X Diminuindo	
	Considerando as últimas cinco safras, o número de trabalhadores nas agroindústrias está (120)	0
	Aumentando Estável X Diminuindo	
INDICADOR (SC.10) - Evolução da renda gerada pelo sistema (Atributos 78 a 81)		43
Atributo 78	A renda dos trabalhadores do sistema é (121)	50
Ponderação 50	X Acima, quando comparado com trabalhadores de outros sistemas Semelhante, quando comparado com trabalhadores de outros sistemas Abaixo, quando comparado com trabalhadores de outros sistemas	
Atributo 79	Considerando as últimas cinco safras, a renda dos trabalhadores nas lavouras de arroz está (122)	100
Ponderação 100	X Aumentando Estável Diminuindo	
Atributo 80	Considerando os últimos cinco anos, a renda do produtor está (123)	0
Ponderação 0	X Diminuindo Estável Aumentando	
Atributo 81	Considerando os últimos cinco anos, os negócios com empresas de máquinas e equipamentos estão (124)	0
Ponderação 20	X Diminuindo Estáveis Aumentando	
	Considerando os últimos cinco anos, os negócios e a renda das empresas de secagem estão (125)	0
	X Diminuindo Estáveis Aumentando	
	Considerando os últimos cinco anos, os negócios e a renda dos armazéns está (126)	0
	X Diminuindo Estáveis Aumentando	

	Considerando os últimos cinco anos, a renda dos trabalhadores no sistema (fora os que trabalham diretamente na lavoura) estão (127)	100
	Diminuindo	
	Estável	
	X Aumentando	
	Considerando os últimos cinco anos, a renda por tonelada beneficiada está (128)	0
	Aumentando	
	Estável	
	1 Diminuindo	
INDICADOR (EC.1) - Monitoramento e análises dos riscos (Atributos 82 a 87)		4
Atributo 82	É utilizado algum sistema de monitoramento de contaminação do recurso natural solo (129)	0
Ponderação	Sim	
0	X Não	
Atributo 83	É utilizado algum sistema de monitoramento de contaminação do recurso natural água (130)	0
Ponderação	Sim	
0	X Não	
Atributo 84	É utilizado algum sistema de monitoramento de contaminação do recurso natural ar (131)	0
Ponderação	Sim	
0	X Não	
Atributo 85	Os instrumentos econômicos para precaução de riscos de mercado são (132)	0
Ponderação	Totalmente adequados	
0	Parcialmente adequados	
	X Inadequados	
Atributo 86	Os riscos e ameaças (gerais, considerando adversidades climáticas, eventos biológicos, comercialização e outros) para a produção são (133)	0
Ponderação	Baixos	
0	Médios	
	X Altos	
	Os riscos e ameaças agrônômicas para a produção são (134)	0
	Baixos	
	Médios	
	X Altos	
	Os riscos e ameaças climáticas para a produção são (135)	0
	Baixos	
	Médios	
	X Altos	
Atributo 87	Os riscos e ameaças concorrenciais do mesmo produto de outras regiões são (136)	50
Ponderação	Baixos	
25	X Médios	
	Altos	
	Os riscos e ameaças concorrenciais de outros produtos agrícolas produzidos na mesma região são (137)	0
	Baixos	
	Médios	
	X Altos	

INDICADOR (EC.2) - Inovação tecnológica (Atributos 88 a 90)		12
Atributo 88	As empresas investiram ou têm perspectiva de investimentos na busca de inovações tecnológicas (138)	0
Ponderação	Sim	
0	X Não	
Atributo 89	Disponibilidade de informações para condução da lavoura dessas cultivares (densidade, espaçamento, nível de adução, ponto de colheita e outros) (139)	30
Ponderação	Existem informações detalhadas mas não são seguidas	
10	Existem informações detalhadas e são seguidas	
	X Existem informações geral	
	Não existem informações	
	As especializações dos técnicos e o número de empresas de extensão e assistência técnica são suficientes (140)	0
	Sim	
	X Não	
	O acesso e a disponibilidade de informações técnicas para a agricultura são (141)	0
	Fáceis	
	Médias	
	X Díficeis	
Atributo 90	O número de pesquisas e de inovações geradas pelas instituições públicas e privadas de pesquisa para o sistema (142)	50
Ponderação	É insuficiente	
25	X Atende parcialmente	
	É adequado	
	O acesso e a disponibilidade de informações técnicas para eles fora das unidades de produção são (143)	0
	Fáceis	
	Médias	
	X Díficeis	
INDICADOR (EC.3) - Gestão para adequação mercadológica (Atributos 91 a 96)		8
Atributo 91	Quanto aos instrumentos, o nível de informações sobre mercado é (144)	0
Ponderação	Totalmente adequados	
0	Parcialmente adequados	
	X Inadequados	
Atributo 92	Os produtores fazem levantamentos para definir melhores alternativas de mercado para seus produtos (145)	0
Ponderação	Para a produção total	
0	Para a produção parcial	
	X Não têm mercado definido	
Atributo 93	Existem sistemas de informação e atendimento ao consumidor e/ou são feitas pesquisas para saber o nível de satisfação (146)	0
Ponderação	Sim	
0	X Não	
Atributo 94	As agroindústrias fazem estudos de mercado para definir sua linha de produtos (147)	0
Ponderação	Sim	
0	X Não	

	A gestão empresarial das empresas define com clareza planejamentos de curto, médio e longo prazo (148)	0
	Sim	
	X Não	
	A gestão empresarial das empresas contempla um enfoque coletivo (149)	0
	Sim	
	X Não	
	Existem metas e cronograma de vendas (150)	0
	A produção total é feita nesses termos	
	A produção parcial é feita nesses termos	
	X A produção total é feita sem pensar nesses termos	
Atributo 95	As indústrias de beneficiamento locais possuem estratégias de marketing buscando um melhor posicionamento no mercado local (151)	100
Ponderação	X Sim	
50	X Não	
	As indústrias de beneficiamento locais possuem estratégias de marketing buscando um melhor posicionamento no mercado nacional e exportação (152)	0
	Sim	
	X Não	
Atributo 96	Percentual da produção que é monitorada por algum sistema de certificação (153)	0
Ponderação	0 %	
0		
	Os processos de beneficiamento são avaliados e acompanhados por algum processo de certificação (154)	0
	Sim	
	X Não	
	O processo de produção nas unidades produtivas é acompanhado por algum processo de rastreabilidade ou certificação (155)	0
	Sim	
	X Não	
INDICADOR (EC.4) - Adequação das indústrias de beneficiamento (Atributos 97 a 100)		63
Atributo 97	O número de indústrias é suficiente para processar a produção da região (156)	100
Ponderação	X Sim	
100	X Não	
Atributo 98	As instalações e construções das indústrias são (157)	50
Ponderação	Totalmente adequadas	
50	X Parcialmente adequadas	
	Inadequadas	
Atributo 99	Os equipamentos para processar produtos demandados no mercado local (158)	50
Ponderação	São totalmente adequados	
50	X São parcialmente adequados	
	São inadequados	
Atributo 100	As instalações e equipamentos para processar produtos demandados no mercado de outras regiões (159)	50
Ponderação	São totalmente adequados	
50	X São parcialmente adequados	
	São inadequados	

INDICADOR (EC.5) - Pertinência com o mercado local (Atributos 101 a 105)		49
Atributo 101	O arroz produzido atende às exigências do mercado local quanto ao aspecto (160)	100
Ponderação 100	X Sim Não	
	O arroz produzido atende às exigências do mercado local quanto ao tipo de grão (161)	100
	X Sim Não	
	O arroz produzido atende às exigências do mercado local quanto ao comportamento de panela (162)	100
	X Sim Não	
Atributo 102	Quanto à evolução do mercado a quantidade do arroz em casca comercializada na região está (163)	0
Ponderação 0	Aumentando Estável X Diminuindo	
Atributo 103	A aceitabilidade do arroz em casca na região está (164)	100
Ponderação 100	X Aumentando Estável Diminuindo	
Atributo 104	O preço de venda do arroz em casca na região está (165)	0
Ponderação 0	Aumentando Estável X Diminuindo	
Atributo 105	O número de marcas das indústrias locais está (166)	100
Ponderação 45	X Aumentando Estável Diminuindo	
	Percentual das marcas locais classificadas como longo fino tipo I (167)	30
	Até 25% X 26% a 50% 51% a 75% 76% a 100%	
	Percentual de participação das marcas locais longo fino tipo I no mercado local (168)	0
	X Até 25% 26% a 50% 51% a 75% 76% a 100%	
	O número de marcas longo fino. tipo I das indústrias locais está (169)	50
	Aumentando X Estável Diminuindo	
INDICADOR (EC.6) - Pertinência com o mercado de outras regiões (Atributos 106 a 111)		14
Atributo 106	O arroz produzido atende as exigências do mercado de outras regiões quanto ao aspecto (170)	0
Ponderação 33	X Sim Não	

	O arroz produzido atende as exigências do mercado de outras regiões quanto ao tipo de grão (171)	0
	Sim	
	X Não	
	O arroz produzido atende as exigências do mercado de outras regiões quanto ao comportamento de panela (172)	100
	X Sim	
	Não	
Atributo 107	Percentual da produção que é diretamente comercializada com empresas de beneficiamento de outras regiões (173)	0
Ponderação 0	55	
Atributo 108	Quanto à evolução do mercado, a quantidade do arroz em casca comercializada em outras regiões está (174)	0
Ponderação 0	Aumentando	
	Estável	
	X Diminuindo	
Atributo 109	A aceitabilidade do arroz em casca em outras regiões região está (175)	0
Ponderação 0	Aumentando	
	Estável	
	X Diminuindo	
Atributo 110	O preço de venda do arroz em casca em outras regiões está (176)	0
Ponderação 0	Aumentando	
	Estável	
	X Diminuindo	
Atributo 111	O volume comercializado de marcas longo fino, tipo I em outras regiões está (177)	50
Ponderação 50	Aumentando	
	X Estável	
	Diminuindo	
INDICADOR (EC.7) - Parâmetros de estabilidade e competência do sistema (Atributos 112 a 117)		38
Atributo 112	As empresas possuem estabilidade financeira, obtêm financiamentos com facilidade (178)	0
Ponderação 0	X Não	
Atributo 113	Os atores do sistema de produção de arroz têm consciência dos problemas ambientais decorrentes da atividade (179)	50
Ponderação 50	Integral	
	X Parcial	
	Insuficiente	
Atributo 114	A predisposição de os atores cooperarem entre si é (180)	50
Ponderação 50	Alta	
	X Média	
	Frac	
Atributo 115	A capacidade (flexibilizações para encontrar soluções efetivas) do sistema de produção de arroz manter sua integridade e persistência frente a novas situações é (181)	50
Ponderação 25	Alta	
	X Média	
	Baixa	

	A capacidade de se auto-organizar para escapar de ameaças é (182)	0
	Alta	
	Média	
	X Baixa	
Atributo 116	O sistema apresenta potencial para atender à atual demanda de grãos e a um eventual crescimento (183)	100
Ponderação 100	1 Sim	
	Não	
Atributo 117	O consumo local do produto está sendo substituído por outro produto (184)	0
Ponderação 0	Sim	Qual
	X Não	
INDICADOR (EC.8) - Capacidade de competir com outros produtos e sistemas agrícolas locais (Atributos 118 a 124)		26
Atributo 118	Considerando os últimos cinco anos, o custo de produção por hectare (comparando com outros produtos) está (185)	100
Ponderação 100	X Diminuindo	
	Estável	
	Aumentando	
Atributo 119	Considerando os últimos cinco anos, a participação do fertilizante químico (comparado com outros insumos) no custo de produção por hectare está (186)	0
Ponderação 0	Diminuindo	
	Estável	
	X Aumentando	
Atributo 120	Considerando os últimos cinco anos, a produção de arroz na região está (187)	0
Ponderação 0	X Diminuindo	
	Estável	
	Aumentando	
	O arroz ofertado pelos produtores atende quantitativamente à demanda das indústrias locais (188)	0
	Sim	
	X Não	
Atributo 121	Existe concorrência da lavoura de arroz com outras atividades agrícolas (189)	0
Ponderação 33	X Sim	
	Não	
	Essa atividade está influenciando na redução da área e importância econômica do arroz (190)	0
	X Sim	
	Não	
	Existe possibilidade de interação entre essa atividade e a lavoura de arroz (191)	100
	X Sim	
	Não	
Atributo 122	Considerando as últimas cinco safras, o número de produtores está (192)	0
Ponderação 0	X Diminuindo	
	Estável	
	Aumentando	

	O número de indústrias na região está (193)	0
	X Diminuindo	
	Estável	
	Aumentando	
Atributo 123	Considerando as últimas cinco safras a área média das lavouras de arroz está (194)	0
Ponderação	X Diminuindo	
0	Estável	
	Aumentando	
Atributo 124	Os instrumentos de gestão administrativa financeira utilizados pelas empresas são (195)	50
Ponderação	Totalmente adequados	
50	X Parcialmente adequados	
	Pouco adequados	
INDICADOR (EC.9) - Relações entre os elos da cadeia produtiva (Atributos 125 a 129)		50
Atributo 125	O intercâmbio entre fornecedores de insumos é (196)	100
Ponderação	Com conflitos de grandes proporções (ameaçam a atividade)	
100	Com conflitos de médias proporções (não ameaçam a atividade)	
	X Sem conflitos	
Atributo 126	O intercâmbio entre produtores e os secadores apresenta (197)	100
Ponderação	X Sem conflitos	
100	Conflitos de médias proporções (não ameaçam a atividade)	
	Conflitos de grandes proporções (ameaçam a atividade)	
	O intercâmbio entre secadores e armazenadores e agroindústria apresenta (198)	100
	X Sem conflitos	
	Conflitos de médias proporções (não ameaçam a atividade)	
	Conflitos de grandes proporções (ameaçam a atividade)	
Atributo 127	O intercâmbio entre produtores e as unidades de armazenamento apresenta (199)	0
Ponderação	X Conflitos de grandes proporções (ameaçam a atividade)	
0	Conflitos de médias proporções (não ameaçam a atividade)	
	Sem conflitos	
Atributo 128	O intercâmbio entre produtores e agroindústria apresenta (200)	50
Ponderação	Conflitos de grandes proporções (ameaçam a atividade)	
50	X Conflitos de médias proporções (não ameaçam a atividade)	
	Sem conflitos	
Atributo 129	O intercâmbio entre as unidades de armazenamento e o varejo apresenta (201)	0
Ponderação	Conflitos de grandes proporções (ameaçam a atividade)	
0	Conflitos de médias proporções (não ameaçam a atividade)	
	X Sem conflitos	
INDICADOR (TT.1) - Interferências do sistema nas relações sociais e ambientais		83
	(Atributos 130, 131 e 132)	
Atributo 130	Existem conflitos quanto à infra-estrutura (estradas, hidrovias e outras) existentes na região (202)	100
Ponderação	Fortes	
100	Médios	
	Fracos	
	X Não existe	

Atributo 131	Com relação a problemas ambientais o sistema de produção de arroz apresenta (203)	100
Ponderação 100	<input type="checkbox"/> Conflitos de grandes proporções (ameaçam a atividade) <input type="checkbox"/> Conflitos de médias proporções (não ameaçam a atividade) <input checked="" type="checkbox"/> Sem conflitos	
Atributo 132	Os conflitos e as relações trabalhistas entre os empresários e os trabalhadores na lavoura de arroz são (204)	50
Ponderação 50	<input type="checkbox"/> Menos problemáticas do que as outras atividades agrícolas <input checked="" type="checkbox"/> Semelhantes às outras atividades agrícolas <input type="checkbox"/> Mais problemáticas do que outras atividades agrícolas	
INDICADOR (TT.2) - Presença e atuação de instituições no local (Atributos 133 a 139)		2
Atributo 133	Existem instituições públicas e privadas com forte atuação em transferência de tecnologia para a agricultura (205)	0
Ponderação 0	<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não	
Atributo 134	Na região existem escritórios do IBAMA (206)	0
Ponderação 0	<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não	
Atributo 135	Na região existem escritórios dos outros órgãos federais com atuação na área ambiental (207)	0
Ponderação 0	<input type="checkbox"/> Sim Quais <input checked="" type="checkbox"/> Não	
Atributo 136	Na região existem ONG's com atuação efetiva na área ambiental (208)	0
Ponderação 0	<input type="checkbox"/> Sim Quais <input checked="" type="checkbox"/> Não	
Atributo 137	A Secretaria Municipal possui atuação efetiva na área ambiental (209)	0
Ponderação 0	<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não	
Atributo 138	Existem instituições de fomento e de crédito apoiando o sistema (210)	0
Ponderação 0	<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não	
Atributo 139	A legislação ambiental é (211)	30
Ponderação 15	<input type="checkbox"/> Integralmente conhecida <input type="checkbox"/> Parcialmente conhecida <input checked="" type="checkbox"/> Pouco conhecida <input type="checkbox"/> Totalmente desconhecida	
	Já procurou saber se existem e o que as instituições ligadas ao meio ambiente fazem na região (212)	0
	<input type="checkbox"/> Sim Quais <input checked="" type="checkbox"/> Não	
INDICADOR (TT.3) - Presença do Estado (Atributos 140 e 141)		0
Atributo 140	Existem políticas públicas visando a compatibilizar as questões ambientais, econômicas e sociais (213)	0
Ponderação 0	<input type="checkbox"/> Sim Qual <input checked="" type="checkbox"/> Não	
	Existem estratégias privadas visando a compatibilizar questões ambientais, econômicas e sociais (214)	0
	<input type="checkbox"/> Sim Qual <input checked="" type="checkbox"/> Não	

Atributo 141	Existem programas de educação ambiental e sustentabilidade direcionados para o sistema (215)	0
Ponderação	Sim	
0	X Não	
INDICADOR (TT.4) - Design, planos ou projetos (Atributo 142)		0
Atributo 142	Existem planos ou programas de gestão ambiental com amplitude regional (216)	0
Ponderação	Sim Quais	
0	X Não	
INDICADOR (TT.5) - Diversidade de atores (Atributos 143 e 144)		65
Atributo 143	Percentual de produtores (217)	30
Ponderação	20 Pequenos	
30	80 Médios + Grandes	
Atributo 144	As pequenas indústrias conseguem sobreviver no sistema (218)	100
Ponderação	X Sim	
100	Não	
INDICADOR (TT.6) - Interações e importância do sistema (Atributos 145, 146 e 147)		37
Atributo 145	Quanto à sua importância econômica na região, o sistema de produção de arroz (219)	100
Ponderação	X É muito importante	
75	É medianamente importante	
	É pouco importante	
	O sistema exerce um efeito propulsor para o desenvolvimento multidimensional da economia da região (220)	50
	Fortemente	
	X Medianamente	
	Fracamente	
	O sistema tem potencial para ampliar as condições de crescimento da região (221)	100
	X Fortemente	
	Medianamente	
	Fracamente	
	O sistema contribui para que a região tenha desenvolvimento econômico inter-setorial mais equilibrado (222)	100
	X Fortemente	
	Medianamente	
	Fracamente	
	Existem arranjos entre o sistema de produção de arroz e outras indústrias (223)	100
	X Sim Qual Cerâmicas, fábricas de ração e outras	
	Não	
	O sistema desencadeou o surgimento de novos bens ou serviços na região (224)	100
	X Sim Qual Armazéns, secadores, serviços de transporte	
	Não	
	As interações do sistema de produção de arroz com outras atividades econômicas da região (225)	50
	Fortemente	
	X Medianamente	
	Fracamente	

	As sinergias do sistema de produção de arroz contribuem para a efetividade de outros sistemas (226)	0
	Com muita influencia	
	Com média influencia	
	X Com baixa influencia	
Atributo 146	A interação das lavouras de arroz com outros cultivos (227)	0
Ponderação	Alta	
0	Média	
	X Baixa	
Atributo 147	Percentual da produção que é diretamente comercializada com empresas de beneficiamento da região (228)	35
Ponderação		
35	35	
INDICADOR (TT.7) - Estratégias para melhor aproveitamento dos subprodutos (Atributo 148)		0
Atributo 148	As empresas possuem programas e projetos para melhorar o aproveitamento dos subprodutos (229)	0
Ponderação	Sim	
0	X Não	
INDICADOR (TT.8) - Arroz quebrado (Atributos 149 e 150)		100
Atributo 149	0 percentual do subproduto grãos quebrados é aproveitado (230)	100
Ponderação	10 Na composição de marcas comerciais	
100	Vendido para empresas locais que utilizam como matéria-prima	
	90 Vendido para empresas de outras regiões que utilizam como matéria-prima	
Atributo 150	Percentual do subproduto grãos quebrados é aproveitado (231)	100
Ponderação	10 No local	
100	Em outras regiões no Estado	
	90 Em outras regiões do país	
	0 Exportado	
	O aproveitamento do subproduto grãos quebrados é feito em atividades com importante impacto social e econômico (232)	100
	X Sim	
	Não	
INDICADOR (TT.9) - Farelo (Atributo 151 e 152)		63
Atributo 151	Percentual do subproduto farelo que é aproveitado (233)	100
Ponderação	100 %	
100		
Atributo 152	O subproduto farelo é aproveitado (234)	50
Ponderação	Em atividades industriais	
25	X Em "natura"	
	Especificar Alimentação de animais	
	O aproveitamento do subproduto farelo é feito em atividades com importante impacto (235)	0
	Sim	
	X Não	
INDICADOR (TT.10) - Casca (Atributos 153 e 154)		100
Atributo 153	Percentual do subproduto casca que é aproveitado(236)	100
Ponderação	100 %	
100		

	O subproduto casca é (237)	100
	X Totalmente utilizado	
	Parcialmente utilizado e o resto é queimado	
	Totalmente queimada como resíduo sem importância	
Atributo 154	O subproduto casca é aproveitado como matéria-prima em atividades industriais (238)	100
Ponderação	X Sim	
100	Não	
	O aproveitamento do subproduto casca é feito em atividades com importante impacto social e econômico (239)	100
	X Sim	
	Não	
INDICADOR (TT.11) Alternativas de fontes e eficácia (Atributos 155 e 156)		50
Atributo 155	As empresas possuem programas e projetos para melhorar o desempenho energético (240)	0
Ponderação	Sim	
0	X Não	
Atributo 156	O subproduto casca é aproveitado na geração de energia (241)	100
Ponderação	X Sim	
100	Não	
Peso que os atores atribuíram às dimensões:		
Ambiental	31	
Sócio-cultural	22	
Econômica	29	
Territorial	18	

Anexo 2

MATRIZ VALORATIVA (Planilha 2 do MPSAT)

DIMENSÃO AMBIENTAL PONDERADA	10
DIMENSÃO SÓCIO-CULTURAL PONDERADA	9
DIMENSÃO ECONÔMICA PONDERADA	9
DIMENSÃO TERRITORIAL PONDERADA	9
DIMENSÃO TOTAL PONDERADA	36

AMBIENTAL 36	PESO 31	31
ORIENTADOR PRIMÁRIO: Transformação da natureza (Colonialismo)		52
ORIENTADOR SECUNDÁRIO: Metabolismo sócio-econômico dos recursos naturais		52
VARIÁVEL ESSENCIAL (VE.1): Adaptação edafoclimática, resiliência do solo e resistência às pragas e doenças		66
INDICADOR (AM.1): Topografia das áreas de cultivo		50
Atributo 1 - Adequação do relevo à exploração da cultura		50
INDICADOR (AM.2): Zoneamento agroclimático		100
Atributo 2 - Disponibilidade da tecnologia para a região		100
Atributo 3 - Classificação do risco climático		100
Atributo 4 - Adoção pelos produtores		100
INDICADOR (AM.3): Resiliência		60
Atributo 5 - Problemas de erosão		50
Atributo 6 - Problemas de compactação do solo		0
Atributo 7 - Perda de fertilidade		90
Atributo 8 - Identificação de problemas de contaminação do solo, água e ar		100
INDICADOR (AM.4): Resistência a pragas e doenças		53
Atributo 9 - Evolução do número de produtos e frequência de aplicação de agrotóxico		50
Atributo 10 - Evolução do custo e quantidade de agrotóxico por hectare		55
VARIÁVEL ESSENCIAL (VE.2): Práticas eco-eficientes		37
INDICADOR (AM.5): Na limpeza da área		10
Atributo 11 - Ocorrência de abertura de novas áreas com desmatamento		30
Atributo 12 - Percentual do cultivo feito em áreas recém-desmatadas		0
Atributo 13 - Percentual do desmatamento feito com licença do órgão oficial		0
INDICADOR (AM.6): Práticas conservacionistas		45
Atributo 14 - Terraços e outras formas de contenção de deflúvio		90
Atributo 15 - Plantio em nível		90
Atributo 16 - Plantio de árvores intercaladas (frutíferas ou madeira)		0
Atributo 17 - Cobertura do solo (vegetação entre safra e palhada)		0
INDICADOR (AM.7): Preservação e melhoria das propriedades químicas e físicas do solo		0
Atributo 18 - Critérios para decisão do nível de adubação		0
Atributo 19 - Tipo de adubação		0
Atributo 20 - Manejo da matéria orgânica		0
Atributo 21 - Adubação verde		0

INDICADOR (AM.8): No plantio	43
Atributo 22 - Sistema de plantio utilizado	0
Atributo 23 - Uso de semente com qualidade	58
Atributo 24 - Adaptabilidade das cultivares disponíveis	70
INDICADOR (AM.9): Tratos culturais	40
Atributo 25 - Condições de armazenamento dos agrotóxicos	50
Atributo 26 - Instrumentos e fatores utilizados no processo decisório do uso dos agrotóxicos	50
Atributo 27 - Utilização do manejo integrado - MIP e controle biológico	0
Atributo 28 - Manejo no preparo dos agrotóxicos	33
Atributo 29 - Manejo na aplicação dos agrotóxicos	80
Atributo 30 - Manejo com as embalagens	25
INDICADOR (AM.10): Na colheita	17
Atributo 31 - Utilização de métodos de estimativa de perda	50
Atributo 32 - Condições e adequação dos equipamentos utilizados	0
Atributo 33 - Disponibilidade numérica de colheitadeiras diante da demanda	0
INDICADOR (AM.11): Na secagem	17
Atributo 34 - Cuidados com o produto armazenado atendem aos padrões	0
Atributo 35 - Capacidade, em número e tecnologia, dos secadores atenderem à demanda da região	0
Atributo 36 - Qualidade do serviço de secagem está de acordo com os padrões	50
INDICADOR (AM.12): No armazenamento	50
Atributo 37 - Cuidados com o produto armazenado atendem os padrões	100
Atributo 38 - Capacidade, em número e tecnologia, dos secadores atenderem a demanda da região	0
Atributo 39 - Qualidade do serviço de secagem está de acordo com os padrões	50
INDICADOR (AM.13): Cuidados no transporte	100
Atributo 40 - Desperdício de grãos devido às condições das vias de escoamento ou veículos não adequados	100
INDICADOR (AM.14): Outras práticas favoráveis	53
Atributo 41 - Diversificação de cultivos na mesma área	60
Atributo 42 - Ciclagem de nutrientes no solo	0
Atributo 43 - Integração lavoura pecuária	100
ORIENTADOR PRIMÁRIO: Multifuncionalidade da agricultura	11
ORIENTADOR SECUNDÁRIO: Biomassa	14
VARIÁVEL ESSENCIAL (VE3): Serviços ambientais	29
INDICADOR (AM.15): Energias renováveis	58
Atributo 44 - Participação do óleo diesel, uso atual e perspectiva de utilização da biomassa	58
INDICADOR (AM.16): Mitigação de poluição e qualidade do ar	20
Atributo 45 - Assimilação de resíduos	20
INDICADOR (AM.17) Contribuição do sistema para o efeito estufa	23
Atributo 46 - Utiliza o fogo para auxiliar a limpeza da área	0
Atributo 47 - Grau de conhecimento dos atores sobre a influência da biomassa no fluxo de carbono	20
Atributo 48 - Grau de conhecimento dos atores sobre a influência do desmatamento no fluxo de carbono	50
INDICADOR (AM.18): Manutenção da biodiversidade da fauna e flora	15
Atributo 49 - Preservação das Áreas de Reserva Legal - ARL	60
Atributo 50 - Preservação de Preservação Permanente - APP	30

Atributo 51 - Reflorestamento	0
Atributo 52 - Constatação de ameaça concreta de extinção de espécies na região	0
Atributo 53 - Manutenção dos habitats	0
Atributo 54 - Existência de corredores ecológicos	0
VARIÁVEL ESSENCIAL (VE.4): Desempenho da função produtora de alimentos e matéria prima	0
INDICADOR (AM.19): Condições e possibilidades da agricultura cumprir sua missão de gerar alimentos e matérias-primas	0
Atributo 55 - Evolução da produção de outros produtos agrícolas na região	0
ORIENTADOR SECUNDÁRIO: Atividades alternativas	8
VARIÁVEL ESSENCIAL (VE.5): Lazer	0
INDICADOR (AM.20): Recreação/agroturismo	0
Atributo 56 - Existência de ações ou projetos contemplando essa atividade	0
VARIÁVEL ESSENCIAL (VE.6): Exploração sustentável da vegetação nativa	17
INDICADOR (AM.21): Ações e práticas de exploração da vegetação, integração para melhorar a renda dos produtores	17
Atributo 57 - Ações ou projetos de utilização da vegetação nativa	0
Atributo 58 - Importância atual e perspectiva desse tipo de exploração na formação da renda dos produtores	50
Atributo 59 - Ações ou projetos de integração lavoura, silvicultura e pecuária	0
SÓCIO-CULTURAL PESO 22	39
ORIENTADOR PRIMÁRIO: Identidade e pertencimento	45
ORIENTADOR SECUNDÁRIO: Valorização e manutenção da paisagem e do patrimônio natural	75
VARIÁVEL ESSENCIAL (VE.7): Preservação de formações naturais, monumentos e obras arquitetônicas com valor estético, histórico, místico e/ou com características especiais	75
INDICADOR (SC.1): Conformação e harmonia da paisagem	50
Atributo 60 - Manutenção da configuração da paisagem (formações naturais e obras arquitetônicas com valor estético, histórico e/ou místico)	0
Atributo 61 - Conformidade do sistema com a preservação da vegetação nativa	100
INDICADOR (SC.2): Formações naturais e monumentos	100
Atributo 62 - Ameaça do sistema ao conjunto de elementos naturais (curso d'água, lagos, formações rochosas)	100
ORIENTADOR SECUNDÁRIO: Reconhecimento dos valores e tradições locais	60
VARIÁVEL ESSENCIAL (VE.8): Deferência aos saberes locais e convivência em consonância com o modo de vida, organizações e atividades tradicionais	60
INDICADOR (SC.3): Relacionamento com organizações, estruturas e etnias	60
Atributo 63 - Relacionamento com a questão fundiária	100
Atributo 64 - Vinculação com os grupos sociais	100
Atributo 65 - Consideração com os saberes locais	0
Atributo 66 - Vinculação com a população e suas organizações	0
Atributo 67 - Consideração com a cultura local	100
ORIENTADOR SECUNDÁRIO: Mecanismos para aproximação e envolvimento da sociedade	0

VARIÁVEL ESSENCIAL (VE.9): Ação coletiva para o empowerment	0
INDICADOR (SC.4): Visibilidade e interesse da sociedade local pelo sistema	0
Atributo 68 - Transparência do sistema perante a sociedade	0
Atributo 69 - Mecanismos para mobilização visando à aproximação da comunidade	0
ORIENTADOR PRIMÁRIO: Responsabilidade social	32
ORIENTADOR SECUNDÁRIO: Influência do sistema nas condições básicas para o desenvolvimento	43
VARIÁVEL ESSENCIAL(VE.10): Saúde, habitação e educação	43
INDICADOR (SC.5): Sensibilidade dos atores com os aspectos sociais	40
Atributo 70 - Preocupações com os desdobramentos sócio-ambientais das atividades desenvolvidas no sistema	40
INDICADOR (SC.6): Saúde do trabalhador e sua família	33
Atributo 71 - Problemas de saúde com os trabalhadores devido a suas atividades no sistema	50
Atributo 72 - Questões relacionadas com a saúde da família do trabalhador no sistema (acesso a água potável, saneamento, mortalidade infantil e condição nutricional)	50
Atributo 73 - Destinada de parte da produção do sistema para estoque e programas de distribuição de alimentos do governo para população de baixa renda	0
INDICADOR (SC.7): Moradia da família do trabalhador	50
Atributo 74 - Condições de habitação	50
INDICADOR (SC.8): Educação da família do trabalhador	50
Atributo 75 - Acesso à escola	50
ORIENTADOR SECUNDÁRIO: Interface com os trabalhadores (do sistema)	21
VARIÁVEL ESSENCIAL (VE.11): Emprego/renda	21
INDICADOR (SC.9): Evolução da ocupação de pessoal empregado pelo sistema	0
Atributo 76 - Na lavoura	0
Atributo 77 - Em outros elos da cadeia	0
INDICADOR (SC.10): Evolução da renda gerada pelo sistema	43
Atributo 78 - Em relação a outros sistemas na região	50
Atributo 79 - Dos trabalhadores na lavoura	100
Atributo 80 - Dos produtores	0
Atributo 81 - Das empresas de secagem, armazenamento e beneficiamento e dos trabalhadores de outros elos da cadeia	20
ECONÔMICA PESO	29
ORIENTADOR PRIMÁRIO: Organização da cadeia produtiva	20
ORIENTADOR SECUNDÁRIO: Governança	8
VARIÁVEL ESSENCIAL (VE.12): Gestão de riscos	4
INDICADOR (EC.1): Monitoramento e análises dos riscos	4
Atributo 82 - Vigilância do recurso solo	0
Atributo 83 - Vigilância do recurso água	0
Atributo 84 - Vigilância do recurso ar	0
Atributo 85 - Instrumentos para avaliar riscos de mercado	0
Atributo 86 - Riscos gerais da cultura	0
Atributo 87 - Concorrência de outros produtos e sistemas	25

VARIÁVEL ESSENCIAL (VE.13): Política de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D)	12
INDICADOR (EC.2): Inovação tecnológica	12
Atributo 88 - Consciência e disposição da indústria de beneficiamento para investir em inovação	0
Atributo 89 - Disponibilidade de informações de técnicas agrícolas	10
Atributo 90 - Disponibilidade de informações técnicas para os outros elos	25
ORIENTADOR SECUNDÁRIO: Planejamento estratégico para a comercialização	33
VARIÁVEL ESSENCIAL (VE.14): Sincronia com as tendências contemporâneas e globalizadas do mercado	33
INDICADOR (EC.3): Gestão para adequação mercadológica	8
Atributo 91 - Utilização pelo produtor de instrumentos para informações de mercado	0
Atributo 92 - Os produtores fazem levantamentos para definir melhores alternativas de mercado para seus produtos	0
Atributo 93 - Nível de relacionamento da indústria arroseira com os consumidores (captar desejos e avaliação da satisfação dos clientes)	0
Atributo 94 - Planejamento das indústrias é feito com metas de vendas de curto, médio e longo prazo e contemplam princípios coletivos e são norteados por pesquisas de mercado	0
Atributo 95 - Marketing para os mercados local e de outras regiões	50
Atributo 96 - Rastreabilidade ou certificação na lavoura e beneficiamento	0
INDICADOR (EC.4): Adequação das indústrias de beneficiamento	60
Atributo 97 - Da capacidade de beneficiamento instalada com a demanda da região	100
Atributo 98 - Das construções e instalações das indústrias	50
Atributo 99 - Dos equipamentos instalados visando ao mercado local	50
Atributo 100 - Dos equipamentos visando ao mercado de outras regiões	50
INDICADOR (EC.5): Pertinência com o mercado local	49
Atributo 101 - Características físicas e químicas dos grãos	100
Atributo 102 - Evolução da quantidade comercializada	0
Atributo 103 - Aceitabilidade dos produtos	100
Atributo 104 - Evolução do preço	0
Atributo 105 - Desempenho comercial das marcas locais	45
INDICADOR (EC.6): Pertinência com o mercado de outras regiões	14
Atributo 106 - Características físicas e químicas dos grãos	33
Atributo 107 - Percentual de arroz em casca comercializado	0
Atributo 108 - Evolução da quantidade comercializada	0
Atributo 109 - Aceitabilidade dos produtos	0
Atributo 110 - Evolução do preço	0
Atributo 111 - Desempenho comercial das marcas comercializadas	50
ORIENTADOR PRIMÁRIO: Competência e estabilidade do sistema	41
ORIENTADOR SECUNDÁRIO: Potencial para superar restrições	41
VARIÁVEL ESSENCIAL (VE.15): Consolidação do sistema	32
INDICADOR (EC.7): Parâmetros de estabilidade e competência do sistema	38
Atributo 112 - Condições financeiras das empresas e disponibilidade de crédito	0
Atributo 113 - Consciência que o sistema gera problemas ambientais	50
Atributo 114 - Disposição para mobilização	50
Atributo 115 - Capacidade de organização e de flexibilização frente às ameaças	25
Atributo 116 - Potencial de crescimento das atividades do sistema	100
Atributo 117 - Sinais de marginalização do produto no mercado	0

INDICADOR (EC.8): Capacidade de competir com outros produtos e sistemas agrícolas locais	26
Atributo 118 - Evolução do custo de produção por hectare (5 últimas safras, comparado com outras lavouras)	100
Atributo 119 - Evolução do custo de fertilizantes (5 últimas safras)	0
Atributo 120 - Evolução do volume de produção na região (5 últimas safras)	0
Atributo 121 - Competitividade de outros sistemas considerando o grau de ameaça, a proporção dos efeitos negativos e possibilidade de interação	33
Atributo 122 - Evolução do número de produtores e agroindústrias em atividade (5 últimos anos)	0
Atributo 123 - Evolução da área média por unidade produtiva	0
Atributo 124 - Adequação dos instrumento de gestão administrativa e financeira das empresas de beneficiamento	50
VARIÁVEL ESSENCIAL (VE.16) : Equilíbrio relacional da cadeia produtiva	50
INDICADOR (EC.9): Relações entre os elos da cadeia produtiva	50
Atributo 125 - Fornecedores de insumos	100
Atributo 126 - Secadores	100
Atributo 127 - Armazéns	0
Atributo 128 - Agroindústria	50
Atributo 129 - Varejo	0
TERRITORIAL PESO 18	51
ORIENTADOR PRIMÁRIO: Arranjo e relacionamentos	45
ORIENTADOR SECUNDÁRIO: Políticas públicas	83
VARIÁVEL ESSENCIAL (VE.17): Infra-estrutura, legislação e conflitos sociais	83
INDICADOR (TT.1): Interferências do sistema nas relações sociais e ambientais	83
Atributo 130 - Geração de conflitos sociais e ambientais devido a infra-estrutura de apoio ao sistema	100
Atributo 131 - Inadequação com a legislação ou geração de conflitos por questões ambientais	100
Atributo 132 - Inadequação com a legislação trabalhista	50
ORIENTADOR SECUNDÁRIO: Institucionais	1
VARIÁVEL ESSENCIAL (VE.18) : Atuação de órgãos federais, estaduais, municipais e ONG's com missões relacionadas com as atividades do sistema	1
INDICADOR (TT.2): Presença e atuação de instituições no local	2
Atributo 133 - Instituições de ciência e tecnologia	0
Atributo 134 - Presença efetiva do IBAMA	0
Atributo 135 - Outras instituições federais e estaduais com missão para o meio ambiente	0
Atributo 136 - Presença de ONG's apoiando e acompanhando as atividades do sistema	0
Atributo 137 - Instituições Municipais com missão direcionada para o meio ambiente	0
Atributo 138 - Agências de fomento e instituições de crédito	0
Atributo 139 - Interesse dos atores pelas instituições	15
INDICADOR (TT.3): Presença do Estado	0
Atributo 140 - Exercendo seu papel de mediador de conflitos	0
Atributo 141 - Implantando e catalisando processos educativos para a sustentabilidade	0
INDICADOR (TT.4): Design, planos ou projetos	0
Atributo 142 - De gestão ambiental regional implantados, em implantação ou planejados	0
ORIENTADOR SECUNDÁRIO: Equilíbrio e harmonia Inter-setorial	51

VARIÁVEL ESSENCIAL(VE.19): Contribuições do sistema para o desenvolvimento equilibrado	51
INDICADOR (TT.5): Diversidade de atores	65
Atributo 143 - Viabilidade de participação de pequenos e grandes produtores	30
Atributo 144 - Viabilidade de funcionamento competitivo das pequenas agroindústrias	100
INDICADOR (TT.6): Interações e importância do sistema	37
Atributo 145 - Influência do sistema na região (econômica, capacidade de articular com outras atividades e de gerar crescimento inter-setorial equilibrado)	75
Atributo 146 - Interação da lavoura de arroz com outras culturas	0
Atributo 147 - Percentual do arroz em casca comercializado na região	35
ORIENTADOR PRIMÁRIO: Intercâmbio e reciprocidade entre empresas locais e o sistema (Eco-parque)	58
ORIENTADOR SECUNDÁRIO: Gestão e ações de desmaterialização e autoapoiese	66
VARIÁVEL ESSENCIAL (VE.20): Estratégias e conexões dos subprodutos dentro e fora do sistema	66
INDICADOR (TT.7): Estratégias para melhor aproveitamento dos subprodutos	0
Atributo 148 - Atividades e/ou planos	0
INDICADOR (TT.8): Arroz quebrado	100
Atributo 149 - Índice de aproveitamento	100
Atributo 150 - Nível de importância social, econômica e ambiental do aproveitamento	100
INDICADOR (TT.9): Farelo	63
Atributo 151 - Índice de aproveitamento	100
Atributo 152 - Nível de importância social, econômica e ambiental do aproveitamento	25
INDICADOR (TT.10): Casca	100
Atributo 153 - Índice de aproveitamento	100
Atributo 154 - Nível de importância social, econômica e ambiental do aproveitamento	100
ORIENTADOR SECUNDÁRIO: Gestão energética	50
VARIÁVEL ESSENCIAL(VE.21): Diversidade de fontes e processos fornecedores de energia	50
INDICADOR (TT.11): Alternativas de fontes e eficácia	50
Atributo 155 - Existência de projetos e programas de melhoria da eficiência	0
Atributo 156 - Utilização da casca de arroz com fonte de energia	100