



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ARTES, CIÊNCIAS E HUMANIDADES

**Análise dos impactos da produção, comercialização e consumo de
transgênicos no Brasil**

Daniel Eduardo Neves

Orientadora: Profa.Dra.Flávia Mori Sarti

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao bacharelado em Gestão de Políticas
Públicas da Escola de Artes, Ciências e
Humanidades da Universidade de São Paulo.

São Paulo
2012

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ARTES, CIÊNCIAS E HUMANIDADES

**Análise dos impactos da produção, comercialização e consumo de
transgênicos no Brasil**

Daniel Eduardo Neves

Orientadora: Profa.Dra.Flávia Mori Sarti

São Paulo
2012

Avaliação do Trabalho de Conclusão de Curso

Título: Análise dos impactos da produção, comercialização e consumo de transgênicos no Brasil

Autor: Daniel Eduardo Neves

Ano: 2012

Profª.Dra.Flávia Mori Sarti

Orientadora

Nota:

[Nome do Convidado à Banca]

Participante da Banca de Avaliação

Nota:

Dedicatórias e Agradecimentos

Gostaria de dedicar este presente trabalho especialmente à minha Avó Ida Ghirelli Rodrigues (*in memoriam*) e aos meus pais Luiz e Márcia que muito me ensinaram durante a minha vida e de quem tenho muito orgulho e espelho de dedicação, sucesso e comprometimento; aos meus irmãos Luiz e Letícia com quem pude compartilhar os momentos mais importantes da minha vida; à minha orientadora Flavia Mori que me auxiliou do começo ao fim com o tema e aceitou trabalhar com esse assunto polêmico; à minha namorada Júlia que sempre me incentivou e lutou comigo para alcançar os meus objetivos; aos meus colegas de sala, especialmente Yuri, João, Enzo, Danilo, Kayo, André e Beatriz que dividiram esse período acadêmico de novas experiências e amadurecimento; aos meus familiares por acreditarem sempre em meu potencial intelectual e prestativo; aos meus amigos de infância que incentivaram a minha criatividade; aos meus amigos do colégio que dividiram os momentos mais difíceis e os mais alegres; aos amigos da vida que sempre estiveram prontos para ouvir-me e aconselhar-me; aos meus professores e colaboradores da Universidade de São Paulo, em especial os professores Dr. Wagner Iglesias e o professor Dr. Marcelo Nerling, por me incentivarem a sede pelo saber; ao Colégio Sagrado Coração de Jesus que muito me ensinou os princípios da vida, da cidadania e da cultura; um especial agradecimento aos amigos: Rodrigo, Luan, Felipe, Cyro, Rafael, Enrico, Letícia, Fabio, Flavio, Henrique, Sergio, Alexandre, Eduardo, Paula, Isabel, Pedro, Renan, Felipe, Guilherme, Caio, Bruno, Gabriel, Ricardo, Gustavo, Luis, Vitor, Sandra, Augusto, Ivan, Saulo, Fernando, Carlos, Aline, Eric, Alexandre, Raphael, Rafael, Evandro, Thamiris, Juliana, Priscila, Desiree, Fernanda, Andre, Amanda, Amauri, Khalil, Arthur, Beatriz, Marcos, Marcelo, Julio, Bruna, Daniela, Elisa, Marina, Elizabeth, Vivian, José, Esteban, Vinicius, Giovana, Luisa, Hsu, Jacques, Cecilia, Jean, Joao, Julia, Lara, Silvia, Leandro, Leonardo, Lucas, Luciano, Manoel, Pablo, Patrick, Renato, Diogo, Rodolfo, Thiago, Victor, Paulo e Wilma, por fazerem parte da minha vida e dividirem comigo os momentos mais importantes. E por fim, dedico esse trabalho a ciência, para que as novas gerações possam estudar mais a fundo e desenvolver novas teorias para o bem da humanidade.

Sumário

Introdução	9
Abordagens teóricas da produção de alimentos	10
Objetivos	14
Objetivo geral.....	14
Objetivos específicos	14
Metodologia	15
Produção agrícola no Brasil e no mundo	16
Produção agrícola no mundo.....	16
Produção agrícola no Brasil	19
Transgênicos: Histórico e definição	22
A produção mundial de transgênicos	22
A produção de transgênicos no Brasil.....	25
Vantagens e desvantagens dos transgênicos	28
Vantagens.....	28
Desvantagens.....	29
Considerações finais.....	32
Referências	35

Lista de Tabelas e Figuras

Figura 1. Representação do modelo utópico da problematização da produção de alimentos mundial. .13	.13
Figura 2. Representação do modelo real da problematização da produção de alimentos mundial.13	.13
Tabela 1. Produtividade agrícola dos maiores produtores mundiais.16	.16
Tabela 2. Principais países importadores de produtos agrícolas. 2010.17	.17
Figura 3. Maiores produtores agrícolas mundiais.18	.18
Figura 4. Mapa das terras cultiváveis no mundo.19	.19
Tabela 3. Desempenho das exportações no Brasil. 2010.20	.20
Figura 5. Avaliação da safra nacional de cereais, leguminosas e oleaginosas.20	.20
Tabela 4. Área de plantio baseado em biotecnologia, em milhões de hectares. 1996-2010.23	.23
Tabela 5. Área de plantio baseado em biotecnologia, segundo país.23	.23
Tabela 6. Área global de plantio baseado em biotecnologia, em milhões de hectares.24	.24
Figura 6. Mapa dos países adotantes de biotecnologia. 2010.25	.25
Figura 7. Produção de grãos brasileira.26	.26
Figura 8. Exportação de soja do Brasil. 1999-2010.27	.27
Tabela 8. Benefícios econômicos estimados da adoção de biotecnologia por tipo de cultura e por tipo de resultado. 1996-2009.28	.28
Figura 9. Representação de modelo possível de produção agrícola a partir de entrada da produção de transgênicos no mercado.33	.33
Tabela 9. Análise dos retornos decorrentes do uso da semente transgênica, em reais.33	.33

Lista de Abreviações

ABRACEX - Associação Brasileira de Comércio Exterior

ABRASEM - Associação Brasileira de Sementes e Mudas

CTNBio - Comissão Técnica Nacional de Biossegurança

EACH - Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo

EUA - Estados Unidos da América

FAO - Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas

ICONE- Instituto de Estudos do Comércio e Negociações Internacionais

IDEC - Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor

IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

NECSI - New England Complex Systems Institute

OCDE - Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico

OGM's - Organismos Geneticamente Modificados

OMC - Organização Mundial do Comércio

OMS - Organização Mundial de Saúde

ONU - Organização das Nações Unidas

PIB - Produto Interno Bruto

UE - União Européia

VAP - Variedade Alta de Produtividade

Resumo

Daniel Eduardo Neves. **Análise dos impactos da produção, comercialização e consumo de transgênicos no Brasil.** São Paulo, 2012.

O presente trabalho busca apresentar informações quanto aos impactos da produção e investimento em sementes transgênicas, especialmente no que tange à geração de uma série de externalidades à produção agrícola e ao desenvolvimento econômico do país. Há diversos fatos e mitos em torno do tema, resultando em exageros injustificáveis nos discursos maniqueístas baseados em opiniões extremistas favoráveis ou desfavoráveis à produção de transgênicos. A pesquisa quanto ao potencial dos transgênicos é extremamente importante e complexa, sendo assim, o presente trabalho de conclusão de curso adotou um enfoque analítico quanto aos principais indicadores de consumo e produção de sementes transgênicas no país.

Palavras-chave: transgênicos, agricultura, balança comercial, biotecnologia, políticas públicas.

Abstract

Daniel Eduardo Neves. **Analysis of the impacts of transgenetics production, commercialization and consumption in Brazil.** São Paulo, 2012.

This study aims to present information regarding the impacts of the production and investment in transgenetics, especially in relation to the generation of a number of externalities for agriculture and economic development of the country. There are several myths and facts on the subject, resulting in unjustifiable exaggerations on maniqueus discourses based upon extremist opinions in favor or opposite to the transgenetics production. Research on the potential of transgenetics is extremely important and complex, thus, the present monograph adopted an analytical focus in relation to the main indicators of transgenetics consumption and production in Brazil.

Keywords: transgenetics, agriculture, trade balance, biotechnology, public policies.

Resúmen

Daniel Eduardo Neves. **Análisis del impacto de la producción, comercialización y consumo de transgénicos en Brasil.** São Paulo, 2012.

El presente estudio tiene como objetivo presentar informaciones de los impactos de la producción y inversión en los transgénicos, especialmente en relación a la generación de una serie de externalidades a la producción agrícola y el desarrollo económico del país. Hay

muchos hechos y mitos en torno del asunto, resultando en exagero injustificable en los discursos maniqueos basados en opiniones extremistas favorables o desfavorables a la producción de transgénicos. A investigación del potencial de los transgénicos es extremadamente importante y compleja, así, el trabajo adoptó un enfoque analítico cuanto a los principales indicadores de consumo y producción de transgénicos en Brasil.

Palabras-clave: transgénicos, agricultura, balanza comercial, biotecnología, políticas públicas.

Introdução

A população mundial recentemente alcançou 7 bilhões de pessoas e estima-se que atingirá 9 bilhões de habitantes até 2050. Segundo projeções da FAO, a produção de alimentos deve ser duplicada nas próximas quatro décadas para satisfazer as necessidades nutricionais da população mundial (OECD/FAO, 2012).

A escassez de novas fronteiras aráveis para incremento da área de produção agrícola impõe o desafio de duplicação da produção a partir das áreas atualmente ocupadas. Alguns autores defendem a necessidade de uma nova revolução verde, similar à aceleração do ritmo de produção agrícola ocorrida na década de 1960, cujo incremento de produtividade foi decorrente da utilização de defensivos, fertilizantes e novas técnicas de plantio (ROSA, 1998; MARINHO, MINAYO-GOMEZ, 2004).

Os avanços atuais em melhoria genética de sementes, sobretudo a partir do desenvolvimento de variedades transgênicas resistentes à seca e às pragas, são potencialmente geradores de uma nova revolução verde (MARINHO, MINAYO-GOMEZ, 2004).

Um dos poucos países que ainda apresenta grandes extensões de terras cultiváveis inexploradas é o Brasil. A elevação da produtividade média nas terras atualmente utilizadas para produção agrícola no país tem postergado a necessidade de exploração das áreas inexploradas.

O presente trabalho busca apresentar informações quanto aos impactos da produção e investimento em sementes transgênicas, especialmente no que tange à geração de uma série de externalidades à produção agrícola e ao desenvolvimento econômico do país. Há diversos fatos e mitos em torno do tema, resultando em exageros injustificáveis nos discursos maniqueístas baseados em opiniões extremistas favoráveis ou desfavoráveis à produção de transgênicos.

A pesquisa quanto ao potencial dos transgênicos é extremamente importante e complexa, sendo assim, o presente trabalho de conclusão de curso adotou um enfoque analítico quanto aos principais indicadores de consumo e produção de sementes transgênicas, assim como seus impactos na balança comercial do país.

Abordagens teóricas da produção de alimentos

A abordagem dos problemas relativos à produção de alimentos é alvo de diferentes arcabouços teóricos, enunciados a partir de importantes teses e marcos históricos que buscaram analisar a relação entre crescimento populacional, produtividade das terras agricultáveis, limitação territorial, fome e consumo dos alimentos.

Thomas Robert Malthus, economista britânico, foi pioneiro no uso de dados primários na constituição de sua teoria do controle do aumento populacional (malthusianismo). A partir da constatação de incremento em progressão geométrica da população, face ao incremento em progressão aritmética da produção de alimentos, postulou a ocorrência de esgotamento das áreas cultiváveis (fator de produção fixo) e redução da oferta de alimentos *per capita*, resultando em fome e guerras baseadas em disputas territoriais (MALTHUS, 1798).

O fracasso das previsões malthusianas, tendo em vista a aceleração da produção agrícola pelo desenvolvimento tecnológico ao longo das décadas seguintes (SILVA, 2004), demonstrou o impacto do fator progresso técnico, desconsiderado por Malthus, na produção agrícola e, conseqüentemente, na manutenção da sobrevivência populacional.

Durante a década de 1940, algumas instituições privadas, como Instituto Rockefeller e Fundação Ford, iniciaram investimentos em pesquisa de melhoramentos genéticos de sementes no México e nas Filipinas, denominadas Variedades de Alta Produtividade (VAP) (ROSA, 1998).

Concomitantemente, a indústria química mundial direcionava sua produção ao setor agrícola, comercializando e incentivando o emprego de diferentes tipos de agrotóxicos para eliminação de fungos, insetos e ervas daninhas: herbicidas, fungicidas, inseticidas e fertilizantes químicos; enquanto a indústria metalomecânica desenvolvia maquinário pesado: tratores, colheitadeiras e demais equipamentos utilizados em diversas etapas da produção agrícola, desde o plantio até a colheita (ROSA, 1998).

Ao término da Segunda Guerra Mundial, o período de tensões denominado Guerra Fria, foi marcado pela polarização mundial entre dois extremos ideológica e economicamente opostos: a União Soviética, liderando o bloco socialista, e os Estados Unidos da América, no comando do bloco capitalista (HOBSBAWM, 1995).

O imbricado cenário geopolítico mundial impõe uma argumentação política, social e econômica sobre a busca de melhoria da produtividade agrícola. Assim, a partir de 1950, vários países buscaram adotar as inovações tecnológicas na produção agrícola de forma intensiva, inclusive o Brasil, de forma a tornarem-se competitivos no comércio internacional.

A partir de meados do século XX, o progresso tecnológico aplicado à produção agrícola foi determinante aos ganhos de produtividade que resultaram em significativas alterações das relações campo-cidade, a partir da denominada Revolução Verde.

O termo foi cunhado em 1966 por William Gown (ANDRADES, GANIMI, 2007) durante uma conferência em Washington, DC, que anunciou o potencial impacto de novas tecnologias na produção agrícola como: “*a Revolução Verde, feita a base de tecnologia, e não do sofrimento do povo*”.

O problema da fome tornava-se cada vez mais sério em várias partes do mundo, e o governo americano e os grandes capitalistas temiam que se tornasse elemento decisivo nas tensões sociais existentes em muitos países, o que poderia ampliar o número de nações sob o regime comunista, particularmente na Ásia e na América Central, tradicionais zonas de influência norte-americana (ROSA, 1998, p. 19).

Durante a década de 1970, a intensificação da produção agrícola, a partir do uso de máquinas, insumos e sementes selecionadas, foi outro marco histórico da trajetória da agricultura mundial. Norman Ernest Borlaug, agrônomo norte-americano ganhador do prêmio Nobel da Paz de 1966, incentivou a instauração de novas práticas agrícolas, sendo denominado pai da Revolução Verde (MARINHO, MINAYO-GOMEZ, 2004).

A modernização da agricultura promovida pela Revolução Verde torna-se, assim, um processo marcado pela conjuntura social, política e econômica que permitiu sua implantação em nível mundial, demarcando uma revolução à medida que apresenta causas e impactos bastante além da mera adoção de inovações tecnológicas na produção de alimentos.

No entanto, o aumento da produtividade agrícola obtido a partir da Revolução Verde não foi suficiente à eliminação da escassez na produção de alimentos mundial. Ademais, a expansão agrícola tem sido alvo de críticas pela persistência da má distribuição dos alimentos, associada à agressão ao meio ambiente (MARINHO, MINAYO-GOMEZ, 2004).

A população mundial apresentou significativo crescimento a partir de meados da década de 1960 (LAM, 2007), uma situação que não deve ocorrer novamente.

Não há dúvidas de que as taxas de crescimento da população mundial diminuirão [...]. A taxa é tão alta porque há muitas

mulheres em idade reprodutiva nos países em desenvolvimento como resultado do rápido crescimento da população nas décadas anteriores. Atravessamos períodos de taxas de crescimento absolutamente sem precedentes. No entanto, a produção de alimentos cresceu ainda mais rápido que a população e as taxas de pobreza caíram substancialmente.

O crescimento populacional das últimas décadas, aliado à consolidação do processo de transição demográfica, tem reavivado preocupações quanto à possibilidade de uma crise de abastecimento alimentar. David Lam, economista da Universidade de Michigan, observa que, apesar do crescimento da população mundial, a produção agrícola ainda tem sido suficiente para evitar crises de fome e pobreza nos últimos anos.

Segundo Lam, uma variedade de fatores combinados contribuiu para redução do impacto do incremento populacional, entre as quais destaca, particularmente, a Revolução Verde e a capacidade dos centros urbanos de absorver o contingente populacional adicional (LAM, 2007).

No entanto, deve-se destacar que as necessidades nutricionais da população mundial em crescimento apresentam algumas particularidades, tal como a necessidade de incremento de proteínas na dieta de países em desenvolvimento, principalmente China, Índia, Brasil e Rússia. Tais populações têm obtido crescimento de poder aquisitivo, buscando complementar a alimentação básica com alimentos proteicos anteriormente inacessíveis ao consumo geral.

As soluções viáveis à satisfação da crescente demanda por alimentos incluem a busca por redução de desperdício, ocupação de novas fronteiras produtivas, aumento da eficiência produtiva e, novamente, incremento tecnológico na produção agrícola. Destacam-se, particularmente, os avanços na biotecnologia para produção de alimentos, tanto via melhoramento genético convencional (cruzamentos das espécies existentes e seleção de sementes mais produtivas, potencializando a capacidade de produção das lavouras), quanto pelo desenvolvimento de sementes transgênicas (inserção de material genético diferente nas sementes para melhoria da resistência a pragas ou condições climáticas adversas, assim como incremento do conteúdo nutricional).

Tecnicamente, é possível delinear uma representação do modelo utópico, onde o crescimento populacional seria um incentivo à busca pelo aumento da produtividade para redução da fome (Figura 1), mesmo face a uma limitação territorial.

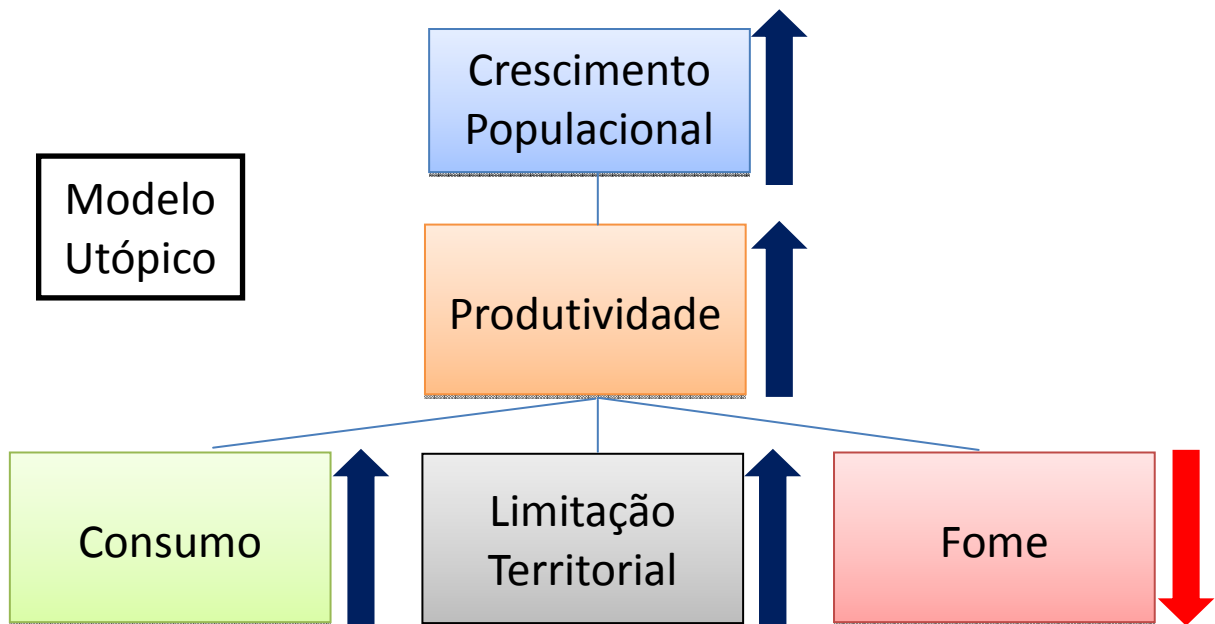


Figura 1. Representação do modelo utópico da problematização da produção de alimentos mundial.

Entretanto, uma abordagem mais realista inicia-se pelo incremento populacional, impulsionado pelo aumento da produtividade agrícola e pressionado pela limitação territorial, resultando em necessidade de elevação do consumo alimentar global e gerando fome (Figura 2).

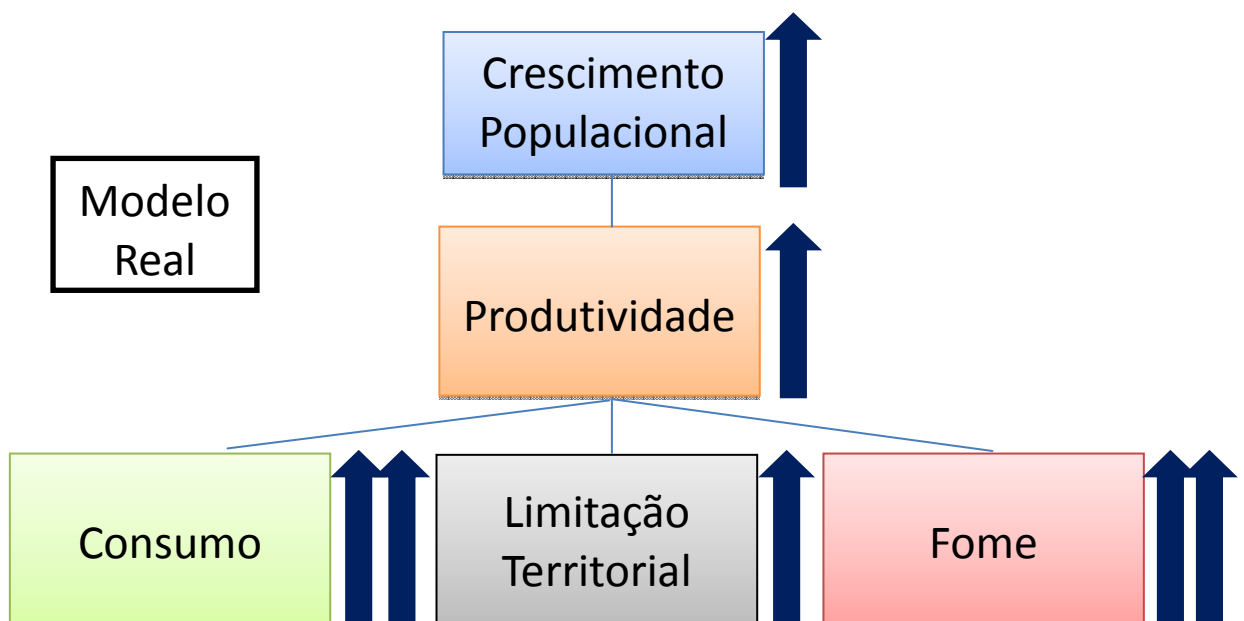


Figura 2. Representação do modelo real da problematização da produção de alimentos mundial.

Objetivos

Objetivo geral

Apresentar informações quanto aos impactos da produção e investimento em sementes transgênicas, especialmente no que tange à geração de uma série de externalidades à produção agrícola e ao desenvolvimento econômico do país.

Objetivos específicos

- Apresentar a importância da adoção de novas tecnologias na produção agrícola como forma de promover políticas públicas para erradicação da fome;
- Analisar evidências e dados relativos aos Organismos Geneticamente Modificados (OGMs);
- Abordar analiticamente alguns dos principais indicadores de consumo e produção de sementes transgênicas, assim como seus impactos na balança comercial do país.

Metodologia

A metodologia utilizada no presente trabalho consistiu em análise documental e bibliográfica, a partir de busca de referências na literatura acadêmica sobre biotecnologia, organismos geneticamente modificados, transgênicos, produção agrícola e seus impactos na balança comercial brasileira.

O levantamento documental na temática do trabalho incluiu bases de dados bibliográficas (SciELO e outras), organizações internacionais (*Food and Agriculture Organization*, *World Bank*, *Organisation for Economic Co-Operation and Development*, *World Health Organization*, Organização Mundial do Comércio, entre outras), setor privado (como *International Service for the Acquisition of Agri-Biotech Applications*), organizações governamentais (Agência Nacional de Vigilância Sanitária, Ministério da Agricultura e Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, entre outras) e organizações não-governamentais (como ESPLAR Centro de Pesquisa e Assessoria).

A síntese do material obtido, acompanhada de dados quantitativos sobre a produção, comercialização e consumo de transgênicos, foi utilizada para análise do panorama atual da adoção e potencial impacto da nova tecnologia no Brasil e no mundo.

Produção agrícola no Brasil e no mundo

Segundo a OCDE/FAO (2012), a agricultura constitui a base da balança comercial em diversos países, principalmente nações da América Latina, sudeste asiático e África, considerados subdesenvolvidos ou em desenvolvimento. A produção agrícola em diferentes países apresenta características particulares, ligadas ao acesso e à possibilidade de adoção de novas tecnologias, ao clima e à disponibilidade de áreas de plantio. Tais variáveis, por sua vez, influenciam diretamente o valor da produção agrícola e seu impacto na balança comercial do país.

Produção agrícola no mundo

Nos últimos 50 anos, os ganhos de produtividade na agricultura resultaram de dois principais fatores: introdução de modernas técnicas agrícolas (especialmente mecanização, uso de insumos químicos e irrigação) e uso intensivo de cultivares com alto potencial de produção (obtidos em programas de melhoramento vegetal desenvolvidos em universidades e institutos de pesquisa).

Contudo, o ritmo de crescimento da produtividade agrícola tem desacelerado desde a metade da década de 1980. Uma das principais causas parece residir no esgotamento da capacidade de obtenção de variedades mais produtivas a partir de técnicas tradicionais de melhoramento vegetal (FERREIRA, 2000).

A partir do final da década de 1990, reinicia-se um processo de aceleração da produtividade agrícola mundial (Tabela 1), cujo motivo parece ser ligado ao emprego de técnicas ligadas à biotecnologia.

Tabela 1. Produtividade agrícola dos maiores produtores mundiais.

Países	Valor (milhões de reais)					Participação nas exportações	
	1990	2000	2007	2008	2009	2000	2009
Mundo	414.723	551.294	1.132.882	1.340.149	1.168.847	8,8	9,6
Brasil	9.779	15.464	48.287	61.400	57.659	28,1	37,7
Canada	22.339	34.789	48.726	54.125	43.637	12,6	13,8
Austrália	11.875	16.446	22.399	26.134	23.449	25,7	15,2
EUA	59.404	71.408	113.697	139.967	119.584	9,1	11,3
China	10.060	16.384	38.860	42.254	40.880	6,6	3,4
Índia	3.506	5.931	16.770	21.769	16.661	14	10,2
União Europeia	-	230.390	491.371	568.003	494.860	9,4	10,8

Fonte: Adaptação de OCDE/FAO (2012).

Observa-se que o Brasil teve um aumento de quase 590% no valor de sua produção agrícola desde 1990 até 2009. Entretanto, em outros países, a produção agrícola apresenta redução na transição dos anos 2008 para 2009. Tal queda pode representar um saturamento da produção nas terras disponíveis.

Segundo dados do IPEA (2010), uma análise dos principais países importadores de produtos agrícolas no mundo indica que poucos dos maiores países produtores mundiais apresentam autossuficiência na produção em seus territórios produtivos (Tabela 2).

Tabela 2. Principais países importadores de produtos agrícolas. 2010.

País	Valor (US\$ Milhões)	Variação percentual 2010/2009 (%)	Participação (%)
1 - China	30.789	46,6	15,3
2 - EUA	19.462	23,7	9,6
3 - Argentina	18.523	44,9	9,2
4 - Países Baixos	10.228	25,5	5,1
5 - Alemanha	8.138	31,8	4
6 - Japão	7.141	67,2	3,5
7 - Reino Unido	4.635	24,4	2,3
8 - Chile	4.258	50,3	2,1
9 - Itália	4.235	40,4	2,1
10 Rússia	4.152	44,7	2,1
11 - Espanha	3.894	46,2	1,9
12 - Venezuela	3.854	6,8	1,9
13 - Coreia do Sul	3.760	41,5	1,9
14 - México	3.715	38,9	1,8
15 - França	3.576	23,1	1,8
16 - Outros	-	-	35,4

Fonte: IPEA (2010).

Segundo Lagi et al. (2012), uma preocupação na produção de alimentos mundial está ligada à existência de impactos sobre a estabilidade econômica, social e política das nações. Assim, a volatilidade dos preços de alimentos, associada às condições climáticas e inexistência de novas fronteiras agrícolas, constitui uma ameaça às populações mundiais, enquanto houver estoques limitados de alimentos.

Relatório OCDE/FAO (2012) indica que fatores como crescimento populacional, contínua migração aos centros urbanos, aumento da renda *per capita* e transformação da dieta nos países em desenvolvimento devem exercer pressão contínua na demanda por produtos agrícolas.

Os países em desenvolvimento apresentam maior potencial de constituir os novos líderes da produção agrícola global até 2021, tendo em vista a possibilidade de incremento da área dedicada à agricultura e continuidade de melhoria na produtividade. Estima-se que o

potencial de crescimento da produção anual nos países em desenvolvimento situe-se em torno de 1,9% ao ano, em comparação a 1,2% ao ano nos países desenvolvidos. O aumento da renda per capita associado ao desenvolvimento urbano devem gerar outras alterações nos hábitos alimentares, direcionando o consumo alimentar para ingestão de alimentos altamente processados com alto teor de gorduras e proteínas (OCDE/FAO, 2012).

A maior parte da expansão da oferta mundial de leguminosas e oleaginosas, como a soja, deve concentrar-se no Brasil, EUA e Argentina, estimando-se incremento de 70% das exportações provenientes do Brasil, elevando de 26% para 35% sua participação no comércio mundial até 2019 (OCDE/FAO, 2012).

Assim, o aumento da produtividade agrícola nos países em desenvolvimento deve ser fundamental para assegurar uma oferta suficiente de alimentos nas próximas décadas. Aos governos, caberia o estabelecimento de incentivos adequados à adoção de melhores práticas de produção nas zonas rurais, assim como a busca por capacitação dos agricultores. Por outro lado, a participação da iniciativa privada deve promover a consolidação dos investimentos necessários (OCDE/FAO, 2012).

Segundo o relatório OCDE/FAO (2012), o comércio mundial de produtos agrícolas deve continuar a crescer no eixo Sul-Sul, em adição ao tradicional eixo Norte-Sul. Em termos de importações, há expectativa de integração de países em desenvolvimento, como Índia, no mercado mundial. Países com participação já consolidada, como China, devem buscar diversificar suas fontes de suprimento, redesenhando o fluxo global de produtos agrícolas (Figura 3).

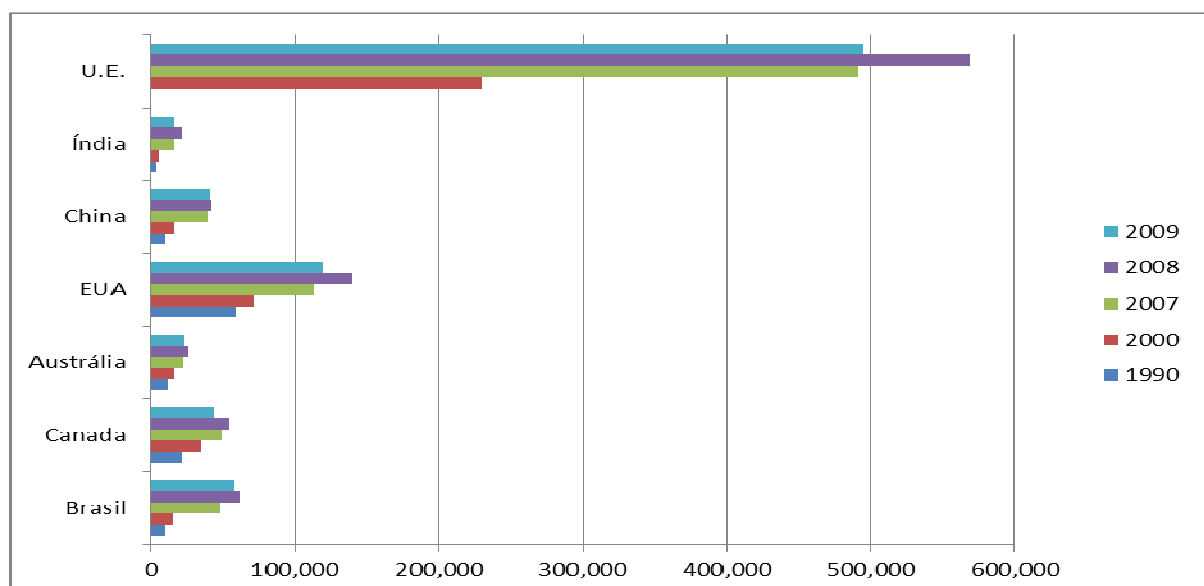


Figura 3. Maiores produtores agrícolas mundiais.

Fonte: OMC (2010).

Os aumentos de produtividade, em médio prazo, devem ser destinados à busca por incremento da produção de matérias-primas destinadas à produção de biocombustíveis e sementes transgênicas. Atualmente, a área cultivável ainda disponível para expansão de fronteiras agrícolas é bastante limitada (Figura 4) (OCDE/FAO, 2012).

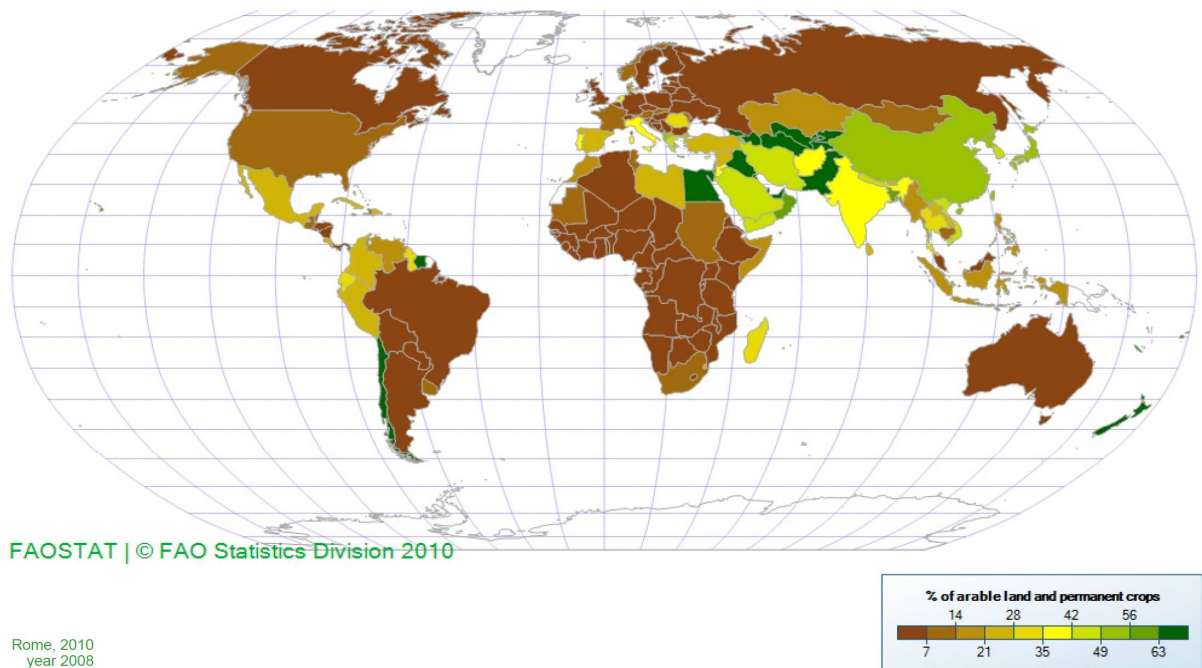


Figura 4. Mapa das terras cultiváveis no mundo.

Fonte: FAO (2010).

Produção agrícola no Brasil

A agricultura no Brasil é, historicamente, umas das principais bases da economia do país, desde os primórdios da colonização até o século XXI, evoluindo das extensas monoculturas à diversificação da produção (IBGE, 2006; IBGE, 2012).

Inicialmente concentrada na produção de cana-de-açúcar, seguida pelo café, a agricultura brasileira apresenta-se, atualmente, como uma das maiores exportadoras do mundo em diversas espécies de cereais, frutas, grãos, entre outros (IBGE, 2006; IBGE, 2012).

A vocação natural do Brasil para agricultura é reconhecida mundialmente, dada sua vasta extensão territorial combinada às condições climáticas favoráveis a diversos tipos de culturas. O Brasil é o quinto maior país na produção agropecuária mundial (US\$ 100 bilhões anuais), segundo dados do Instituto de Estudos do Comércio e Negociações Internacionais (Ícone), sendo superado somente pela China (US\$ 600 bilhões), seguida pela União Europeia (US\$ 420 bilhões), Estados Unidos (US\$ 287 bilhões) e Índia (US\$ 140 bilhões).

Considerando-se, adicionalmente, a parcela destinada à exportação, o país apresenta a terceira maior produção agrícola mundial (IPEA, 2010).

Tabela 3. Desempenho das exportações no Brasil. 2010.

Exportação	Valor (US\$ Milhões)	Variação percentual 2010/2009 (%)	Participação (%)
Total	201.915	32	100
Básicos	90.005	45,3	44,6
Manufaturados	79.563	18,1	39,4
Semimanufaturados	28.207	37,6	14

Fonte: IPEA (2010).

Segundo dados divulgados pelo IPEA, durante os anos de 2009 e 2010 o país teve uma variação de 32% no total geral de exportações, índice superado anualmente.

Segundo dados do IBGE (2012), a safra nacional de cereais, leguminosas e oleaginosas (que representa a maior parcela da produção agrícola nacional) é estimada em 163,3 milhões de toneladas em 2012, superior em 2,0% à safra obtida em 2011 (160,1 milhões de toneladas). A área produtiva em 2012 (49,4 milhões de hectares) apresenta acréscimo de 1,5% em relação à área de 2011. Arroz, milho e soja constituem os três principais produtos do grupo, representando 91,0% da produção estimada e correspondendo a 84,7% da área produtiva (Figura 5).

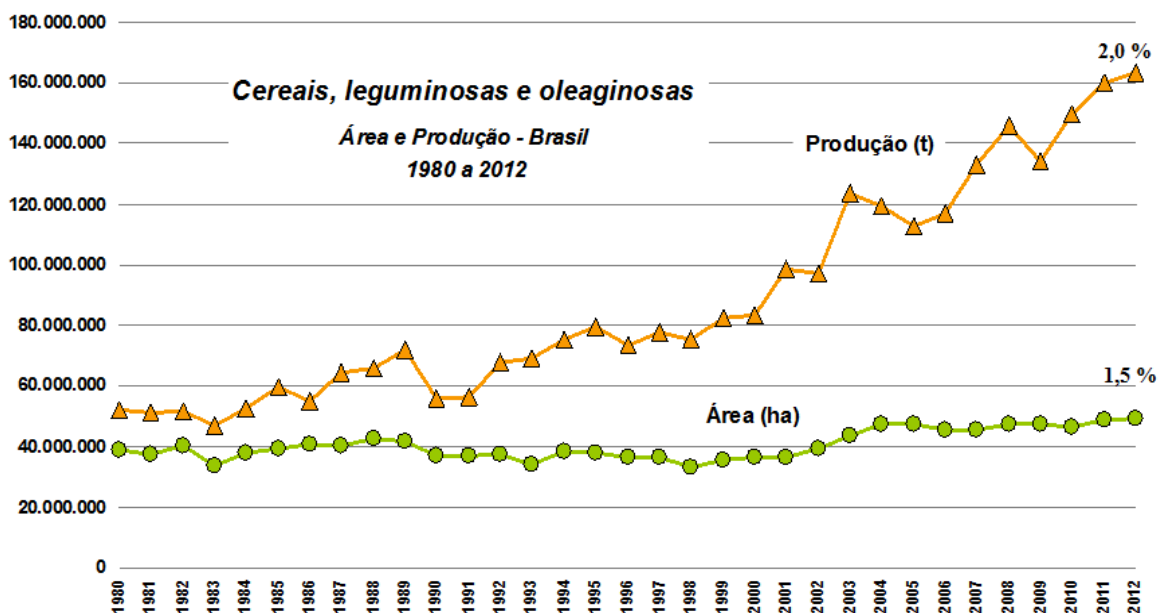


Figura 5. Avaliação da safra nacional de cereais, leguminosas e oleaginosas.

Fonte: IBGE (2012).

A produção agrícola de grãos apresentou aumento constante desde 1997, ano de ingresso dos transgênicos no país. Tal incremento está altamente correlacionado à adoção de novas práticas agrícolas de manejo, plantação e colheita nas estações corretas, uso intensivo de maquinário e maior número de empregos em lavouras.

Adicionalmente, a elevação da produção observada ocorre em uma área de plantio praticamente estável durante os quinze anos analisados (aumento correspondente a 22,5% da área cultivada), em face de incremento de 202,5% na produção.

Entre os anos de 2000 e 2008, as exportações agrícolas brasileiras obtiveram um aumento médio de 18,6% por ano, superior ao crescimento das exportações agrícolas do Canadá (6,3%), Austrália (6%), EUA (8,4%) e União Europeia (11,4%). Em 2000, o Brasil ocupava o sexto lugar no ranking dos países exportadores agrícolas (IBGE, 2012).

No entanto, o país ainda está distante de constituir o maior exportador de alimentos mundial. EUA e UE exportam valor superior ao dobro da produção do Brasil.

Transgênicos: Histórico e definição

O melhoramento genético de plantas, animais ou microrganismos é possível a partir da existência de alguma variabilidade genética, isto é, se houver indivíduos com diferentes características nas espécies a serem melhoradas. A variabilidade genética é facilmente constatada e tem origem em mutações (modificações nas moléculas do ácido desoxirribonucleico, DNA). O mecanismo de recombinação (resultante da hibridação, ou seja, do cruzamento entre tipos portadores de diferentes mutações) promove uma variabilidade adicional nas populações, propiciando a ocorrência de seleção natural.

Hansen e Wright (1999) defendem que a seleção artificial é praticada há muito tempo. Desde o início das primeiras práticas agrícolas, há cerca de dez mil anos, populações humanas utilizam empiricamente métodos de melhoramento genético que imitam processos da evolução natural. A domesticação de culturas como trigo, cevada, ervilha e lentilhas é datada de 7.000 a.C. Banana, maçã, batata, milho, sorgo e outras culturas vegetais são melhoradas a partir de 5.000 a.C. Outras espécies, como abacaxi, determinadas hortaliças, morango, seringueira e dendê foram melhoradas na era cristã. A partir da descoberta de mecanismos genéticos, métodos racionais de melhoramento genético passam a ser utilizados pelos geneticistas em plantas cultivadas, animais domésticos e microrganismos úteis.

Os organismos geneticamente modificados, ou transgênicos, são organismos com inserção de genes estranhos em seu código genético. O processo consiste na transferência de um ou mais genes responsáveis por determinada característica em um organismo para outro organismo ao qual é desejável incorporar tal característica (ESPLAR, 2012).

A transgenia é resultado da convergência de técnicas de engenharia genética como solução biotecnológica para problemas da agricultura mundial, como pragas, doenças e estresses ambientais. Ademais, é possível beneficiar os demais setores produtivos (saúde, indústria e alimentação), contribuindo à geração de maior valor nos produtos agropecuários, unindo o agronegócio aos setores farmacêutico e industrial (HANSEN, WRIGHT, 1999).

A produção mundial de transgênicos

As primeiras plantas transgênicas foram utilizadas na China no início da década de 1990. Nos EUA, a primeira aprovação para uso comercial de uma planta transgênica ocorreu no ano de 1994, via lançamento de um tomate com vida de prateleira superior pela empresa Calgene. Dados de diversas instituições internacionais revelam incremento nas plantações comerciais de transgênicos no mundo. Em 1999, cerca de 40 milhões de hectares

apresentavam cultivo de vegetais transgênicos no mundo (Tabela 4) (AZEVEDO, FUNGARO, VIEIRA, 2000).

Tabela 4. Área de plantio baseado em biotecnologia, em milhões de hectares. 1996-2010.

Ano	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Total
Hectares (em milhões)	1,7	11	27,8	39,9	44,2	52,6	58,7	67,7	81	90	102	114,3	125	134	148	1097,9
Acos (em milhões)	4,3	27,5	69,5	98,6	109,2	130	145	167,2	200	222	252	282	308,8	335	365	2716,1

Fonte: JAMES (2010a).

Desde 1996, a aplicação da tecnologia dos transgênicos nas plantações de países desenvolvidos e países em desenvolvimento apresenta crescimento constante ao longo dos anos.

Tabela 5. Área de plantio baseado em biotecnologia, segundo país.

País	2009		2010		Comparação	
	Área	%	Área	%	(+/-)	%
EUA	64,0	48	66,8	45	2,8	4
Brasil	21,4	16	25,4	17	4,0	19
Argentina	21,3	16	22,9	16	1,6	8
Índia	8,4	6	9,4	6	1,0	12
Canadá	8,2	6	8,8	6	0,6	7
China	3,7	3	3,5	2	-0,2	-5
Paraguai	2,2	2	2,6	2	0,4	18
Paquistão	-	-	2,4	2	2,4	-
África do Sul	2,1	2	2,2	2	0,1	5
Uruguai	0,8	<1	1,1	1	0,3	38
Bolívia	0,8	<1	0,9	1	0,1	12
Austrália	0,2	<1	0,7	<1	0,5	184
Filipinas	0,5	<1	0,5	<1	0,0	10
Mianmar	-	-	0,3	<1	0,3	-
Burkina Faso	0,1	<1	0,3	<1	0,2	126
Espanha	0,1	<1	0,1	<1	<0,1	-
México	0,1	<1	0,1	<1	<0,1	-
Colômbia	<0,1	<1	<0,1	<1	<0,1	-
Chile	<0,1	<1	<0,1	<1	<0,1	-
Honduras	<0,1	<1	<0,1	<1	<0,1	-
Portugal	<0,1	<1	<0,1	<1	<0,1	-
República Tcheca	<0,1	<1	<0,1	<1	<0,1	-
Polônia	<0,1	<1	<0,1	<1	<0,1	-
Egito	<0,1	<1	<0,1	<1	<0,1	-
Eslováquia	<0,1	<1	<0,1	<1	<0,1	-
Costa Rica	<0,1	<1	<0,1	<1	<0,1	-
Romênia	<0,1	<1	<0,1	<1	<0,1	-
Suécia	-	-	<0,1	<1	<0,1	-
Alemanha	-	-	<0,1	<1	<0,1	-

Fonte: JAMES (2010a).

Em termos percentuais, há um substancial e consistente declínio na aplicação do uso de transgênicos nos países desenvolvidos (desde 60% em 2006 até 52% em 2010), enquanto nos países em desenvolvimento tem aumentado consistentemente (14% em 1997 até 48% em 2010).

Assim, em 2010, quase metade dos 148 milhões de hectares da área total global de lavouras que utilizam plantio de OGM, precisamente 71,7 milhões de hectares, foi cultivado em 19 países em desenvolvimento. A maioria dos países em desenvolvimento de expressiva produção agrícola apresenta proporcional crescimento em área de plantação com uso de OGMs (Tabela 5).

Segundo relatórios da ISAAA (2012a,b,c,d), a forte tendência de crescimento das culturas transgênicas nos países em desenvolvimento deve continuar nos próximos anos, principalmente em países do hemisfério Sul (Tabela 6).

Tabela 6. Área global de plantio baseado em biotecnologia, em milhões de hectares.

Grupos de países	2009		2010		Comparação	
	Área	%	Área	%	(+/-)	%
Desenvolvidos	72,5	54	76,3	52	3,8	5
Em desenvolvimento	61,5	46	71,7	48	10,2	17
Total	134	100	148	100	14	10

Fonte: JAMES (2010a).

Segundo Carpenter (2010), as diferenças significativas para aumentos de produção de transgênicos entre países desenvolvidos e países em desenvolvimento provavelmente decorrem da melhoria na produtividade decorrente da adaptação de transgênicos ao manejo de pragas e plantas daninhas nas lavouras convencionais nos países em desenvolvimento.

Em 2009, 14 milhões de agricultores em 25 países cultivaram comercialmente lavouras geneticamente modificadas e mais de 90% eram pequenos produtores rurais de países em desenvolvimento. Do total plantado, as variedades transgênicas resistentes a insetos e tolerantes a herbicida representavam mais de 99% da área cultivada (JAMES, 2010b).

Segundo dados divulgados pela ISAAA (JAMES, 2010a), 29 países (11 países desenvolvidos e 18 países em desenvolvimento) utilizavam a tecnologia dos OGMs em seus territórios produtivos (Figura 6).

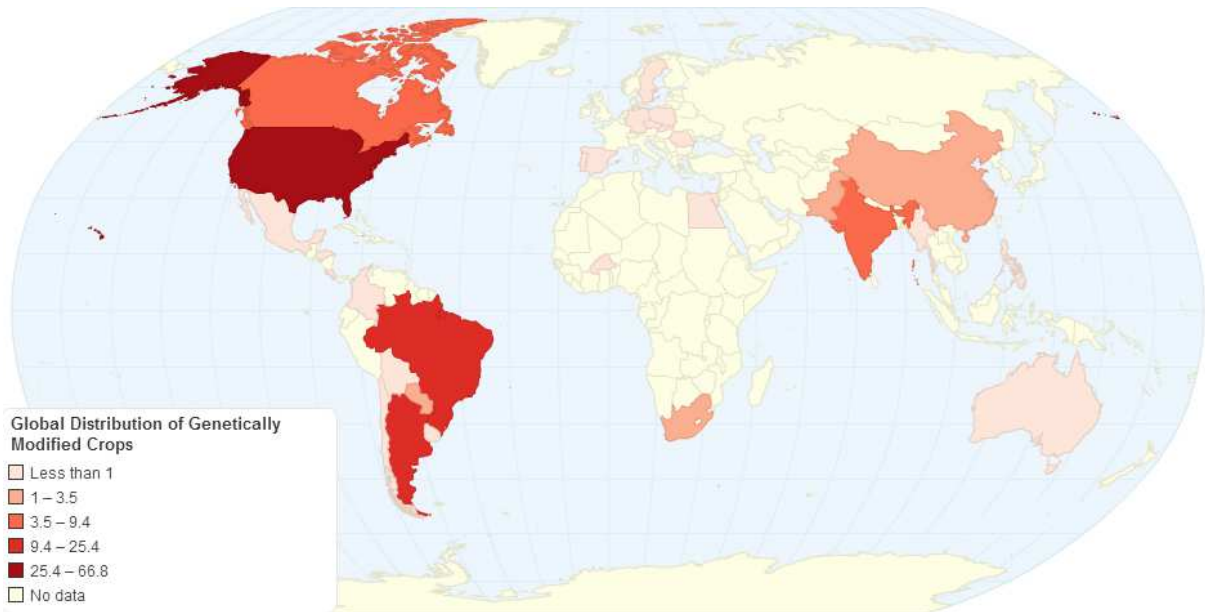


Figura 6. Mapa dos países adotantes de biotecnologia. 2010.

Fonte: ChartsBin (2010).

O crescimento na adoção de novas tecnologias agrícolas, segundo relatório da ISAAA (JAMES, 2011), apresenta maior potencial no continente africano, tendo em vista o significativo impacto esperado de mudanças de hábitos na agricultura, uso de tecnologias resistentes às pragas, secas e ervas daninhas e, especialmente, potencial produtivo no continente (dado seu clima favorável).

Segundo estudo divulgado pela Organização Mundial da Saúde (WHO, 2005), os alimentos transgênicos atualmente disponíveis no mercado para consumo humano não apresentam riscos à saúde.

A produção de transgênicos no Brasil

Há controvérsias sobre a introdução da tecnologia dos transgênicos no Brasil, mas, segundo Lima (2005), os transgênicos tornam-se disponíveis ao consumidor no cenário nacional somente a partir do segundo semestre de 1997.

Segundo o IBGE (2012), o Brasil apresenta importante produção agrícola de cana-de-açúcar, soja, milho, laranja e mandioca; sendo que, dos 59,6 milhões de hectares de áreas plantadas, 30,3 milhões representam áreas plantadas com OGMs nas culturas de soja, algodão e milho.

Em 1998, a CTNBio registrou o primeiro pedido de liberação de transgênicos para comércio, referente à soja OGM *Roundup Ready*, espécie resistente ao herbicida *Roundup*,

proveniente da empresa Monsanto. O pedido foi aceito, pois não foi detectado nenhum problema de biossegurança, segundo a CNTBio. No entanto, em setembro do mesmo ano, IDEC e *Greenpeace* conseguiram uma liminar que sustava o plantio. Várias liminares e recursos sobre plantação de transgênicos foram concedidos desde então e, embora o comércio da soja fosse proibido, as sementes eram contrabandeadas no Sul do Brasil (LIMA, 2005).

Segundo Lima (2005), a indefinição nas leis e o contrabando de sementes resultaram em várias manobras políticas no país, como a substituição do ministro Luis Carlos Bresser Pereira, abertamente defensor dos transgênicos, no Ministério da Ciência e Tecnologia, por Ronaldo Sardenberg (político moderado e neutro na questão).

Segundo a ISAAA (2010a), o Brasil foi o motor da expansão mundial do cultivo de transgênicos em 2011, tornando-se o segundo maior produtor de biotecnologia no mundo na produção de OGMs para soja, milho e algodão em mais 30,3 milhões de hectares.

Relatório da empresa de consultoria Céleres (2012) destaca características da produção de grãos do Brasil nos últimos vinte anos, ressaltando especialmente a duplicação da produção para aproximadamente 149 milhões de toneladas de grãos (incremento de 156% desde 1990), frente a uma expansão de 27% na área plantada (Figura 7).



Figura 7. Produção de grãos brasileira.

Fonte: Céleres (2012).

O aumento de produtividade é resultado de aplicação de uma melhor tecnologia, melhores práticas agrícolas e implantação de culturas de maior rendimento, entre variedades melhoradas e híbridos.

As culturas biotecnológicas são especialmente importantes no caso brasileiro pelo significativo potencial inexplorado nos últimos anos de comercialização de culturas

transgênicas, desde 2006 a 2015 (JAMES, 2010b). Dados sobre aquisição de soja brasileira pela China indica que tais transações representam mais de 50% do total das exportações de soja do Brasil.

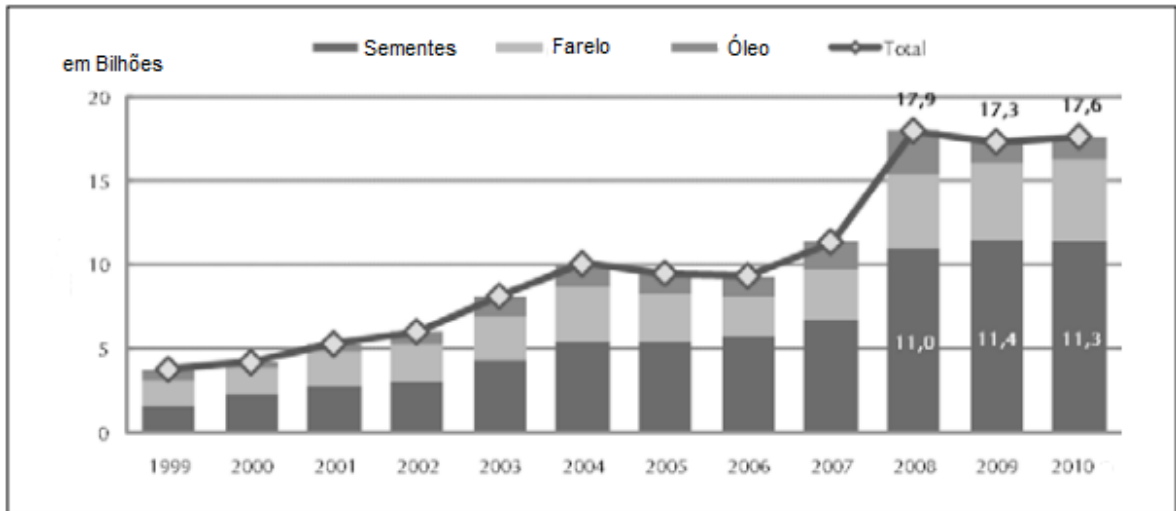


Figura 8. Exportação de soja do Brasil. 1999-2010.

Fonte: JAMES (2010b).

O Brasil apresenta vários fatores favoráveis ao estímulo do crescimento no setor agrícola nas próximas décadas, inclusive disponibilidade de área inexplorada para cultivo (até 100 milhões de hectares), suprimento de água, mercado interno de consumo e possibilidade de exportação de sementes de grãos e óleo. Os desafios do país incluem falta de infraestrutura em transporte e comercialização, assim como crescente dependência de mercados asiáticos (JAMES, 2010b).

Em setembro de 2011, a EMBRAPA autorizou a comercialização e a produção de sementes transgênicas de feijão branco, enriquecidas com sais minerais e resistentes às pragas do feijão (EMBRAPA, 2012).

Segundo a ISAAA a adoção de biotecnologia no país representou um ganho de 4,6 bilhões de dólares no período de 2003 e 2010, sendo 1,2 bilhões de dólares somente em 2010. Desde a aplicação dos OGMs, o Brasil tem obtido investimentos direcionados à pesquisa biotecnológica, ganho para pequenos agricultores e barateamento do produto final (ISAAA, 2012a,b,c,d).

Vantagens e desvantagens dos transgênicos

A liberação de plantio e comercialização de culturas transgênicas e seus produtos derivados para cultivo e consumo humano ou animal tem atraído atenção da população; tornando-se um tema predominante em discussões científicas, éticas, econômicas e políticas aa atualidade. A compreensão do cenário atual de adoção dos transgênicos deve incluir um posicionamento neutro que apresente vantagens e desvantagens do uso da biotecnologia dos OGMs.

Vantagens

Segundo James (2011), uma forma de caracterizar a distribuição dos benefícios e vantagens do uso de OGMs é analisar dados por cultura (Tabela 8). Durante a última década (1996/97 a 2008/09), os benefícios econômicos capturados na produção (indústria e agricultura) foram estimados em US\$ 3,6 bilhões. A soja, primeira cultura de biotecnologia implantada, teve maior parcela dos benefícios, representando 78% dos ganhos. O milho geneticamente modificado, adotado a partir de 2008, corresponde a 18% dos benefícios econômicos, enquanto o algodão transgênico, implantado entre 2004 e 2005, representa 4% dos benefícios.

Tabela 8. Benefícios econômicos estimados da adoção de biotecnologia por tipo de cultura e por tipo de resultado. 1996-2009.

Cultura	Valor (US\$ Bilhões)	Participação percentual (%)
Soja	2,8	78%
Milho	0,648	18%
Algodão	0,144	4%
<i>Total</i>	<i>3,6</i>	<i>100%</i>
Beneficiado	Valor (US\$ Bilhões)	Participação percentual (%)
Economia de custos	2,268	63%
Indústria	0,684	19%
Ganhos em produção	0,648	18%
<i>Total</i>	<i>3,6</i>	<i>100%</i>

Fonte: Céleres (2012).

O maior ganho econômico resultante das culturas transgênicas concentrou-se na economia de custo aos produtores, que representou 63% dos ganhos. Ganhos de produtividade foram equivalentes a 18% e os benefícios aos desenvolvedores da biotecnologia obtiveram retorno de 19% do volume de ganhos.

Em termos dos benefícios socioambientais derivados das plantações de OGMs no Brasil, no período de 1996/97 a 2008/09 foram registrados resultados referentes à redução de consumo de água, pesticidas, diesel e diminuição das emissões de CO₂. As culturas biotecnológicas no Brasil contribuíram com uma redução de uso da água em torno de 12,6 bilhões de litros; sendo 95% no plantio de soja geneticamente modificada, 3% na produção de milho geneticamente modificado e 2% na produção de algodão transgênico (JAMES, 2010a).

Em termos de redução de uso de diesel, cerca de 104,8 milhões de litros de diesel foram poupados. Conseqüentemente, houve registro de diminuição das emissões de CO₂, equivalente a uma redução de 270.000 toneladas de CO₂, sendo 95% resultante da cultura de soja transgênica, 3% da cultura de milho e 2% da cultura de algodão (JAMES, 2010a).

A redução no uso de pesticidas pela utilização de culturas geneticamente modificadas durante o período de 1996 a 2009 representa uma economia de 6.800 toneladas de ingredientes ativos; sendo 84% resultante da produção de soja transgênica, 10% no caso da produção de algodão e 6% na produção de milho (JAMES, 2010a).

Segundo Cordeiro (2000), outro benefício importante no plantio de culturas transgênicas deve ser destacado: o uso da biotecnologia possibilita dispor da variabilidade genética de qualquer organismo para transferência de genes; eliminando o risco de exaustão da variabilidade genética de vegetais e animais domésticos.

Não obstante, Cordeiro (2000) ressalta o princípio da precaução, que recomenda cuidados para evitar a degradação ambiental no que tange ao lançamento dos cultivares transgênicos. As plantas transgênicas, a partir de suas defesas genéticas, possibilitariam aumentar a produtividade com efetiva redução no uso de agrotóxicos e custos de produção, tornando-se adequadas para reduzir a degradação ambiental.

Por fim, segundo a ISAAA (2012a,b,c,d), o maior benefício da biotecnologia vegetal é a produção de plantas melhoradas geneticamente, fornecendo suporte às exigências atuais e futuras de segurança alimentar, ao desenvolvimento de uma agricultura sustentável e à preservação dos recursos naturais.

Desvantagens

Segundo alguns especialistas e organizações não-governamentais, a tecnologia dos transgênicos apresenta potenciais riscos aos seres humanos e à biodiversidade.

Embora sejam reportados benefícios da soja transgênica no Brasil, cada cultivar transgênico deve ser considerado separadamente. A produção de sementes estéreis em plantas

constitui um dos riscos apontados à adoção de transgênicos. Tais plantas modificadas apresentam sementes sem possibilidade de germinação na geração seguinte, obrigando ao produtor nova aquisição de sementes a cada plantio. O processo está baseado na introdução de um gene, denominado *exterminator*, capaz de produzir uma toxina que elimina o embrião da semente em formação. Tal mecanismo garante monopólio de produção de semestre à empresa detentora da tecnologia.

Em contrapartida a outra alegada vantagem (investimento no melhoramento de plantas autógamias, ou seja, que se reproduzem por autofecundação, como soja, arroz e trigo), que deveria acarretar em ganhos de produtividade semelhantes aos ganhos da introdução de híbridos, associa-se a maior dependência do agricultor para obtenção de sementes, assim como a possibilidade de contaminação de outras espécies por genes de esterilidade e a denominada erosão genética, que resulta em redução da diversidade (AZEVEDO, FUNGARO, VIEIRA, 2000).

Azevedo, Fungaro e Vieira (2000) apontam, ainda, o argumento ético quanto ao direito humano de alterar a natureza, além da possibilidade de interferência dos alimentos produzidos a partir de transgênicos nos efeitos de antibióticos e outros medicamentos no organismo e o problema da perda de controle sobre indivíduos originais e transgênicos, que pode causar impactos inestimáveis na biodiversidade, como adição de novos genótipos, eliminação de espécies, exposição de indivíduos a novas doenças, redução da diversidade genética e interrupção da reciclagem de nutrientes e energia.

Segundo Cordeiro (2000), poucos laboratórios apresentam estrutura (equipamentos e recursos humanos) necessária à obtenção de organismos transgênicos com nível de segurança exigido pela Lei de Biossegurança, fiscalizada pela CTNBio. Ademais, após a obtenção da planta transgênica, há uma fase prolongada e dispendiosa de pesquisa. Isso requer alto volume de investimento para selecionar e desenvolver o produto, atividades a cargo de empresas de biotecnologia ainda incipientes no Brasil, o que pode tornar o país dependente de grandes empresas detentoras de patentes de processos e produtos biotecnológicos.

Cordeiro (2000) alega que transgênicos são cultivados em vários países e consumidos por milhões de indivíduos há mais de cinco anos sem inconvenientes, no entanto, organizações leigas conservacionistas de caráter não-governamental, que deveriam apoiar a nova tecnologia, estranhamente não reconhecem suas vantagens. Por outro lado, a promoção de alimentos ‘orgânicos’, isentos de agrotóxicos e cultivados de forma primitiva é situada como cenário ideal. Entretanto, a produção de orgânicos alcança menos de 1% da oferta

necessária de alimentos à população mundial, sendo mais dispendiosa e menos eficiente em termos de produção.

Considerações finais

O presente trabalho de conclusão de curso buscou apresentar alguns aspectos e indicadores relativos à produção, à comercialização e ao consumo de transgênicos no Brasil. Foram analisados fatores positivos, como ganhos de produtividade agrícola, melhor aproveitamento dos recursos produtivos e recursos humanos, possibilidade de diminuição do preço final e uso dos transgênicos como mediadores da nova revolução agrícola foram apresentados (ISAAA, 2012a,b,c,d), assim como potenciais problemas decorrentes de riscos de contaminação genética, monopólio de sementes na produção agrícola e dependência econômica do país, no esteio da adoção das culturas de OGMs no país.

Um conjunto de vantagens relacionadas ao impacto ambiental das culturas de transgênicos foi identificado, inclusive redução no consumo de água nas produções, diminuição da emissão de CO₂ e uso combustíveis fósseis, situando os transgênicos como boa opção ao futuro da agricultura.

A partir das constatações elencadas, é possível redesenhar o modelo teórico de abordagem do problema da produção agrícola face à escassez de recursos produtivos (Figura 9).

A inserção da tecnologia dos transgênicos resulta em aumento da produtividade, pois, segundo Céleres (2012), os transgênicos potencializam o uso do território produtivo e, conseqüentemente, diminuem a limitação da área de cultivo.

O modelo teórico, no entanto, deve ser utilizado de forma cuidadosa, tendo em vista os riscos envolvidos no emprego irresponsável de novas tecnologias, como observado na primeira Revolução Verde. Há certa preocupação na dosimetria da cobrança de *royalties* das empresas privadas pelo desenvolvimento da tecnologia dos transgênicos e suas contrapartidas ao sistema socioeconômico e ao meio ambiente.

Outro aspecto importante destacado no presente estudo refere-se aos benefícios econômicos decorrentes da adoção da biotecnologia no Brasil. Nos últimos quinze anos, foram identificados ganhos de produtividade, principalmente impulsionados pelo cultivo de cereais transgênicos (CÉLERES, 2012).

É importante frisar que os benefícios diretos capturados pelos produtores rurais também podem ser traduzidos em benefícios indiretos capturados ao longo da cadeia de valor da indústria de alimentação animal e humana, beneficiando, em última instância, o consumidor na compra em mercados varejistas (ABRASEM, 2012).

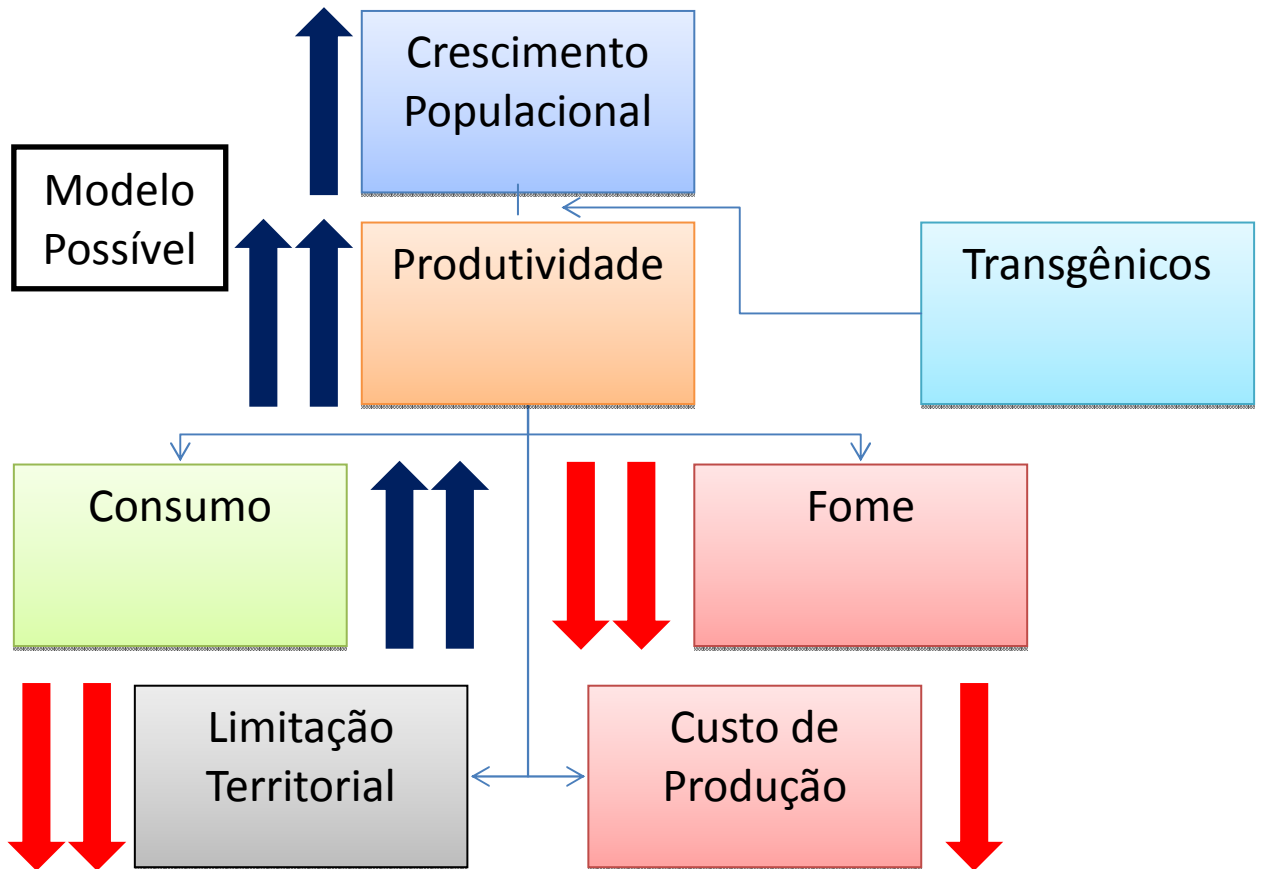


Figura 9. Representação de modelo possível de produção agrícola a partir de entrada da produção de transgênicos no mercado.

A análise dos resultados apresentados demonstra que, ao longo dos últimos quinze anos, a adoção da biotecnologia agrícola apresentou expressivos ganhos, diretos e indiretos, distribuídos ao longo da cadeia produtiva até alcançar o consumidor final (CÉLERES, 2012).

Os transgênicos apresentam uma série de benefícios, principalmente retornos econômicos, que revelam sua capacidade em impactar nas balanças comerciais dos países produtores e exportadores, tendo em vista que a análise dos resultados individuais para cada cultura apresenta elevado retorno (Tabela 9).

Tabela 9. Análise dos retornos decorrentes do uso da semente transgênica, em reais.

Retorno	Soja	Milho	Algodão
Resultado na margem operacional	1,59	2,61	3,59
Investimento em sementes transgênicas	1,00	1,00	1,00

Fonte: Céleres (2012).

A análise do retorno decorrente do uso da tecnologia é de suma importância no cenário atual de temor de crises decorrentes de escassez de alimentos no mercado global, impulsionadas por desastres naturais ou por excesso de demanda. Relatos recentes de

organismos internacionais (FAO, Banco Mundial, entre outros) alertam quanto aos riscos relacionados aos desajustes entre oferta e demanda de alimentos, assim como suas implicações sobre estabilidade econômica e política de diversos países consumidores de alimentos (CÉLERES, 2012; LAGI et al., 2012).

O principal impacto das variedades transgênicas na agricultura tem sido justamente a possibilidade de obter ganhos significativos de produtividade por meio da redução do uso de insumos químicos (herbicidas e inseticidas). Uma vez equacionadas questões de segurança ao meio ambiente e ao consumidor, a introdução de cultivares transgênicos na agricultura brasileira certamente constitui um caminho ao incremento de produtividade na agricultura (FERREIRA, 2000).

Dados divulgados pela ISAAA (JAMES, 2010b) indicam que 81% dos 90 milhões de hectares de soja produzidos globalmente são provenientes do uso de biotecnologia; enquanto no caso do algodão há ocupação de 64% dos 33 milhões de hectares cultivados e, no caso do milho, 29% dos 158 milhões de hectares de plantados em 2010.

Considerando uma das principais críticas em relação aos transgênicos, que aponta um foco da produção transgênica de soja, milho, algodão e canola demasiadamente direcionada às demandas de países desenvolvidos, é importante notar que $\frac{2}{3}$ dos 312 milhões de hectares dedicados a espécies geneticamente modificadas situam-se em países em desenvolvimento, sendo a produção dispersa entre milhões de pequenos produtores e produtores familiares (CÉLERES, 2012).

No caso do Brasil, a possibilidade de introduzir plantas transgênicas tem sido bastante discutida no país nos últimos dez anos. Assim, destaca-se a importância do aprimoramento e contínuo acompanhamento das políticas públicas que garantam um ambiente institucional favorável ao desenvolvimento da biotecnologia no Brasil, além de maior eficácia nos protocolos de liberação comercial e pesquisa.

Assim sendo, tais fatores contribuem à manutenção da competitividade da produção agrícola nacional, em um momento de demanda crescente por alimentos no mundo. Considera-se, portanto, que a biotecnologia aplicada à produção agrícola apresenta potencial de desempenhar papel fundamental no atual contexto brasileiro, sendo uma prioridade em pesquisa e condução das políticas públicas no país.

Referências

- Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). *Homepage*. Brasília: ANVISA, 2012. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/wps/portal/anvisa/home> [Data de acesso: 25 de março de 2012].
- Andrades TO, Ganami RN. Revolução Verde e a apropriação capitalista. *CES Revista*. 2007, 21:43-56. Disponível em: http://web2.cesjf.br/sites/cesjf/revistas/cesrevista/edicoes/2007/revolucao_verde.pdf [Data de acesso: 12 de agosto de 2012].
- Azevedo JL, Fungaro MHP, Vieira MLC. Transgênicos e evolução dirigida. *Hist cienc saúde - Manguinhos*. 2000, 7(2):451-64.
- Brookes G, Barfoot P. *GM crops: global socio-economic and environmental impacts 1996-2009*. Dorchester: PG Economics, 2011. Disponível em: <http://www.pgeconomics.co.uk/pdf/2011globalimpactstudy.pdf> [Data de acesso: 20 de abril de 2012].
- Bull AT, Lilly MD. *Biotechnology, internacional trends and perspectives*. Organização de Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD), 1992. Disponível em: <http://www.oecd.org/dataoecd/34/9/2097562.pdf> [Data de acesso: 15 de março de 2012].
- Carpenter JE. Peer-reviewed surveys indicate positive impact of commercialized GM crops. *Nature Biotechnology*. 2010, 28:319-21.
- Céleres Consultoria em Agronegócios. *Os benefícios econômicos da biotecnologia agrícola no Brasil: 1996/97 a 2010/11*. Uberlândia: ABRASEM, 2012. Disponível em: <http://www.abrasem.com.br/downloads/materias/BiotecEconomico.pdf> [Data de acesso: 26 de agosto de 2012].
- ChartsBin. *Global distribution of genetically modified crops*. Disponível em: <http://chartsbin.com/view/1278> [Data de acesso: 11 de outubro de 2012].
- Cordeiro AR. Plantas transgênicas: O futuro da agricultura sustentável. *Hist cienc saúde - Manguinhos*. 2000, 7(2):499-502.
- Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias (EMBRAPA). *Homepage*. 2012. Disponível em: <http://www.embrapa.br> [Data de acesso: 24 de março de 2012].
- ESPLAR Centro de Pesquisa e Assessoria. *Homepage*. São Paulo, 2012. Disponível em: www.esplar.org.br [Data de acesso: 13 de julho de 2012].
- Ferreira PCG. Transgênicos e produtividade na agricultura brasileira. *Hist cienc saúde - Manguinhos*. 2000, 7(2):509-12.

- Food and Agriculture Organization (FAO). *FAO Statistical yearbook 2010*. Rome: FAO, 2010.
- Hansen G, Wright MS. Recent advances in the transformation of plants. *Trends in Plant Science*. 1999, 4:226-31.
- Hobsbawm E. *O breve século XX – 1914-1991*. São Paulo: Companhia das Letras, 1995.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas (IBGE). *Censo Agropecuário 2006*. Rio de Janeiro: IBGE, 2006. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=1464&id_pagina=1 [Data de acesso: 01/05/2012].
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas (IBGE). *Indicadores IBGE - Estatística da Produção Agrícola*. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/estProdAgr_2012_07.pdf [Data de acesso: 14 de agosto de 2012].
- Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). *Homepage*. 2012. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/> [Data de acesso: 24/03/2012].
- International Service for the Acquisition of Agri-Biotech Applications (ISAAA). *Biotech facts & trends: Argentina 2012*. New York, 2012a. Disponível em: http://www.isaaa.org/resources/publications/biotech_country_facts_and_trends/download/Facts%20and%20Trends%20-%20Argentina.pdf [Data de acesso: 26 de agosto de 2012].
- International Service for the Acquisition of Agri-Biotech Applications (ISAAA). *Biotech facts & trends: Brazil 2012*. New York, 2012b. Disponível em: http://www.isaaa.org/resources/publications/biotech_country_facts_and_trends/download/Facts%20and%20Trends%20-%20Brazil.pdf [Data de acesso: 26 de agosto de 2012].
- International Service for the Acquisition of Agri-Biotech Applications (ISAAA). *Biotech facts & trends: China, 2012*. New York, 2012c. Disponível em: http://www.isaaa.org/resources/publications/biotech_country_facts_and_trends/download/Facts%20and%20Trends%20-%20China.pdf [Data de acesso: 26 de agosto de 2012].
- International Service for the Acquisition of Agri-Biotech Applications (ISAAA). *Biotech facts & trends: India, 2012*. New York, 2012d. Disponível em: http://www.isaaa.org/resources/publications/biotech_country_facts_and_trends/download/Facts%20and%20Trends%20-%20India.pdf [Data de acesso: 26 de agosto de 2012].
- James C. *Global status of biotechnologies and GM crops*. Presented for International Service for the Acquisition of Agri-Biotech Applications (ISAAA), 2010a. Disponível em:

<http://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/42/download/isaaa-brief-42-2010.pdf>
[Data de acesso: 24 de agosto de 2012].

James C. *Global status of commercialized biotech/GM crops. The first 14 years, 1996 to 2009*. International Service for the Acquisition of Agri-Biotech Applications: New York, 2010b.

James C. *Global status of commercialized biotech/GM crops: 2011*. ISAAA Brief No. 43. ISAAA: New York, 2011.

Lagi M, Bar-Yam Y, Bertrand KZ, Bar-Yam Y. *Economics of food crises and prices*. Cambridge: New England Complex Systems Institute, 2012.

Lam D. Economics of youth demography in developing countries. In: Kochendörfer-Lucius G, Pleskovic B (Eds.). *Development and the next generation*. Washington, DC: World Bank, 2007.

Lima L. *Transgênicos: Da origem à polêmica*. Monografia (Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio) - Rio de Janeiro, 2005. Disponível em: <http://www.epsjv.fiocruz.br/beb/Monografias2005/leomir.pdf> [Data de acesso: 24 de agosto de 2012].

Malthus TR. *Ensaio sobre a população*. Cambridge, 1798.

Marinho CLC, Minayo-Gomez C. Decisões conflitivas na liberação dos transgênicos no Brasil. *São Paulo Perspec*. 2004, 18(3):96-102.

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Homepage. Brasília: MAPA, 2012. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/> [Data de acesso: 24 de março de 2012].

Nodari RO, Guerra MP. Implicações dos transgênicos na sustentabilidade ambiental e agrícola. *Hist cienc saúde - Manguinhos*. 2000, 7(2):481-91.

Organisation for Economic Cooperation and Development / Food and Agriculture Organization (OECD/FAO). *OECD-FAO Agricultural Outlook 2012-2021*. 2012. Disponível em: http://www.keepeek.com/Digital-Asset-Management/oecd/agriculture-and-food/oecd-fao-agricultural-outlook-2012_agr_outlook-2012-en [Data de acesso: 14 de agosto de 2012].

Organização Mundial do Comércio (OMC). *International Trade Statistics 2010. Exports of agricultural products of selected economies, 1990-2009 - table II.16*. EUA, 2010. Disponível em: http://www.wto.org/english/res_e/statis_e/its2010_e/its10_merch_trade_product_e.pdf [Data de acesso: 14 de agosto de 2012].

- Ribeiro I, Marin V. A falta de informação sobre os Organismos Geneticamente Modificados no Brasil. *Ciênc. saúde coletiva*. 2012, 17(2):359-68.
- Rosa AV. *Agricultura e meio ambiente*. São Paulo: Atual, 1998.
- Silva WLA. *GeoMundo*. 2004. Disponível em: <http://www.geomundo.com.br/geografia-30186.htm> [Data de acesso: 10 de agosto de 2012].
- Tenório R. Agricultura - Do subsídio à política agrícola. *Desafios do Desenvolvimento IPEA*. 2011, 8(68):36-45. Disponível em: http://www.ipea.gov.br/desafios/index.php?option=com_content&view=article&id=2599:catid=28&Itemid=23 [Data de acesso: 20 de agosto de 2012].
- World Health Organization (WHO). *Modern food biotechnology, human health and development: An evidence-based study*. Geneva: WHO, 2005. Disponível em: www.who.int/foodsafety/publications/biotech/biotech_en.pdf [Data de acesso: 08 de maio de 2012].