

SIMONE MARCHINI NAVES CREMONEZI

**Avaliação de Impactos Ambientais e Alimentares de
Plantas Geneticamente Modificadas (PGM):
Uma Proposta Metodológica**

Dissertação apresentada ao Programa
de Pós-Graduação Interunidades em
Biotecnologia USP/Instituto Butantan/
IPT, para obtenção do Título de Mestre
em Biotecnologia.

São Paulo
2009

SIMONE MARCHINI NAVES CREMONEZI

**Avaliação de Impactos Ambientais e Alimentares de
Plantas Geneticamente Modificadas (PGM):
Uma Proposta Metodológica**

Dissertação apresentada ao Programa
de Pós-Graduação Interunidades em
Biotecnologia USP/Instituto Butantan/
IPT, para obtenção do Título de Mestre
em Biotecnologia.

Área de concentração: Biotecnologia

Orientadora:
Dra. Katia R. E. de Jesus-Hitzschky

São Paulo
2009

À Deus pelo dom da vida e por ter iluminado
meu caminho nesses anos.

Aos meus pais Amália e Mauro
pelo apoio irrestrito em todos os momentos de minha vida.

Ao meu marido Alcyr meus agradecimentos por ter aceito
se privar de minha companhia, concedendo a mim
a oportunidade de me realizar ainda mais.

À minha querida Vó Lili (in memoriam)
sempre presente no meu coração;

Ao meu irmão Thiago e Tio Márcio pelos conselhos, força
e apoio fundamentais na execução deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

À Dra. Katia Regina Evaristo de Jesus-Hitzschky, pela orientação, carinho, amizade, paciência e compreensão que tornaram possível a realização deste trabalho. Foram orientações muito pertinentes, demonstrando toda a eficiência e capacidade profissional o que resultou em algo mais do que as orientações: conquistei uma verdadeira amiga.

À Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) e a Embrapa Meio Ambiente pelo apoio financeiro concedido, tornando possível a minha dedicação à Ciência e ao desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço a meu Tio Márcio pela hospitalidade durante a realização das disciplinas e pelos inúmeros conselhos muito úteis ao longo da elaboração desta dissertação.

Aos meus sogros Audélia e Alcides pelo carinho e incentivo nesta jornada de mestrado.

Aos meus cunhados Alcides e Alex que me auxiliaram na elaboração do questionário *on-line* utilizado na 1ª rodada de consulta aos especialistas.

Às amigas Vanessa Berini, Bárbara Beraquet, Sabrina Bernardi e Lili Torri pelo companheirismo e amizade.

À Marlene Silva Naves que me apresentou à Embrapa Meio Ambiente e à minha orientadora. Além disso, pelos incentivos, acolhida e ajuda com assuntos administrativos dessa Instituição.

Ao colega estatístico Felipe Bernardi que me auxiliou com as análises dos dados coletados nos questionários.

Ao agrônomo Dr. Denis Ubeda de Lima pelas consultorias agronômicas.

Aos docentes que participaram da Banca de Qualificação: Prof. Dr. Carlos Alberto Moreira-Filho, Profa. Dra. Elisabete José Vicente e Prof. Dr. José Maria Ferreira Jardim da Silveira, pela atenção, correções, sugestões e contribuições que melhoraram a qualidade deste trabalho.

Aos secretários do Programa de Pós-graduação em Biotecnologia (USP-I. Butantan-IPT) Marcos, Fábria e Eliane.

Aos colegas de trabalho da Embrapa Meio Ambiente: Ana Paula Carraro, Carolina Bueno, Fernanda Leite, Gustavo Cacioli, Luís Lapo, Marcos Valois e Vinícius Panebianchi, que não me deixaram faltar o ânimo nas horas mais difíceis.

A todos os especialistas que contribuíram com o questionário *on-line* e com as entrevistas presenciais.

Enfim, a todos que contribuíram de forma direta ou indireta para a realização deste trabalho.

RESUMO

CREMONEZI, S. M. N. **Avaliação de Impactos Ambientais e Alimentares de Plantas Geneticamente Modificadas (PGM):** Uma Proposta Metodológica. 2009. 198 f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) - Instituto de Ciências Biomédicas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

A avaliação da segurança é essencial para a pesquisa e desenvolvimento das plantas geneticamente modificadas, incluindo a análise dos impactos potenciais das plantas ou das práticas relacionadas ao seu cultivo para o meio ambiente e seus efeitos para a saúde humana e animal de maneira comparativa com a variedade convencional. Diante do atual cenário de expansão dos plantios geneticamente modificados e da carência de metodologias no Brasil para prever os seus impactos foi proposto neste trabalho o desenvolvimento de um método para “Avaliação de Impactos Ambientais e Alimentares de Plantas Geneticamente Modificadas (PGMs)”. Esse trabalho tem por objetivo desenvolver uma metodologia para a Avaliação de Impactos de PGMs fazendo uso de uma Plataforma/*Software* de aplicação geral, chamado Impactos. Esta metodologia prevê a identificação e a avaliação dos impactos associados à liberação a campo, ao cultivo e às características das PGMs. A primeira etapa para a execução deste projeto foi o levantamento de indicadores a partir da literatura especializada. Esses dados foram validados por meio da consulta aos especialistas das diversas áreas relacionadas ao tema (alimentar, ambiental, genética/biologia molecular e agrônômica). Com esta finalidade foi elaborado um painel de especialistas e formulado o questionário de acordo com a metodologia ‘Delphi de consulta a especialistas’. O questionário foi disponibilizado no site da Embrapa Meio Ambiente por tempo determinado com acesso restrito para os especialistas garantindo o anonimato das informações. Posteriormente, os pesquisadores foram consultados por entrevista presencial, para os quais foram apresentados os indicadores mais representativos para a avaliação dos impactos das PGMs, levantados *a priori* a partir da literatura especializada e pelo questionário on-line (primeira rodada de consulta). A etapa seguinte foi a elaboração do método **Impactos-PGM** com a adequação do *Software* Impactos com os dados obtidos nas etapas anteriores. Essa metodologia elaborada com a anuência dos especialistas possibilita a inserção de indicadores específicos permitindo a análise caso a caso,

premissa da Biossegurança. Além disso, os pesos a serem atribuídos aos indicadores serão ponderados pelos especialistas usuários do método, pois esses têm conhecimento específico da PGM em questão. Deste modo, o método reúne as informações dispersas na literatura e com os vários especialistas numa metodologia que possibilita uma avaliação de impactos dedicada e inclusiva para PGMs.

Palavras-chave: Avaliação de Impactos. Plantas Geneticamente Modificadas. Consulta aos especialistas. Impacto Ambiental. Impacto Alimentar.

ABSTRACT

CREMONEZI, S. M. N. **A methodological proposal of Environmental and Food Impact Assessment of Genetically Modified Plants (GMP)**. 2009. 198 p. Major (Master thesis) - Instituto de Ciências Biomédicas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

The safety assessment is essential for research and development of genetically modified plants, including analysis of potential impacts of the plants or practices related to its cultivation for the environment and their effects on human and animal health in a comparative manner to the conventional variety. Based on nowadays' expansion scenario of genetically modified crops and the lack of methodologies in Brazil to predict their impacts, this work has been proposed to develop a method for "Environmental and Food Impact Assessment of Genetically Modified Plants (GMPs)". This work aims to develop a methodology for impact assessment of GMPs using a Platform/Software of general application, called "Impactos". This methodology provides the identification and impact assessment associated with the cultivation, the effects of crop release on the environment and characteristics of the GMP. The first step in the performance of this work was the survey of impact indicators from the literature. These data were validated through expert consultation in many areas related to the theme (food, environmental, genetic/molecular biology and agronomic). With this purpose was prepared the experts' panel and was formulated a specialist consulting questionnaire, according to Delphi methodology. This questionnaire was available on Embrapa Environment website, for a determined period of time with restricted access to specialists, ensuring the anonymity of the information. Subsequently, the researchers were consulted by personal interview to whom were presented the most representative indicators for GMPs assessing impacts, using mainly the information obtained from the literature and the first round of the questionnaires. The next step was the elaboration of the method **Impactos-GMP** with the adequacy of "Impactos" software from data obtained in previous steps. This methodology developed with the experts' endorsement allows the inclusion of specific indicators allowing the case to case analysis. Moreover, the weights to be assigned to the indicators are weighted by the experts who use the method, since they have specific knowledge of PGM in question. Thus, the method combines the

information scattered from the literature and from various experts on a methodology that enables a focused and inclusive impact assessment of GMPs.

Keywords: Impact Assessment. Genetically Modified Plants. Expert Consultation. Environment Impact. Feed Impact.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Diferenças espaciais de avaliação de dano ambiental e avaliação de impacto ambiental.....	45
Figura 2 - Sequência básica de atividades envolvidas na execução de um Delphi.	72
Figura 3 - Esquema geral de uma estrutura para avaliar os impactos.....	80
Figura 4 - Distribuição dos especialistas de acordo com as áreas de atuação.	96
Figura 5 - Perfil dos especialistas respondentes do questionário.	96
Figura 6 - Interface da página na <i>web</i> da Embrapa Meio Ambiente: questionário utilizado na 1ª rodada de consulta aos especialistas.	98
Figura 7 - Distribuição das respostas dos especialistas quanto à possibilidade de ampliação no desenvolvimento de produtos GMs.....	99
Figura 8 - Distribuição das respostas dos especialistas quanto ao conhecimento de efeitos adversos causados pelas PGMs.....	100
Figura 9 - Local de ocorrência dos efeitos adversos.....	101
Figura 10 - Distribuição dos especialistas quanto ao conhecimento do fluxo gênico.....	101
Figura 11 - Distribuição das respostas dos especialistas quanto ao conhecimento da Resolução nº 05 da CTNBio.	103
Figura 12 - Visão dos especialistas quanto a avaliação dos riscos proposta pela CTNBio.....	103
Figura 13 - Visão dos especialistas quanto à obrigatoriedade de fornecer informações que permitam identificar e detectar os OGMs.....	104
Figura 14 - Distribuição dos subitens quanto à eficiência para a avaliação da segurança dos transgênicos.....	106
Figura 15 - Distribuição das principais preocupações de uma metodologia empregada para a avaliação de impactos de PGMs.	107
Figura 16 - Distribuição das respostas – necessidades de um método como um norteador para a avaliação dos impactos de PGMs.	108
Figura 17 - Descrição de um método ideal de avaliação de PGMs.....	109
Figura 18 - Método para o levantamento dos dados para a definição dos indicadores e atribuição de pesos.....	110
Figura 19 - Distribuição dos entrevistados por área dos questionários.	111

Figura 20 - Avaliação dos indicadores de impacto da área alimentar pelos especialistas entrevistados.....	115
Figura 21 - Avaliação dos indicadores de impacto da área ambiental pelos especialistas entrevistados.....	119
Figura 22 - Avaliação dos indicadores de impacto da área de genética/biologia molecular pelos especialistas entrevistados.....	123
Figura 23 - Avaliação dos indicadores de impacto da área agrônômica pelos especialistas entrevistados.....	128
Figura 24 - Interface da página do Método Impactos-PGM: detalhamento da avaliação realizada.....	132
Figura 25 - Interface da página do <i>Software</i> Impactos.....	133
Figura 26 - Interface da página do Método Impactos-PGM formulado.....	134
Figura 27 - Interface da página do Método Impactos-PGM: dimensão alimentar.	136
Figura 28 - Interface da página do Método Impactos-PGM: dimensão ambiental.	137
Figura 29 - Interface da página do Método Impactos-PGM: dimensão segurança da construção gênica e da PGM.	137
Figura 30 - Interface da página do Método Impactos-PGM: Definição dos parâmetros de medida para a avaliação dos Impactos.	138
Figura 31 - Interface da página do Método Impactos-PGM: definição dos atores da avaliação.....	139
Figura 32 - Interface da página do Método Impactos-PGM: definição da Matriz de Relacionamento	139
Figura 33 - Interface da página do Método Impactos-PGM: definição dos participantes da avaliação.....	140
Figura 34 - Interface da página do Método Impactos-PGM: Pesquisa do perfil dos participantes.....	141
Figura 35 - Interface da página do Método Impactos-PGM: Ativação do servidor e escolha dos participantes da pesquisa.....	142
Figura 36 - Interface da página gerada pelo <i>Software</i> /Método Impactos-PGM quando o servidor é ativado.....	143
Figura 37 - Interface da página do Método Impactos-PGM: Inserção do <i>login</i> e senha do usuário.....	143

Figura 38 - Interface do questionário do Método Impactos-PGM: Atribuição do impacto dos indicadores.	144
Figura 39 - Interface do Método Impactos-PGM: Informações que aparecerão no relatório final.	145
Figura 40 - Modelo de relatório gerado pelo Método Impactos-PGM.	146

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Benefícios da biotecnologia comprovados com a redução dos custos/hectares.....	31
Tabela 2 - Benefícios da biotecnologia com o aumento dos cultivares transgênicos:.....	31
Tabela 3 - Aumento na renda do produtor agrícola entre 1996 e 2005, por tipos de cultivos e em países selecionados (milhões de dólares).....	32
Tabela 4 - Área global por país de culturas transgênicas em 2008 em milhões de hectares.	34
Tabela 5 - Número de aprovações de culturas no Brasil.....	43
Tabela 6 - Marcos da introdução da AIA em alguns países desenvolvidos.....	51
Tabela 7 - Marcos da introdução da AIA em alguns países em desenvolvimento.	53
Tabela 8 - Distribuição dos resultados obtidos nas entrevistas presenciais: área alimentar.....	114
Tabela 9 - Distribuição dos resultados obtidos nas entrevistas presenciais: área ambiental.	118
Tabela 10 - Distribuição dos resultados obtidos nas entrevistas presenciais: área genética/biologia molecular.....	122
Tabela 11 - Distribuição dos resultados obtidos nas entrevistas presenciais: área agrônômica.....	127
Tabela 12 - Lista dos indicadores incorporados ao método Impactos-PGM. ..	130

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AGM	Alimento Geneticamente Modificado
AIA	Avaliação de Impacto Ambiental
AnGM	Animais Geneticamente Modificados
Bt	<i>Bacillus thuringiensis</i>
CIB	Conselho de Informações sobre Biotecnologia
CIBios	Comissões Internas de Biossegurança
CNBS	Conselho Nacional de Biossegurança
CNPq	Conselho Nacional do Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CO ₂	Dióxido de carbono
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CQB	Certificado de Qualidade em Biossegurança
CTNBio	Comissão Técnica Nacional de Biossegurança
DF	Distrito Federal
DNA	Ácido desoxirribonucleico
EFSA	<i>European Food Safety Authority</i>
EIA	Estudos de Impactos Ambientais
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ES	Equivalência Substancial
ESAC	Dimensões Econômica, Social, Ambiental e de Capacitação
EUA	Estados Unidos
FAO	<i>Food and Agriculture Organization</i>
FAPESP	Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo
FDA	<i>Food and Drug Administration</i>
FINEP	Financiadora de Estudos e Projetos
GEOPI	Grupo de Estudos sobre a Organização da Pesquisa e da Inovação
GM(s)	Geneticamente Modificado(s)
GMP-RAM	<i>Risk Assessment Method Genetically Modified Plants</i>
GTS	Soja tolerante ao herbicida glifosato

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

I	Impacto
IAC	Instituto Agrônomo de Campinas
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
ICSU	<i>International Council for Science</i>
LL	<i>Liberty Link</i>
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MGM	Microorganismos Geneticamente Modificados
NAS	<i>National Academy of Sciences</i>
NEPA	Ato nacional da política ambiental
NIH	<i>National Institutes of Health</i>
N ₂	Nitrogênio
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
OGM	Organismo Geneticamente Modificado
OMC	Organização Mundial do Comércio
OMS	Organização Mundial da Saúde
ORFs	<i>Open Reading Frames</i>
OVMs	Organismos Vivos Modificados
PGM	Planta Geneticamente Modificada
PNB	Política Nacional de Biossegurança
PROSAB	Programa de Pesquisa em Saneamento Básico
RR	<i>Roundup Ready</i>
SAA	Sistema de Avaliação Ambiental
SIG	Sistemas de Informações Geográficas
TRF	Tribunal Regional Federal
UE	União Europeia
WHO	<i>World Health Organization</i>

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	20
2 OBJETIVOS	22
3 JUSTIFICATIVA	23
4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	25
4.1 Origem dos organismos geneticamente modificados e agricultura transgênica	25
4.2 Alimentos Geneticamente Modificados (AGMs)	26
4.2.1 Principais Riscos da liberação de OGMs no Ambiente	27
4.2.2 Estudos de Impactos Ambientais, Alimentares e Econômicos	28
4.2.3 Panorama mundial das plantas geneticamente modificadas.....	33
4.3 Legislação Brasileira sobre Organismos Geneticamente Modificados	36
4.3.1 Plantas Geneticamente Modificadas liberadas comercialmente no Brasil	41
4.4 Legislação sobre Impacto Ambiental	44
4.4.1 A Mensuração do Impacto Ambiental.....	46
4.4.2 Avaliação de Impacto Ambiental (AIA)	47
4.4.3 Cenário Internacional da Avaliação de Impacto Ambiental (AIA)	50
4.5 Validação de metodologias e softwares	58
4.5.1 Definição de Verificação e Validação	60
4.6 Algumas Metodologias para Avaliação de Impacto Ambiental na Agricultura	61
4.7 Consulta aos especialistas como forma de validação	63
4.7.1 Listas de verificação	64
4.7.2 Matrizes.....	64
4.7.3 Sobreposição de Mapas.....	65
4.7.4 Redes de Interação	65
4.7.5 Diagramas de Sistemas	66
4.7.6 Modelos de Simulação	66
4.7.7 Métodos “ad hoc”	67
4.7.7.1 MÉTODO DELPHI DE CONSULTA AOS ESPECIALISTAS	67
4.7.7.1.1 Descrição Da Metodologia Delphi	68
4.7.8 Elaboração dos questionários	71
4.7.8.1 QUESTÕES	74

4.7.8.1.1	Questões Likert	75
4.7.8.1.2	Questões Abertas Ou Dissertativas.....	75
4.7.8.1.3	Questões Do Tipo Semiabertas	76
4.7.9	Tabulação.....	76
4.7.10	Seleção dos painelistas.....	76
4.8	Entrevista	77
4.9	Software Impactos	78
4.9.1	Descrição do <i>Software Impactos</i>	78
4.9.2	Estrutura do <i>Software Impactos</i>	79
4.9.2.1	A MEDIDA DE IMPACTO (I)	81
5	MATERIAL E MÉTODOS	83
5.1	<i>Levantamento dos indicadores por meio da consulta aos relatórios dos painéis de especialistas internacionais</i>	83
5.2	<i>Definição do painel de especialistas para a 1ª rodada de consulta: questionário on-line de acordo com a técnica Delphi.....</i>	85
5.3	<i>1ª Rodada de consulta aos especialistas: questionário on-line de acordo com a técnica Delphi.....</i>	86
5.3.1	Elaboração do questionário aplicado na 1ª rodada (remota) de consulta aos especialistas.....	86
5.3.1.1	CARACTERÍSTICAS DO 1º QUESTIONÁRIO DE CONSULTA - IMPACTOS PGM.....	87
5.3.1.2	ESTRUTURA DO 1º QUESTIONÁRIO DE CONSULTA - IMPACTOS PGM	88
5.4	<i>Segunda rodada de consulta aos especialistas: entrevistas presenciais – preenchimento de questionários padrão</i>	89
5.5	<i>Adequação do Software Impactos.....</i>	91
5.5.1	Estrutura da Metodologia Impactos-PGM.....	91
5.5.2	Formulação do Índice de Impactos-PGM (I).....	92
6	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	94
6.1	<i>Levantamento dos indicadores por meio da consulta aos relatórios dos painéis de especialistas internacionais</i>	94
6.2	<i>Definição do painel de especialistas para a 1ª rodada de consulta: questionário on-line de acordo com a técnica Delphi.....</i>	95
6.3	<i>Primeira rodada de consulta aos especialistas: questionário on-line formato Delphi</i>	96

6.3.1	Questionário aplicado na 1ª rodada (remota) de consulta aos especialistas ...	97
6.4	Segunda rodada de consulta aos especialistas: entrevistas presenciais – resultados do preenchimento de questionários padrão.....	111
6.4.1	Entrevistas presenciais - Área Alimentar	112
6.4.2	Entrevistas presenciais - Área Ambiental	116
6.4.3	Entrevistas presenciais - Área Genética/Biologia Molecular	120
6.4.4	Entrevistas presenciais - Área Agronômica.....	123
6.5	Método Impactos-PGM.....	129
6.5.1	Indicadores de impacto e dimensões da avaliação	129
6.5.2	Apresentação da Metodologia Impactos-PGM	132
7	CONCLUSÕES	148
7.1	Primeira rodada de consulta aos especialistas: questionário on-line formato Delphi	148
7.2	Segunda rodada de consulta aos especialistas: entrevistas presenciais – conclusões dos questionários padrão.....	149
7.2.1	Conclusões das Entrevistas Presenciais - Área Alimentar	149
7.2.2	Conclusões das Entrevistas Presenciais - Área Ambiental	149
7.2.3	Conclusões das Entrevistas Presenciais - Área Genética/Biologia Molecular.....	150
7.2.4	Conclusões das Entrevistas Presenciais - Área Agronômica	150
7.3	Conclusões Método Impactos-PGM	151
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	152
	ANEXOS	166
	Anexo A - Painelistas Consultados: Primeira rodada de consulta aos especialistas questionário formato Delphi	167
	Anexo B - Questionário Delphi aplicado em 10/04/2008.....	182
	Anexo C - Questionário Entrevista Presencial – Dimensão ALIMENTAR	187
	Anexo D - Questionário Entrevista Presencial – Dimensão AMBIENTAL	190
	Anexo E - Questionário Entrevista Presencial – Dimensão GENÉTICA/ BIOLOGIA MOLECULAR.....	192
	Anexo F - Questionário Entrevista Presencial – Dimensão AGRONÔMICA.....	194
	Anexo G - Painelistas Entrevistados: Consolidação dos Indicadores de Impactos de PGMs	197
	Anexo H - Entrevista Presencial: Confirmação dos potenciais indicadores ..	198

1 INTRODUÇÃO

A grande relevância atualmente depositada na pesquisa em biotecnologia deve-se, de um lado, ao leque de possibilidades que se abre dado às inovações científicas em um ramo de desenvolvimento tão recente quanto acelerado; por outro, deve-se à ampla gama de negócios que têm emergido das modernas aplicações da biotecnologia. Setores importantes da economia como a indústria alimentícia, a veterinária, médico/farmacêutica, a agropecuária, já são usuários de inovações biotecnológicas. Entretanto o ambiente institucional e os cenários econômicos, políticos e legais têm, por vezes, dificultado o desenvolvimento da Biotecnologia no Brasil.

Segundo World Health Organization (WHO, 2009) os benefícios potenciais da biotecnologia moderna para o setor da saúde pública incluem alterar o teor de nutrientes dos alimentos, diminuindo seu potencial alergênico e melhorar a eficiência dos sistemas de produção alimentar. Por outro lado, os efeitos potenciais sobre a saúde humana do consumo de alimentos produzidos por meio de modificação genética devem ser cuidadosamente examinados. Essa nova tecnologia deve ser avaliada para trazer uma verdadeira melhoria nos métodos de produção de alimentos e também para responder às preocupações da sociedade quanto à segurança desses produtos geneticamente modificados (GMs).

Entre os temas fundamentais que são objetos de regulação, destaca-se a biossegurança, que compreende normas para reduzir os riscos do emprego dessas técnicas e insumos à saúde, alimentação, sistemas produtivos e meio ambiente. Essas normas buscam resguardar os interesses públicos e privados, facilitar o comércio e a transferência de tecnologia, estabelecendo os padrões e práticas aceitas no âmbito internacional (JESUS-HITZSCHKY; CREMONEZI; LIMA, 2007).

Segundo James (2008), pelo décimo terceiro ano consecutivo, a área global de lavouras geneticamente modificadas continuou a crescer atingindo 125 milhões de hectares. O aumento obtido em 2008 foi de 10,7 milhões de hectares ou 9,4% em comparação com o ano anterior.

De acordo com esse cenário da transgenia, o Brasil detém 15,8 milhões de hectares ou 12% das cultivares transgênicas do mundo (JAMES, 2008). O desenvolvimento da agricultura brasileira vem impondo importantes impactos à biodiversidade, com consequências tanto do ponto de vista ambiental

(RODRIGUES, 2001) quanto econômico e de manejo (CAMPANHOLA; RODRIGUES; DIAS, 1998). Estes impactos devem ser levados em consideração quando da avaliação da biossegurança de organismos geneticamente modificados (OGMs).

Esses dados demonstram o rápido progresso atualmente obtido em aplicações biotecnológicas, as quais terão impactos relevantes em setores essenciais da economia nacional determinando a necessidade de ajustes institucionais tanto para absorver como para gerar as inovações e/ou tecnologias.

A ausência de um protocolo definido para realizar Avaliações de Impactos Ambientais de Organismos Geneticamente Modificados (OGMs) resulta em certa defasagem na quantidade de informações sobre este tema se compararmos aos dados já disponíveis quanto à avaliação da segurança alimentar dos mesmos. Esta escassez de dados não diminui a necessidade de respostas que garantam a segurança de produtos geneticamente modificados para o meio ambiente.

2 OBJETIVOS

Esse trabalho tem por objetivo a elaboração de uma metodologia pioneira denominada Impactos-PGM para a avaliação de impactos de plantas geneticamente modificadas nas dimensões ambiental e alimentar através da adequação de um *Software* pré-existente de aplicação geral, chamado Impactos. Esta metodologia foca a identificação e avaliação dos impactos associados à liberação a campo, cultivo e das características da planta geneticamente modificada (PGM). Para atingir este objetivo foram identificados os indicadores, dentro das dimensões almejadas, levantados a partir da vasta literatura científica disponível e das informações obtidas com os especialistas das áreas correlatas da agribiotecnologia. Desta maneira, as atividades deste trabalho consistiram em: levantamento das informações coletadas por meio de questionário *on-line*, entrevistas presenciais e a sua adequação no ***Software Impactos*** com elementos (indicadores, componentes, subcomponentes e atribuição de pesos) dedicados para uma análise de PGM instruída. A metodologia Impactos-PGM formulada possibilita uma avaliação caso a caso das PGMs com a inserção dos dados específicos em sua estrutura de impactos elaborada.

3 JUSTIFICATIVA

Segundo Jesus et al. (2006a), apesar do crescente emprego das biotecnologias para a produção de alimentos, seu potencial encontra-se ainda reprimido devido às questões de percepção pública e sua consequente influência na legislação.

Apesar da rápida difusão da transgenia ainda são escassos os estudos capazes de fornecer respostas científicas conclusivas quanto às vantagens e às desvantagens ambientais e econômicas do cultivo dos transgênicos.

Paralelamente aos estudos de segurança alimentar são necessárias respostas que garantam a segurança dos produtos geneticamente modificados para o meio ambiente, pois, segundo Pessoa (2007) há uma preocupação geral que os transgênicos devam ter uma avaliação mais rigorosa para minimizar os possíveis riscos ambientais e para a saúde, em função de serem obtidos por um processo inovador e sem a familiaridade com os métodos convencionais.

A preocupação não se aplica apenas aos aspectos tecnológicos da obtenção dos alimentos transgênicos e aos impactos ambientais e à saúde, mas se estende aos aspectos econômicos, em função dos investimentos necessários às pesquisas que despertam interesse crescente do setor industrial de sementes e de defensivos agrícolas. Os benefícios econômicos da adoção da soja *Roundup Ready* (RR), apontados por Galvão (2009), mostraram que os custos diretos envolvidos na cultura da soja RR são menores em 7% que a convencional, há um menor número de aplicações de herbicidas, além do manejo da área ser facilitada. Embora a produtividade média da soja convencional seja 3,2% superior a da soja RR, os gastos com defensivos são 16,8% inferiores para a soja RR.

Portanto, métodos científicos devem ser utilizados na detecção dos efeitos ambientais, alimentares, econômicos e sociais destes organismos com potencial de causar impacto ambiental negativo, antes mesmo que sejam realizados testes de campo. O estudo destas possíveis influências pode ser realizado empregando-se Avaliações de Impactos Ambientais (AIAs), que são definidas como procedimentos para a previsão, análise e seleção de tecnologias, projetos e políticas de desenvolvimento que minimizem alterações negativas da qualidade ambiental (EGLER, P., 2001; ALMEIDA e BASTOS, 2002).

Diante da problemática da inexistência de metodologias no Brasil com a finalidade de análise de impactos ambientais e alimentares de PGMs, o desenvolvimento deste trabalho fornece aos pesquisadores da academia e do setor produtivo um processo menos subjetivo e mais transparente do que o procedimento atual de avaliação da segurança das PGMs no Brasil. O desenvolvimento dessa metodologia representa um avanço metodológico no sentido de minimizar as incertezas geradas pelas preocupações da sociedade quanto aos transgênicos, a partir do momento que as informações sobre os impactos dessa tecnologia estiverem disponíveis.

Com este propósito, o *Software* Impactos foi empregado para a organização das informações coletadas e consideradas relevantes para a avaliação dos transgênicos proporcionando aos usuários a inserção de indicadores específicos e a atribuição de pesos conforme a PGM em questão. A vantagem da utilização deste tipo de programa para o desenvolvimento do método refere-se à possibilidade de elaborar a estrutura de impactos nas dimensões almejadas e específicas para o caso de PGMs. Esta interatividade proporcionada pelo *Software* garantiu a acuidade dos resultados da avaliação.

Os desdobramentos dos impactos alimentares na qualidade de vida da população, embasada por uma criteriosa consulta aos especialistas nos possibilitará elucidar questões relevantes quanto aos impactos ambientais da tecnologia da transgenia e da utilização ou destinação dos seus produtos.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 Origem dos organismos geneticamente modificados e agricultura transgênica

Surgiu nos anos 70, de acordo com Nossal (1987), a tecnologia da engenharia genética com a descoberta das enzimas de restrição: capazes de reconhecer uma pequena sequência de pares de bases para cortar o DNA neste sítio de reconhecimento/corte. Como existem outras enzimas (ex: ligases) capazes de ligar dois fragmentos de DNA, surgiu a possibilidade de se recombinar fragmentos de DNA. Assim, o DNA de uma espécie pôde ser cortado e ligado ao DNA da mesma ou de outra espécie. Resumindo estes procedimentos, surgiram duas expressões: engenharia genética ou tecnologia do DNA recombinante, e seus produtos passaram a ser denominados Organismos Geneticamente Modificados (OGMs). Portanto, as plantas geneticamente modificadas (PGMs) são construídas através da tecnologia do DNA recombinante onde o gene de interesse é retirado de outra planta ou de uma bactéria e transferido à planta receptora através da engenharia genética. Esse gene transferido confere suas propriedades ao organismo que o recebe (LAJOLO e NUTTI, 2003).

Segundo Pessoa; Carvalho; Pereira (2007) a agricultura transgênica foi inicialmente desenvolvida com atribuições agrônômicas de resistência a herbicidas e a insetos, com o objetivo de reduzir o uso de agroquímicos e de máquinas agrícolas, melhorando a qualidade ambiental. A utilização de agroquímicos tem sido apontada como um dos principais meios de intoxicações, das quais os trabalhadores rurais são os principais afetados. Além de melhorar o ambiente de trabalho rural, a agricultura transgênica pode favorecer a redução da contaminação dos alimentos, das águas e dos solos.

A biotecnologia moderna revolucionou a agricultura, com a oferta de cultivos transgênicos, impulsionando a capacidade competitiva e a velocidade de inovação. O desenvolvimento de plantas com atributos diversos, mais resistentes a adversidades ambientais, e mais adequadas ao cultivo agrícola, oferece a possibilidade de uma agricultura melhor, mais produtiva, ambientalmente amigável e integrada com outros setores da economia. Outros benefícios das plantas

transgênicas são: plantas com características nutricionais superiores às das plantas tradicionais, e ainda que funcionem como “biorreatores” na produção de aditivos alimentares e farmacêuticos (plantas “biofábricas”) (NODARI e GUERRA, 2001).

A utilização da biotecnologia para aumentar a eficiência da primeira geração de culturas alimentícias/forrageiras e das culturas energéticas de segunda geração para biocombustíveis exercerá um forte impacto e apresentará tanto oportunidades, quanto desafios. O uso indevido de culturas alimentícias/forrageiras, de cana de açúcar, amido de mandioca e milho para biocombustíveis em países em desenvolvimento têm gerado discussões quanto à segurança alimentar. Para que os objetivos relacionados aos alimentos, forragens e combustíveis sejam todos cumpridos, as culturas deverão ser mais eficientes através do uso da biotecnologia e outros meios. Assim como ocorreu na primeira década, continuará sendo de suma importância que os agricultores apliquem as boas práticas de plantio como manejo de rotação de culturas e lavouras convencionais. Os países do hemisfério sul, que serão os principais novos empregadores dessas lavouras na segunda década de comercialização de 2006 a 2015, devem exercer um gerenciamento responsável contínuo (JAMES, 2006).

4.2 Alimentos Geneticamente Modificados (AGMs)

Segundo Pessoa; Carvalho; Pereira (2007) embora a agricultura transgênica possibilite uma melhoria na agricultura com a diminuição do impacto ambiental negativo e com o aumento da produção de alimentos, tais benefícios podem conflitar com possíveis riscos ambientais e à saúde se não forem gerenciados adequadamente.

No estudo de impacto ambiental e alimentar a primeira etapa a ser executada é a identificação dos perigos, os efeitos indesejáveis que a inserção de um novo gene em plantas pode desencadear no meio ambiente, ameaçando a biodiversidade, e aos danos que podem ser causados à saúde humana e animal (JESUS et al., 2006a).

4.2.1 Principais Riscos da liberação de OGMs no Ambiente

Segundo Jesus-Hitzschky; Cremonesi; Lima (2007), os principais riscos da liberação de OGMs no ambiente são: o fluxo gênico que é conhecido como a principal ameaça, desencadeando a contaminação não intencional dos cultivos convencionais (não transgênicos), extinção de plantas convencionais e surgimento de novas espécies como, por exemplo, superpragas e superervas daninhas, com tolerância múltipla a herbicidas de amplo espectro.

O fluxo gênico é um fenômeno natural em todas as espécies de plantas, sejam elas transgênicas ou não, ele contribui para o surgimento de novas combinações gênicas. Pode ser auxiliado por insetos, animais e ventos e são dependentes de inúmeros fatores como mecanismo de polinização de cada planta, dispersão das sementes e ambiente da liberação.

No caso da soja, que é uma espécie autógama (realiza predominantemente autofecundação) e não apresenta parentes silvestres sexualmente compatíveis no Brasil, a contaminação gênica natural é menos provável. Já para o milho que é uma cultura de polinização aberta, e para o algodão que possui espécies aparentadas em 4 dos 6 biomas brasileiros, a possibilidade do fluxo gênico ocorrer é maior, sendo essencial adotar zonas de exclusão para o plantio de espécies geneticamente modificadas (BORÉM, 2002; SIQUEIRA et al., 2004).

Esta informação pode ser confirmada com a portaria assinada em 25/10/2005 e divulgada pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), onde foram estabelecidas áreas nas quais será proibido o plantio do algodão geneticamente modificado: em toda região Norte e parte dos estados da Bahia, Maranhão, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Paraíba e Rio Grande do Norte.

Outra preocupação muito discutida ultimamente refere-se aos efeitos adversos sobre os insetos “não-alvo” e do desenvolvimento de resistência das “espécies-alvo”. A disseminação do pólen liberado pelas plantas *Bt* (plantas resistentes a insetos através da introdução de um gene extraído da bactéria do solo *Bacillus thuringiensis*) sobre outras plantas pode causar impactos em insetos “não-alvo” úteis como polinizadoras de plantas ou mesmo controladores biológicos de outros insetos (ARANTES; VILAS-BÔAS; VILAS-BÔAS, 2002).

De acordo com Pelaez; Albergoni; Guerra (2004), os riscos relativos à menor produtividade das lavouras são atribuídos à possível redução do nível de fixação de

nitrogênio (N₂) e à necessidade de maior uso de defensivos agrícolas ocasionados pela proliferação de ervas daninhas resistentes aos herbicidas empregados. Há riscos de redução de insetos benéficos, aves e pequenos mamíferos e riscos para saúde humana em virtude da maior exposição direta ao herbicida ou da ingestão de alimentos mais contaminados.

Devem ser considerados também os riscos potenciais dos alimentos geneticamente modificados (AGMs) que podem estar associados ao novo gene introduzido, aos produtos de expressão deste gene (proteína) e/ou efeitos não intencionais decorrentes da introdução no genoma, e eventuais mutações. Supõe-se que alteração do nível de nutrientes pode ocorrer não como um evento desejado, mas como um efeito não desejado, com consequências imprevisíveis e potencialmente negativas (LAJOLO e NUTTI, 2003).

4.2.2 Estudos de Impactos Ambientais, Alimentares e Econômicos

Apesar da quantidade de informações disponíveis sobre as plantas geneticamente modificadas (PGMs), a inocuidade dos cultivos dos transgênicos em relação ao meio ambiente e à segurança alimentar ainda é questionada. De acordo com Brookes e Barfoot (2005), algumas pesquisas estimam os benefícios econômicos e a redução cumulativa de pesticidas, enquanto que outras apontam os impactos negativos crescentes, como a constatação de plantas resistentes às aplicações do herbicida glifosato, de efeitos tóxicos na microfauna do solo e a destruição de ambientes frágeis, além dos consequentes impactos sociais e econômicos.

Uma análise dos impactos econômicos e ambientais realizado por (CARNEIRO, 2009; GALVÃO, 2009) consistiu em um estudo comparativo entre as sojas convencionais e RR. Para tanto foram realizadas entrevistas com agricultores das regiões brasileiras produtoras de soja: Mato Grosso, Paraná, Rio Grande do Sul, Goiás, Mato Grosso do Sul, Bahia e Minas Gerais. A soja foi escolhida como objeto da pesquisa por ser a atividade econômica mais antiga e importante ocupando atualmente 40% da área mundial gerando 1,3 bilhões de empregos. Primeiramente devemos salientar que os cultivares transgênicos expandiram-se muito rapidamente, pois oferecem soluções para as controvérsias impostas por estresses bióticos e abióticos, principalmente em áreas de baixa produtividade.

Segundo Carneiro (2009) a soja requer a utilização de herbicidas em grande escala, pois possui uma grande quantidade e diversidade de plantas infestantes que atacam essa cultura. A adoção da soja RR permite a substituição de herbicidas mais tóxicos e prejudiciais ao meio ambiente e à saúde humana pelo glifosato contribuindo para a preservação dos recursos naturais e minimizando os impactos gerados no ecossistema.

A adoção da tecnologia RR está vinculada ao plantio direto e os benefícios alcançados com essa prática: melhora do processo erosivo, menor compactação dos solos, maior retenção de água e menor emissão de gases do efeito estufa e o uso de produtos cujo efeito residual no solo e na água é menor quando comparados aos produtos utilizados nas lavouras convencionais. Além disso, possibilita uma maior flexibilização da produção, exigindo menos tempo do produtor e maior otimização do maquinário agrícola.

Os benefícios ambientais da adoção da soja RR, relatados no estudo em questão são: redução no consumo de água (redução de 120 litros da calda por hectare pulverizada reduzindo em 240 litros de água por hectare ao ano, com a diminuição de 2 aplicações de herbicidas nas lavouras com soja RR considerando um pulverizador autopropelido de 2.000 litros de capacidade de tanque) e do óleo diesel (5,2 quilos de CO₂ por hectare ao ano devido ao consumo de óleo diesel utilizado do maquinário agrícola na cultura da soja RR) e diminuição da quantidade de ingrediente ativo no solo (alguns herbicidas utilizados na cultura da soja convencional possuem efeito residual prolongado, podendo permanecer no solo por até 1.000 dias, já com o uso da soja RR a permanência de resíduos no solo é reduzido) (CARNEIRO, 2009).

Segundo Lajolo e Nutti (2003) em relação aos AGMs, não há evidências de que os riscos possam ser diferentes dos relativos aos alimentos convencionais. As mudanças não intencionais podem ocorrer também nos processos convencionais de melhoramento e a avaliação de segurança não é diferente. Recentemente, a Organização Mundial de Saúde (OMS) emitiu parecer garantindo que os AGMs, que hoje estão no mercado, são seguros e não apresentam risco maior do que os alimentos convencionais. Isto não significa que em longo prazo os efeitos sejam desprezíveis, justificando o reforço sobre o controle de novos produtos (CHADE, 2007).

De acordo com Siqueira et al. (2004) a análise dos riscos deve ser baseada em aspectos específicos da genética e da biologia do OGM e em questões relacionadas ao protocolo, ao planejamento e ao estágio de desenvolvimento da tecnologia e no objeto da liberação, se é experimental ou comercial. Deve-se, também, levar em consideração todos os aspectos relacionados ao habitat e à ecologia geral da região e o sistema de manejo da cultura onde o OGM será liberado. Em seguida, devem ser feitos os estudos de impacto ambiental obedecendo ao Princípio da Precaução, que estabelece que a ausência de absoluta certeza científica da existência do risco não deve ser utilizada como razão para postergar medidas preventivas de degradação ambiental. As cultivares liberadas para plantios comerciais devem seguir as recomendações agronômicas indicadas para produção sustentável, além de aspectos específicos dos cultivos transgênicos, como; estabelecimento de áreas de refúgio, a rotação com culturas não transgênicas e o isolamento espacial ou temporal para evitar disseminação do transgene.

Enfatizada na literatura e amplamente discutida é a necessidade de Estudo de Impacto Ambiental (EIA) para a liberação do plantio e comercialização de plantas transgênicas no Brasil (NODARI e GUERRA, 2001). É importante destacar a diferença entre avaliação científica dos impactos ambientais e a estimativa ou projeção do impacto ambiental normalmente apresentada em um EIA. Na primeira, há adoção de um procedimento normativo, baseado em procedimentos próprios à investigação científica, enquanto que EIAs não são estudos científicos no seu sentido estrito, embora sejam embasados em resultados científicos. Considerando que o EIA é um instrumento político em um processo de tomada de decisão, pois não é um instrumento objetivo de avaliação de impacto ambiental, a liberação do plantio e da comercialização das plantas transgênicas não se deve limitar ao EIA (SCHLINDWEIN, 2004).

Os benefícios da biotecnologia podem ser percebidos ao longo da cadeia agroalimentar, com a diminuição do uso dos herbicidas (Tabela 1) e redução de custos (Tabela 2):

Tabela 1 - Benefícios da biotecnologia comprovados com a redução dos custos/hectares.

Cultura Tratamento	Benefício Esperado	Redução de Custo (US\$/ha)
Soja RR	-50% herbicida Maior flexibilidade operacional no campo	20,0 - 50,0
Milho Bt	-50% inseticida	5,0 - 18,0
	+5% na produtividade física	16,5 - 45,0
Milho RR	-50% herbicida	12,5 - 60,0
Milho Bt + RR	-50% inseticida	5,0 - 18,0
	-50% herbicida	12,5 - 60,0
	+5% produtividade	16,5 - 45,0

Fonte: Adaptado de Galvão, 2007.

Tabela 2 - Benefícios da biotecnologia com o aumento dos cultivares transgênicos:
(1/ : com adoção da biotecnologia ; 2/ : com composição padrão pra soja e milho ;
3/ : caixa de 30 dúzias ; 4/ : peso vivo).

Produto	Preço	Varição dos preços (%)
Soja RR	US\$ 158/t	- 8,0%
Milho Bt	US\$ 120/t	- 9,3%
Farelo RR	US\$ 143/t	- 7,0%
Ração 2/	US\$ 156/t	- 5,2%
Ovos com ração GM 3/	US\$ 16,3/cx	- 3,7%
Frango com ração GM 4/	US\$ 0,91/kg	- 3,3%
Suínos com ração GM 4/	US\$ 1,10/kg	- 3,7%
Leite com ração GM	US\$ 0,30/l	- 3,4%

Fonte: Adaptado de Galvão, 2007.

Segundo Borges e Silveira (2009) na agricultura, a variável que mais influencia na tomada de decisão de adotar ou não uma nova tecnologia é a lucratividade. De maneira geral, a adoção de cultivos GM resulta em impactos positivos sobre a renda dos agricultores. A soja tolerante a herbicidas e o algodão resistente a insetos foram os que mais contribuíram para os ganhos de rendimento entre 1996 e 2005. A Tabela 3 mostra os resultados da adoção nos 12 principais países produtores de cultivos GM. Observa-se que em todos estes países houve aumento da renda dos produtores agrícolas.

Tabela 3 - Aumento na renda do produtor agrícola entre 1996 e 2005, por tipos de cultivos e em países selecionados (milhões de dólares).

Países	Tolerante a herbicida				Resistente a inseto		Total
	Soja	Milho	Algodão	Canola	Milho	Algodão	
EUA	7.570	771	919	101	1.957	1.627	12.945
Argentina	5.197	0,2	4,0	-	159	29	5.389
Brasil	1.367	-	-	-	-	-	1.367
Paraguai	132	-	-	-	-	-	132
Canadá	69	24	-	792	145	-	1.031
África do Sul	2,2	0,3	0,2	-	59	14	75,7
China	-	-	-	-	-	5.168	5.168
Índia	-	-	-	-	-	463	463
Austrália	-	-	4,1	-	-	150	154,1
México	-	-	-	-	-	55	55
Filipinas	-	-	-	-	8	n/d	8
Espanha	-	-	-	-	28	n/d	28

Fonte: Brookes e Barfoot, 2006.

De acordo com Borges e Silveira (2009), o aumento na renda do agricultor pode ter várias origens dependendo do tipo de cultivo GM utilizado. Dos cultivos GMs predominantes até 2006, se espera os seguintes impactos econômicos:

- Aumento da produtividade por hectare: no caso dos cultivos resistentes a insetos espera-se uma redução das perdas atribuídas às pragas;
- Redução nos custos de inseticidas: nos cultivos resistentes a insetos espera-se uma redução no uso de inseticidas e conseqüentemente uma redução nos gastos com os mesmos;
- Diferenças nos preços de sementes: espera-se que as sementes melhoradas geneticamente tenham preços mais elevados do que as tradicionais. O processo de difusão da biotecnologia agrícola moderna viabiliza-se pela venda de sementes melhoradas, inclusive com auxílio da transgenia (sementes transgênicas);
- Diferenças nos valores recebidos pelos agricultores: dependendo do grau de percepção dos consumidores com relação aos cultivos produzidos por meio de sementes geneticamente modificadas, os preços destes cultivos poderão ser diferenciados.

4.2.3 Panorama mundial das plantas geneticamente modificadas

Segundo James (2006), no ano de 2006 a área global das lavouras transgênicas alcançou 102 milhões de hectares, em 2007 atingiu 114,3 milhões de hectares (JAMES, 2007), já em 2008 esse valor alcançou 125 milhões de hectares (JAMES, 2008). O aumento obtido em 2008 foi de 10,7 milhões de hectares ou 9,4% em comparação com o ano anterior. Corroborando com esta situação, a área global de lavouras transgênicas no Brasil em 2008 chegou a 15,8 milhões de hectares, dos quais 14 milhões de hectares foram cultivados com soja RR e 1,4 milhões de hectares com algodão *Bt* e 0,4 milhões de hectares com milho transgênico (JAMES, 2008). Este valor expressivo da soja GM pode ser explicado devido à característica de tolerância ao glifosato garantir uma maior produtividade e reduzir a necessidade do uso de outros herbicidas, geralmente mais tóxicos (CERDEIRA e DUKE, 2006).

Atualmente, segundo James (2008), 25 países (15 países em desenvolvimento e 10 países industrializados) têm autorização para plantio e comercialização de plantas geneticamente modificadas (PGMs). Os maiores adeptos às lavouras geneticamente modificadas (GMs) em ordem decrescente foram: Estados Unidos,

Argentina, Brasil, Índia, Canadá, China, Paraguai e África do Sul, já a lista completa de todos os países adeptos das culturas GMs e sua produção pode ser consultada na Tabela 4. Somente os Estados Unidos ocupam aproximadamente 50% da área global do cultivares GMs motivados por um mercado crescente de etanol com uma área plantada com milho GM, aumentando em uma taxa significativa de 40% (JAMES, 2007).

Tabela 4 - Área global por país de culturas transgênicas em 2008 em milhões de hectares.

País	Área (milhões de hectares)	Culturas Biotecnológicas
1º Estados Unidos	62,5	Soja, milho, algodão, canola, abóbora, papaia, alfafa, beterraba
2º Argentina	21,0	Soja, milho, algodão
3º Brasil	15,8	Soja, milho, algodão
4º Índia	7,6	Algodão
5º Canadá	7,6	Canola, milho, soja, beterraba
6º China	3,8	Algodão, tomate, álamo, petúnia, papaia, pimentão
7º Paraguai	2,7	Soja
8º África do Sul	1,8	Soja, milho, algodão
9º Uruguai	0,7	Soja, milho
10º Bolívia	0,6	Soja
11º Filipinas	0,4	Milho
12º Austrália	0,2	Algodão, canola, cravo
13º México	0,1	Algodão, soja
14º Espanha	0,1	Milho
15º Chile	<0,1	Milho, soja, canola
16º Colômbia	<0,1	Algodão, cravo

(continua)

Tabela 4 (continuação) - Área global por país de culturas transgênicas em 2008 em milhões de hectares.

País	Área (milhões de hectares)	Culturas Biotecnológicas
17º Honduras	<0,1	Milho
18º Burkina Faso	<0,1	Algodão
19º República Tcheca	<0,1	Milho
20º Romênia	<0,1	Milho
21º Portugal	<0,1	Milho
22º Alemanha	<0,1	Milho
23º Polônia	<0,1	Milho
24º Eslováquia	<0,1	Milho
25º Egito	<0,1	Milho

Fonte: James, 2008.

(conclusão)

O Brasil é atualmente o segundo maior produtor de soja do mundo depois dos EUA e segundo algumas projeções pode se tornar o primeiro futuramente, além de ocupar o terceiro lugar na produção de milho do mundo (JAMES, 2007). Atualmente estão liberadas comercialmente seis variedades de milho GM sendo que as três primeiras receberam liberação comercial pela Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio) apenas em 2007 e as demais em 2008 (CTNBIO, 2007a,b,c; 2008c,d,e).

Além disso, o Brasil, em 2007, foi o segundo maior produtor de etanol do mundo logo depois dos Estados Unidos e um dos poucos países autossuficiente em ambos combustíveis: biocombustíveis (líder mundial) e fósseis. A produção de cana de açúcar, no Brasil, alcançou 6,2 milhões de hectares, aproximadamente metade da área nacional desse cultivo é utilizada para a produção de etanol para biocombustível (JAMES, 2007).

Em 2006 (JAMES, 2006) uma nova cultura GM foi comercializada pela primeira vez nos Estados Unidos: a alfafa RR (a primeira destas culturas a ter característica perene). A alfafa RR foi semeada em 80.000 hectares ou em 5% dos 1,3 milhões

de hectares de alfafa provavelmente semeados nos Estados Unidos em 2006. Já o algodão tolerante a herbicida RR Flex que foi lançado em 2006 ocupou no mesmo ano uma área de mais de 800.000 hectares. Já em 2008 foi introduzida a beterraba tolerante ao herbicida RR, este cultivar foi introduzido nos Estados Unidos junto com uma pequena área de hectares cultivados no Canadá. Do total nacional de 437.246 hectares de beterraba cultivados nos EUA, 59% ou 257.975 hectares foram plantados com beterraba RR em 2008. O desenvolvimento deste cultivar tem implicações positivas, pois 80% da produção global de açúcar vem da cana-de-açúcar e a beterraba é um potencial substituto (JAMES, 2008).

4.3 Legislação Brasileira sobre Organismos Geneticamente Modificados

Antes de abordar a legislação brasileira sobre OGMs se faz necessário compreender o papel do Protocolo de Cartagena. Segundo Brasil (2006a) e Conselho de Informações sobre Biotecnologia (2008) este Protocolo sobre biossegurança foi aprovado em 29 de janeiro de 2000 e entrou em vigor internacionalmente em 11 de setembro de 2003. Atualmente, 188 países fazem parte do Protocolo; o Brasil ratificou sua adesão em 24 de novembro de 2003. Trata-se do primeiro acordo internacional a reger a transferência, o manejo e o uso de OGMs que, na linguagem do protocolo, são chamados organismos vivos modificados (OVMs), resultantes da biotecnologia moderna.

O protocolo é a referência legislativa básica para a proteção da diversidade biológica e da saúde humana em relação a eventuais danos que possam advir da liberação no meio ambiente de OGMs ou da ingestão de produtos ou alimentos transgênicos. Segundo o Protocolo, exportadores de transgênicos devem fornecer informações ao importador sobre características e riscos do produto. O Protocolo obriga os exportadores a outorgar aos importadores o direito de rejeitar os produtos que possam supor ameaças e reflete o equilíbrio entre a necessária proteção da biodiversidade e a defesa do fluxo comercial dos OGMs.

Através deste Protocolo (artigo 1º) foi definido Princípio da Precaução de acordo com a abordagem de precaução contida no Princípio 15 da Declaração do Rio sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. O objetivo do Protocolo é contribuir para

assegurar um nível adequado de proteção no campo da transferência, da manipulação e do uso seguros dos organismos vivos modificados resultantes da biotecnologia moderna que possam ter efeitos adversos na conservação e no uso sustentável da diversidade biológica, levando em conta os riscos para a saúde humana, e enfocando especificamente os movimentos transfronteiriços. Já o Princípio 15 foi definido como: “De modo a proteger o meio ambiente, o Princípio da Precaução deve ser amplamente observado pelos Estados, de acordo com suas capacidades. Quando houver ameaça de danos sérios ou irreversíveis, a ausência de absoluta certeza científica não deve ser utilizada como razão para postergar medidas eficazes e economicamente viáveis para prevenir a degradação ambiental”. Este princípio, de acordo com o Conselho de Informações sobre Biotecnologia (CIB, 2008), foi incluído na Convenção da Diversidade Biológica que o Brasil assinou e ratificou, por intermédio do Congresso Nacional, em maio de 1994.

O Protocolo Internacional de Biossegurança se desvincula de qualquer tentativa de condicionar a sua vigência às regras da Organização Mundial do Comércio (OMC), ressaltando o direito de cada parte estabelecer normas mais rígidas ou critérios mais rigorosos para a aceitação e liberação de sementes, grãos ou produtos GMs. Reconhece que os países podem recusar a remessa de produtos transgênicos por entender que sua introdução possa ter impactos socioeconômicos indesejáveis, além de potenciais riscos ambientais, que deverão ser avaliados através de Estudos de Impacto Ambiental (EIA), a exemplo do que determina a Constituição Brasileira. Ainda, cria uma instância internacional para discutir os procedimentos que cada país deve adotar para introduzir produtos transgênicos em seus territórios, podendo-se solicitar antecipadamente informações sobre a biossegurança do produto do país exportador com o objetivo de preservar sua diversidade biológica e a saúde de sua população (NODARI, GUERRA e VALLE, 2002).

No cenário atual da biossegurança, desde a concepção de um projeto de pesquisa para gerar determinado produto geneticamente modificado no país até sua efetiva comercialização, faz-se necessário percorrer um longo caminho, face ao número elevado de licenças e autorizações que devem ser solicitadas a diferentes órgãos do governo ao longo do processo. Atualmente a legislação de biossegurança brasileira é composta por: Lei nº 11.105/05, Decreto nº 5.591/05, Lei nº 11.460/07 e Resoluções Normativas (01, 02, 03, 04, 05, 06, 07 e 08) e Instruções Normativas (2,

4, 8, 17, 18, 19) da CTNBio (BRASIL, 1996a,b, 1997, 1998a,b, 2000, 2005^a, 2006b,c, 2007a,b,c, 2008b,c, 2009a,b).

Influenciada pela experiência e iniciativa internacionais, principalmente o movimento europeu, a questão da biossegurança também começou a ser discutida no Brasil. Na década de 80, as únicas regras de biossegurança existentes no mundo eram as do Instituto de Saúde dos EUA (NIH), as quais foram internalizadas no Brasil (PESSOA, 2007).

Após cinco anos de tramitação no Congresso Nacional, um projeto de lei do Senador Marco Maciel foi transformado na primeira lei de biossegurança brasileira, a Lei nº 8.974 (BRASIL, 1995). Pelo mesmo instrumento foi criada a Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio), o Certificado de Qualidade em Biossegurança (CQB) e as Comissões Internas de Biossegurança (CIBios) (CARDOSO e SCHATZMAYR, 2003). De acordo com Jesus et al. (2006b) e Brasil (2005b), a CTNBio é uma instância colegiada multidisciplinar, integrante do Ministério da Ciência e Tecnologia, criada com a finalidade de prestar apoio técnico consultivo e de assessoramento ao Governo Federal na formulação, atualização e implementação da Política Nacional de Biossegurança (PNB) relativa a OGM, bem como no estabelecimento de normas técnicas de segurança e pareceres técnicos conclusivos referentes à proteção da saúde humana, dos organismos vivos e do meio ambiente, para atividades que envolvam a construção, experimentação, cultivo, manipulação, transporte, comercialização, consumo, armazenamento, liberação e descarte de OGM e derivados. De acordo com o texto aprovado pelo Congresso Nacional, todos os membros da CTNBio devem ter grau de doutor e ter destacada atividade profissional nas áreas de biossegurança, biotecnologia, biologia, saúde humana e animal ou meio ambiente. Estas exigências, na Lei nº 8.974/95, eram restritas apenas aos membros cientistas da CTNBio.

Segundo Jesus et al. (2006b) e Brasil (2005b) para realização de qualquer pesquisa envolvendo OGM e seus derivados é necessária a autorização da CTNBio, mediante a emissão do CQB. O CQB é um certificado necessário para o desenvolvimento de atividades com OGM e seus derivados em laboratório, instituições de pesquisa ou empresas. Por sua vez, as Comissões Internas de Biossegurança (CIBios) são necessárias em todas as instituições que utilizam técnicas e métodos de engenharia genética, estas devem avaliar os pedidos internos de trabalhos com OGMs e encaminhar para a apreciação da CTNBio.

A Lei nº 11.105 exige a criação da Comissão Interna de Biossegurança (CIBio) para todas as instituições que desejarem desenvolver atividades envolvendo OGM ou seus derivados, nos moldes da legislação atual.

Por fim o Conselho Nacional de Biossegurança (CNBS) é um órgão colegiado integrante da estrutura da Presidência da República, criado pelo artigo 8º da Lei nº 11.105, de 24 de março de 2005, e regulamentado pelo Decreto nº 5.591 (BRASIL, 2005a), de 22 de novembro de 2005, tem por finalidade a decisão final dos casos de liberação comercial do cultivo de sementes GMs no país (análises em segunda instância). Além disso, o Conselho deve assessorar o presidente da República na formulação e implementação da Política Nacional de Biossegurança (PNB) (BRASIL, 2005b) assim como a CTNBio que foi criada tendo como uma de suas funções primordiais propor a PNB para a implementação de uma biotecnologia segura. Porém, por problemas diversos relativos à falta de diretrizes e à forma inadequada de elaboração de instruções normativas, a PNB jamais foi elaborada pela CTNBio. Atribui-se à ausência do mesmo aos vários problemas nos rumos da biossegurança e, por conseguinte, na biotecnologia do país (BRASIL, 2008a).

A Lei nº 11.105, conhecida como Lei da Biossegurança (BRASIL, 2005b) sancionada pela Presidência da República, em 24 de março de 2005, estabelece normas de segurança e mecanismos de fiscalização de atividades que envolvam organismos geneticamente modificados (OGM) e seus derivados, dentre outras determinações. Esta legislação, cuja discussão iniciou-se em outubro de 2003, vem substituir a Lei no 8.974/1995 e outros dispositivos legais que regulamentavam as atividades envolvendo organismos geneticamente modificados e seus derivados no Brasil (JESUS et al., 2006b).

Além disso, a Lei nº 11.105 estabelece uma série de normas e procedimentos que devem ser rigorosamente cumpridos para o desenvolvimento, a importação, o uso e a comercialização de OGM, bem como para a emissão de autorização para a entrada no país desses produtos e seus derivados, no âmbito de competência do Ministério (BRASIL, 2005b; JESUS et al., 2006b).

Para fins da Lei de Biossegurança nº 11.105, a atividade de pesquisa é aquela realizada em laboratório, regime de contenção ou campo, como parte do processo de obtenção ou de avaliação da biossegurança de OGM e seus derivados, o que engloba, no âmbito experimental, a construção, o cultivo, a manipulação, o

transporte, a transferência, a importação, a exportação, o armazenamento, a liberação no meio ambiente e o descarte (JESUS et al., 2006b).

Além disso, a Lei nº 11.460/07 (BRASIL, 2007a) que proíbe o plantio de OGM nas terras indígenas e áreas de unidade de conservação, estabelece os limites para plantio de OGM nas áreas que circundam as unidades de conservação até que seja fixada sua zona de amortecimento e aprovado o seu plano de manejo. Existe também o Decreto nº 4.680/03 que define as regras de rotulagem de alimentos que contenham ou sejam produzidos a partir de OGM, o qual estabelece o critério de 1% no produto como gatilho para a exigência de rotulagem (BRASIL, 2003a)

A legislação brasileira de Biossegurança é composta também pelas Resoluções Normativas e as Instruções Normativas em vigor relativas às PGMs definidas pela CTNBio (BRASIL, 1996a,b; 1997; 1998a,b; 2000; 2006b,c; 2007b,c; 2008b,c; 2009a,b):

Resolução Normativa nº 01 - Dispõe sobre a instalação e o funcionamento das Comissões Internas de Biossegurança (CIBios) e sobre os critérios e procedimentos para requerimento, emissão, revisão, extensão, suspensão e cancelamento do Certificado de Qualidade em Biossegurança (CQB).

Resolução Normativa nº 02 - Dispõe sobre a classificação de riscos de Organismos Geneticamente Modificados (OGM) e os níveis de biossegurança a serem aplicados nas atividades e projetos com OGM e seus derivados em contenção.

Resolução Normativa nº 03 - Dispõe sobre as normas de monitoramento de milho geneticamente modificado em uso comercial.

Resolução Normativa nº 04 - Dispõe sobre as distâncias mínimas entre cultivos comerciais de milho geneticamente modificado e não geneticamente modificado, visando à coexistência entre sistemas de produção.

Resolução Normativa nº 05 - Dispõe sobre normas para liberação comercial de Organismos Geneticamente Modificados e seus derivados.

Resolução Normativa nº 06 - Dispõe sobre as normas para liberação planejada no meio ambiente de Organismos Geneticamente Modificados (OGM) de origem vegetal e seus derivados.

Resolução Normativa Nº 7 - Dispõe sobre as normas para liberação planejada no meio ambiente de Microorganismos e Animais Geneticamente Modificados (MGM e AnGM) de Classe de Risco I e seus derivados.

Resolução Normativa Nº 8 - Dispõe sobre normas simplificadas para liberação planejada no meio ambiente de Organismos Geneticamente Modificados (OGM) da Classe de Risco I e seus derivados.

Instrução Normativa nº 2 - Normas provisórias para Importação de vegetais Geneticamente Modificados Destinados à Pesquisa.

Instrução Normativa nº 4 - Normas para o transporte de organismos geneticamente modificados.

Instrução Normativa nº 8 - Dispõe sobre a manipulação genética e sobre a clonagem de seres humanos.

Instrução Normativa nº 17 - Dispõe sobre as normas que regulamentam as atividades de importação, comercialização, transporte, armazenamento, manipulação, consumo, liberação e descarte de produtos derivados de OGM.

Instrução Normativa nº 18 - Dispõe sobre a liberação planejada no meio ambiente e comercial da soja Roundup Ready.

Instrução Normativa nº 19 - Dispõe sobre os procedimentos para a realização de audiências públicas pela Comissão Técnica Nacional de Biossegurança.

Analisando a legislação brasileira de biossegurança concluímos que o processo de liberação de um organismo geneticamente modificado consiste em três fases: regime de contenção (BRASIL, 2006c), liberação planejada no meio ambiente (BRASIL, 2008c) e liberação comercial de OGMs (BRASIL, 2008b).

4.3.1 Plantas Geneticamente Modificadas liberadas comercialmente no Brasil

De acordo com James (2006), desde 1996 foram concedidas a 29 países, inclusive nos maiores países importadores de alimentos como o Japão, que não planta lavouras GMs, aprovações regulatórias para lavouras transgênicas serem importadas, utilizadas em alimentos e forragem e liberadas no meio ambiente. Um total de 539 aprovações foram concedidas para 107 eventos para 21 culturas. O milho tem a maioria dos eventos aprovados (35), seguido pelo algodão (19), a canola (14) e a soja (7). O evento que mais tem recebido aprovação regulatória no mundo é o da soja tolerante ao herbicida glifosato (GTS) com 21 aprovações, seguido pelo milho resistente a insetos e o milho tolerante a herbicidas, ambos com 18 aprovações, e o algodão resistente a insetos com 16 aprovações no mundo inteiro.

Com relação às aprovações comerciais, a CTNBio (CTNBio, 1998) em 1998 aprovou a primeira planta geneticamente modificada no país, mediante a Lei nº 10.688 (BRASIL, 2003b), com a permissão da comercialização da soja Roundup Ready, resistente ao herbicida glifosato, produzida pela Monsanto. As incertezas associadas aos estudos de segurança ambiental e alimentar levaram à suspensão da 1ª liberação do plantio comercial de soja transgênica no Brasil, em 1998. Em 12 de agosto de 2003, a juíza Selene Maria de Almeida, do Tribunal Regional Federal (TRF), da 1ª Região, de Brasília (DF), determina a suspensão da sentença que em junho de 2000 impedia a comercialização das cultivares RR até que estivessem definidas regras de biossegurança, rotulagem e apresentado um estudo de impacto ambiental. Para suspender provisoriamente a liminar, a juíza considerou os estudos apresentados por organismos internacionais (CIBELLE, 2004).

A segunda liberação comercial ocorreu em 2005: algodão *Bollgard* (com tecnologia *Bt*, isto é, a variedade teve inserido em seu código genético o gene “Cry1Ac” da bactéria *Bacillus thuringiensis*) resistente a insetos da ordem dos Lepidópteros (CTNBio, 2005).

Em 2007 a CTNBio aprovou três liberações comerciais de milho geneticamente modificado: a espécie Libertlink (LL) (resistente ao herbicida glufosinato de amônio), a espécie Guardian - evento Mon 810 (milho resistente a insetos da ordem Lepidópteras), e a espécie *Bt* 11 (milho resistente a herbicidas e inseticidas) (CTNBIO, 2007a,b,c).

Em 2008 foram cinco cultivos comerciais aprovadas pela CTNBio: os algodões Roundup Ready - evento MON 1445 (tolerante ao herbicida glifosato) e o Liberty Link - evento LLCotton25 (tolerante ao glufosinato de amônio) e os milhos geneticamente modificados GA21 (tolerante ao glifosato), Roundup Ready2 e o Herculex (tolerante ao herbicida glufosinato de amônio e resiste a insetos) (CTNBIO, 2008a,b,c,d,e).

Já, em 2009, a CTNBio (2009 a;b) aprovou comercialmente o cultivar Algodão *Widestrike* (resistente a insetos e tolerante ao glufosinato de amônio) e o Algodão *Bolgard II* (Resistência a insetos da ordem Lepidópteras (lagartas). Além disso, houve uma audiência pública para discutir a solicitação de aprovação comercial de arroz tolerante a glufosinato de amônio, na qual houve muitas controvérsias, tal discussão para o 2º semestre dependendo dos resultados de relatórios internacionais (COLLI, 2009). Ainda segundo o Presidente atual da CTNBio, a

Comissão para 2009 tem sete processos de sementes para analisar e ainda será discutido a liberação de organismos de segunda e terceira gerações.

A Tabela 5, a seguir, exemplifica todas as aprovações ocorridas no Brasil até o momento da elaboração deste trabalho.

Tabela 5 - Número de aprovações de culturas no Brasil.

Cultura	Nome Comercial (Empresa)	Características	Evento	Liberação*
Soja	Soja RR (Monsanto)	RR (Roundup Ready) - Tolerância ao herbicida glifosato	GTS 40-3-2	Setembro/1998
Algodão	Algodão Bollgard I (Monsanto)	Resistência a insetos da ordem Lepidópteras (lagartas)	MON 531 - Bollgard I	Março/2005
	Algodão LL Cotton 25 (Bayer)	LL (Libertylink) - Tolerância ao herbicida glufosinato de amônio	LL Cotton 25	Setembro/2008
	Algodão RR (Monsanto)	RR (Roundup Ready) - Tolerância a herbicida glifosato	MON 1445	Setembro/2008
	Algodão WideStrike (Dow AgroSciences)	WideStrike - Resistência a insetos da ordem Lepidópteras (lagartas)	WideStrike 281-24-236/3006-210-23	Março/2009
	Algodão Bollgard II (Monsanto)	Resistência a insetos da ordem Lepidópteras (lagartas)	MON 15985 - Bollgard II	Maió/2009
Milho	Milho LL (Bayer)	LL (Libertylink)- Tolerância ao herbicida glufosinato de amônio	T25	Maió/2007
	Milho Guardian (Monsanto)	Resistência a insetos da ordem Lepidópteras (lagartas)	MON 810	Agosto/2007
	Milho Bt 11 (Syngenta)	Resistência a insetos da ordem Lepidópteras (lagartas) e tolerância ao herbicida glufosinato de amônio	BT11	Setembro/2007
	Milho RR2 (Monsanto)	RR2 (Roundup Ready2) - Tolerância ao herbicida glifosato	NK 603	Setembro/2008
	Milho GA21 (Syngenta)	Tolerância ao herbicida glifosato	GA 21	Setembro/2008
	Milho Herculex (Du Pont)	Resistência a insetos da ordem Lepidópteras (lagartas) e tolerância ao herbicida glufosinato de amônio	Herculex	Dezembro/2008

* liberação no meio ambiente

Segundo Colli (2008) o número de liberações comerciais de PGMs no Brasil tem aumentado consideravelmente nos últimos anos sendo que em 2008 tivemos três liberações do total das doze que estão em vigor atualmente, avanço este que pode ser explicado pela mudança na composição da CTNBio o que colaborou para tornar a discussão mais produtiva e ainda diminuiu o tempo médio de análise dos pedidos de nove para dois anos.

4.4 Legislação sobre Impacto Ambiental

De acordo com o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA, 1995) até o início da década de 80, o país não contava com instrumentos jurídico-legais que regulamentassem o processo de avaliação de impacto ambiental (AIA). A AIA foi introduzida formalmente com embasamento jurídico no ano de 1980, a partir da Lei Federal nº 6.803 (BRASIL, 1980), que dispunha sobre a criação de zoneamento industrial em zonas de poluição crítica. Essa lei abordava a delimitação e autorização para implantação de zonas de uso estritamente industrial. Para sua adoção, necessitava de estudos específicos, dentre os quais a avaliação de impactos ambientais.

Conforme Steigleder (2004) o impacto ambiental pode ser positivo (trazer benefícios) ou negativo (efeito adverso), e pode proporcionar ônus ou benefícios sociais. Não consta haver lei brasileira definindo o que é dano ambiental, o que é um contrassenso, porque há punição por dano ambiental.

Podemos diferenciar a expressão “dano ambiental” da de “impacto ambiental” pois a primeira preocupa-se com o passado e o presente, já o impacto ambiental preocupa-se com o presente e o futuro. Ambas apresentam em comum um procedimento que é a comparação entre duas situações: na avaliação do dano ambiental, procura-se comparar a situação atual e a situação do passado do ambiente, enquanto que na avaliação do impacto ambiental busca-se comparar a situação atual com a situação projetada para o futuro conforme a Figura 1.



Figura 1 - Diferenças espaciais de avaliação de dano ambiental e avaliação de impacto ambiental.
(SANCHEZ, L.E, 2006)

A Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente nº 001/86 (CONAMA, 1986) regulamenta e disciplina a avaliação de impactos ambientais no Brasil, obriga a sociedade à adoção de um critério de tolerância para impactos de pequena magnitude. Outros impactos são indispensáveis para a vida humana. São impactos “autorizados pela sociedade”, principalmente por serem feitos sob a forma de estudo prévio e participativo (FENKER, 2008).

De acordo com Conselho Nacional do Meio Ambiente (1986), a Resolução nº 001/86 exige a previsão da magnitude e importância dos prováveis impactos relevantes e não permite seu exame isolado dos impactos ambientais positivos. Esta consideração é compatível com a Constituição Federal, que exige tratamento conforme a magnitude do impacto em si. A necessidade de considerar a significância do impacto também foi contemplada no art. 54 da Lei nº 9.605 de crimes ambientais (BRASIL, 1998c)

Mas, segundo Fenker (2008), mesmo apresentando magnitude e importância relevante, ainda assim o impacto ambiental negativo por si só não pode ser considerado dano ambiental, sem levar em conta outros componentes positivos.

Entende-se por impacto positivo, os benefícios ambientais do impacto que devem ser considerados para uma análise completa do impacto ambiental. Neste caso, a resultante seria a soma algébrica das magnitudes dos impactos ambientais positivo e negativo.

Para se verificar o impacto ambiental resultante devem-se considerar os custos e benefícios socioeconômicos deste impacto, além dos benefícios ambientais, cumulativamente resultando com isto, ao final um resultado sistêmico (FENKER, 2008).

4.4.1 A Mensuração do Impacto Ambiental

Neste sentido, de acordo com Fenker (2008), pode-se recorrer à ciência contábil para contabilizar o impacto em suas diversas dimensões. O resultado ou crédito contábil de uma organização corresponde à diferença entre receitas e custos. O resultado pode ser positivo (lucro) ou negativo (prejuízo). Resultado é gênero, sendo Lucro e Prejuízo as espécies. Analogamente, na área ambiental, o impacto é o gênero, que decorre do confronto de receitas (benefícios ambientais + benefícios sociais+ benefícios econômicos), e dos custos (custos ambientais + custos sociais + custos econômicos). Já as espécies são os impactos positivos e os impactos negativos.

É possível construir a seguinte equação:

Resultado do Impacto = (IAP+ISP+IEP) – (IAN+ISN+IEN), onde:

IAP = Impacto Ambiental Positivo; IAN = Impacto Ambiental Negativo; ISP = Impacto Social Positivo; ISN = Impacto Social Negativo; IEP = Impacto Econômico Positivo; IEN = Impacto Econômico Negativo. O Resultado (gênero) será positivo (lucro ou benefício final) ou negativo (prejuízo final).

Assim, não se deve examinar o impacto ambiental dissociado dos sociais e econômicos. Portanto, quando alguém interpreta dano ambiental como sinônimo de impacto negativo, está omitindo, não só o componente positivo do impacto ambiental, como os impactos sociais e os econômicos.

A Lei nº 6.938 (BRASIL, 1981) que é base da Política Nacional do Meio Ambiente definida na Constituição exige a consideração dos aspectos socioeconômicos. Segundo Fenker (2008) estas considerações de balanço ou resultado de impactos positivos e negativos pode ser resumida pelo termo

sustentabilidade, tão presente em nosso momento histórico. Não existe atuação ambiental dissociada de atuação social e econômica. Portanto, não existe impacto ambiental dissociado de impacto social e de impacto econômico.

4.4.2 Avaliação de Impacto Ambiental (AIA)

Segundo IBAMA (1995) devido à industrialização dos países principalmente no pós-guerra, são verificados graves problemas de degradação ambiental e/ou social. O aumento da conscientização das populações envolvidas nesta problemática levou a um crescimento das exigências por melhores padrões de qualidade ambiental, e estas preocupações devem ser incorporadas pelo governo, seja através de ações preventivas, corretivas e/ou de alternativas quanto ao modelo de desenvolvimento adotado.

A lei de política do meio ambiente (ato nacional da política ambiental - NEPA) criou o instrumento de planejamento ambiental: avaliação de impacto ambiental adotado atualmente em inúmeras jurisdições: países, regiões ou governos locais por organizações internacionais, bancos de desenvolvimento e/ou entidades privadas. É reconhecida em tratados internacionais como um potencial mecanismo eficaz para a prevenção do dano ambiental e de promoção do desenvolvimento sustentável. Sua formalização ocorreu em 1969 pelo Congresso americano e desde então, a AIA disseminou-se, alcançando atualmente mais de uma centena de países (SANCHEZ, 2006).

Os instrumentos tradicionais de avaliação limitavam-se a uma análise econômica, sem meios de identificar e incorporar as consequências dos efeitos ambientais causados por um determinado projeto, plano ou programa. Segundo IBAMA (1995) no Brasil, as primeiras tentativas de aplicação de metodologias para avaliação de impactos ambientais foram decorrentes de exigências de órgãos financeiros internacionais para aprovação de empréstimos a projetos governamentais.

A Conferência de Estocolmo em 1972 representa um marco nesta situação, conseqüentemente, a partir dali foram desenvolvidos instrumentos legais eficientes que pudessem ser utilizados para a proteção ao meio ambiente. A Declaração sobre o Meio Ambiente Humano estabeleceu os princípios e responsabilidades que deveriam direcionar as decisões sobre o meio ambiente (IBAMA, 1995).

As avaliações de impactos ambientais são, segundo Bolea (1984), estudos multidisciplinares realizados para identificar assim como prevenir as consequências ou os efeitos ambientais que determinadas ações, programas ou projetos podem causar à saúde, ao bem estar do homem e ao entorno. Estes estudos incluem alternativas à ação ou ao projeto e pressupõem a participação do público, representando não um instrumento de decisão em si, mas um instrumento de conhecimento a serviço da decisão, pois os efeitos ambientais podem afetar os ecossistemas em que o homem vive e de que depende.

Esta definição, embora seja apenas uma entre as muitas existentes, traduz algumas tendências recentemente incorporadas à avaliação. Destaca-se, de um lado, a extensão do processo, que evoluiu de um enfoque historicamente voltado para um projeto específico, no sentido de uma concepção mais ampla em termos de programa e plano; de outro, explicita-se a necessidade de análise de alternativas e de participação do público.

A Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) possui dois papéis bem distintos, o primeiro: ser um instrumento auxiliar do processo de decisão, ou seja, dentro deste contexto a AIA representa um método de análise sistemática, através de parâmetros tecnicocientíficos dos impactos ambientais associados a um determinado projeto. No segundo papel funciona como um instrumento de auxílio ao processo de negociação, no qual atribui para a AIA um papel de interlocutor entre os projetos públicos e/ou privados com a sociedade na qual estes projetos estão inseridos (IBAMA, 1995).

Segundo o mesmo órgão IBAMA (1995) inúmeros aspectos determinam um processo para avaliação de impactos ambientais, podendo-se destacar:

- o conhecimento das possíveis alternativas da proposta em estudo (localização e/ou processo operacional);
- a descrição do local do estudo;
- a descrição do empreendimento projetado;
- definição dos limites espaciais da área estudada;
- a avaliação dos impactos previstos (nas etapas de implantação, operação, planejamento, e desativação);
- a definição de medidas mitigadoras;
- a definição de um programa de monitoramento;

- a definição de um padrão de qualidade ambiental desejado após a implementação do projeto.

A avaliação de impactos ambientais, de acordo com IBAMA (1995), tem sido operada normalmente em três fases: identificação, predição e avaliação dos impactos.

A identificação dos impactos ambientais apresenta dificuldades inerentes à delimitação espaço-temporal dos impactos, exigindo ampla análise de toda uma possível gama de interações. Outro problema reside na natureza diferenciada destes efeitos, que dificulta o estabelecimento de um padrão de mensuração comum.

A fase de predição dos impactos ambientais também envolve limitações instrumentais, já apontadas, relativas à previsão do comportamento de ecossistemas complexos. São normalmente utilizados cinco métodos para efetuar a predição (WESTMAN, 1985): estudos de casos que permitam extrapolar os efeitos de uma ação similar sobre o mesmo ecossistema ou sobre outro semelhante; modelos conceituais ou quantitativos que efetuem previsões das interações do ecossistema; bioensaios de estudos de microcosmos que simulem os efeitos das perturbações sobre os componentes dos ecossistemas sob condições controladas; estudos de perturbações no campo que evidenciem respostas de parcela da área proposta para o projeto às perturbações experimentais; considerações teóricas que propiciem a predição dos efeitos a partir da teoria ecológica vigente.

De acordo com o IBAMA (1995), a atribuição aos impactos de parâmetros de importância ou significância, que envolvem uma valoração subjetiva ou normativa, tornam a fase da avaliação propriamente dita a mais crítica do processo.

A existência das limitações apontadas tem exigido um aperfeiçoamento do processo de avaliação de impactos ambientais. Uma representação mais dinâmica e que espelha, em certa medida, as recentes tendências de encaminhamento (IBAMA, 1995).

Com o intuito de tentar explicitar a dinâmica espaço-temporal o IBAMA (1995), introduziu classificações de impacto ambiental como:

- impactos diretos (ou primários) e indiretos (ou secundários), consistem na alteração de determinados aspectos ambientais por ação do homem: desgastes aos recursos utilizados, efeitos sobre os empregos gerados etc. Como impacto indireto decorrente dos anteriores pode-se citar, por exemplo, o crescimento demográfico resultante do assentamento da população atraída pelo projeto.

- impactos de curto e longo prazo, sendo que impactos ambientais de curto prazo ocorrem normalmente logo após a realização da ação, podendo até desaparecer em seguida. Um exemplo deste tipo de impacto é a produção de ruído e poeira na fase de construção de um projeto. O impacto ambiental de longo prazo verifica-se depois de certo tempo da realização da ação, como por exemplo, a modificação do regime de rios e a incidência de doenças respiratórias causadas pela inalação de poluentes por períodos prolongados.

- impactos reversíveis e irreversíveis, deve ser considerado o caráter reversível ou não das alterações provocadas sobre o meio.

- impactos cumulativos e sinérgicos, consideram a acumulação no tempo e no espaço de efeitos sobre o meio ambiente.

4.4.3 Cenário Internacional da Avaliação de Impacto Ambiental (AIA)

De acordo com Sanchez (2006), se por um lado a AIA resultou de um processo político que buscava atender a uma demanda social, pioneira nos Estados Unidos em 1960, por outro a AIA evoluiu no tempo sendo modificada conforme a experiência adquirida. Evoluiu no próprio Estados Unidos e modificou-se ou adaptou-se conforme foi sendo aplicada em outros contextos culturais ou políticos, mas sempre objetivando prevenir a degradação ambiental e de subsidiar um processo decisório, para que as consequências sejam avaliadas antes mesmo de cada decisão ser tomada.

Nos países desenvolvidos, a adoção da AIA ocorreu devido aos problemas ambientais desses países em decorrência de como aconteceu seu desenvolvimento. Canadá (1973), Nova Zelândia (1973) e Austrália (1974) foram os países pioneiros a adotar políticas, determinando que a avaliação de impactos ambientais deveria preceder decisões governamentais importantes (Tabela 6). Várias províncias e estados na Austrália e no Canadá, assim como nos Estados Unidos, também adotaram leis sobre AIA, ampliando o escopo e o campo de aplicação desse instrumento.

Tabela 6 - Marcos da introdução da AIA em alguns países desenvolvidos.

País	Ano	Principais instrumentos legais
Canadá	1973	<ul style="list-style-type: none"> - Decisão do Conselho de Ministros de estabelecer um processo de avaliação e exame ambiental em 20 de dezembro de 1973, modificado em 15 de fevereiro de 1977. - Decreto sobre as diretrizes do processo de avaliação e exame ambiental de 22 de junho de 1984. - Lei Canadense de Avaliação Ambiental, sancionada em 23 de junho de 1992.
Nova Zelândia	1973	<ul style="list-style-type: none"> - Procedimentos de proteção e melhoria ambiental de 1973. - Lei de Gestão de Recursos de julho de 1991.
Austrália	1974	<ul style="list-style-type: none"> - Lei de Proteção Ambiental de dezembro de 1974, modificada em 1987. - Lei de Proteção Ambiental e Proteção da Biodiversidade de 1999.
França	1976	<ul style="list-style-type: none"> - Lei 629 de Proteção da Natureza, de 10 de julho de 1976. - Lei 663 sobre as Instalações Registradas para a Proteção do Ambiente, de 19 de julho de 1976. - Decreto 1.133, de 21 de setembro de 1977, sobre instalações registradas. - Decreto 1.141, de 12 de outubro de 1977, para a aplicação da Lei de Proteção da Natureza. - Lei 630, de 12 de julho de 1983, sobre a democratização das consultas públicas.
União Européia	1985	<ul style="list-style-type: none"> - Diretiva 85/335/EEC, de 27 de junho de 1985, sobre avaliação dos efeitos ambientais de certos projetos públicos e privados modificada pela diretiva 97/11/EC, de 3 março de 1997.

(continua)

Tabela 6 (continuação) - Marcos da introdução da AIA em alguns países desenvolvidos.

País	Ano	Principais instrumentos legais
Rússia (à época União Soviética)	1985	- Instrução do Soviete Supremo para a realização de “peritagem ecológica de Estado”. - Decisão do Comitê Estatal de Construção de 1989 estabelecendo a apresentação de uma “avaliação documentada de impacto ambiental” - Lei de Proteção Ambiental da República Russa de 1991. - Regulamento de 1994, do Ministério do Meio Ambiente, sobre AIA.
Espanha	1986	- Real Decreto Legislativo 1.302, de 28 de junho de 1986.
Holanda	1987	- Decreto sobre AIA, de 1º de setembro de 1987, modificado em 1º de setembro de 1994.
República Tcheca	1992	- Lei 244, de 15 de abril de 1992, sobre AIA. - Decreto 499, de 1º de outubro de 1992, sobre competência profissional para a avaliação de impactos e sobre meios e procedimentos para discussão pública da opinião de peritos.
Hungria	1993	- Decreto 86: regulamento provisório sobre a avaliação dos impactos ambientais de certas atividades. - Lei Ambiental de março de 1995, incluindo um capítulo sobre AIA
Hong Kong	1997	- Lei de AIA, de fevereiro de 1997.
Japão	1999	- Lei de Avaliação de Impacto Ambiental, de 12 de junho de 1999.

Fonte: Bellinger et al. (2000)¹ apud Sanchez (2006).

(conclusão)

Na Europa o modelo americano não foi adotado no primeiro momento. Os governantes sustentavam que suas políticas de planejamento já consideraram a variável ambiental. Mas após 5 anos, a Comissão Européia adotou a Diretiva 337/85, de aplicação compulsória por parte dos países-membros da atual União Européia (UE), obrigando-os a adotar procedimentos formais de AIA como critérios de decisão para uma série de empreendimentos considerados capazes de causar significativa degradação ambiental (SANCHEZ, 2006).

¹ E. BELLINGER; N. LEE; C. GEORGE; A. PADURET. Environmental assessment in countries in transition. Budapest: Central European University Press, 2000.

Nos países em desenvolvimento razões não faltam para a difusão da AIA devido aos problemas ambientais. Atualmente a maioria desses países tem leis nacionais que exigem a preparação prévia de estudos de impacto ambiental. Assim muitos países adotaram leis sobre avaliação de impacto ambiental ou introduziram exigências de avaliações mais amplas conforme podemos verificar em alguns países citados na Tabela 7 a seguir:

Tabela 7 - Marcos da introdução da AIA em alguns países em desenvolvimento.

País	Ano	Principais instrumentos legais
Colômbia	1974	- Código Nacional de Recursos Naturais Renováveis e de Proteção do Meio Ambiente, de 18 de dezembro de 1974.
Filipinas	1978	- Decreto sobre Política Ambiental. - Decreto sobre o Sistema de Estudo de Impacto Ambiental, de 1978. - Regulamentos sobre EIAs do Conselho Nacional de Proteção Ambiental, de 1979
China	1979	- Lei “Provisória” de Proteção Ambiental, revista e finalizada em 1989. - Decreto de 1981 sobre “Proteção Ambiental de Projetos de Construção”, modificado em 1986 e em 1998. - Decreto de 1990 sobre procedimentos de AIA. - Lei de Avaliação de Impacto Ambiental, de 28 de outubro de 2002.
México	1982	- Lei Federal de Proteção Ambiental, de 1982. - Lei Geral do Equilíbrio Ecológico e da Proteção do Ambiente, 28 de janeiro de 1988. - Regulamento de 30 de maio 2000.
Indonésia	1986	- Lei de Provisões Básicas para a Gestão Ambiental, de 1982. - Regulamento 29 de 1986, sobre análise de impacto ambiental, modificado pelo Regulamento 51, de 1993 e pelo Regulamento 27, de 1999, incluindo mecanismos de participação pública.

(continua)

Tabela 7 (continuação) - Marcos da introdução da AIA em alguns países em desenvolvimento.

País	Ano	Principais instrumentos legais
Malásia	1987	- Lei de 1985, que modifica a Lei de Qualidade Ambiental (de 1974); - Decreto sobre Qualidade Ambiental (Atividades Controladas), de 1987.
África do Sul	1991	- Art. 30 da Lei de Mineração, de 1991. - Lei de Conservação Ambiental, de 1989, - Regulamento sobre Avaliação de Impacto Ambiental, de 1º de setembro de 1997, relativo à lei de Conservação Ambiental.
Tunísia	1991	- Decreto de 13 de março de 1991 sobre os estudos de impacto ambiental
Bolívia	1992	- Lei nº 1.333 - Decreto 24.176/96
Chile	1994	- Lei de Bases do Meio Ambiente, de 3 de março de 1994. - Regulamento do Sistema de Avaliação de Impacto Ambiental, de 3 de abril de 1997, modificado em 7 de dezembro de 2002.
Uruguai	1994	- Lei 16.246, de 8 de abril de 1992, requer AIA para as atividades portuárias. - Lei de Prevenção e Avaliação de Impacto Ambiental 16.466, de 19 de janeiro de 1994. - Decreto 435/994, de 21 de setembro de 1994 (regulamento).
Bangladesh	1995	- Lei de Conservação Ambiental, de 1995. - Regras de Conservação Ambiental, de 1997.
Equador	1999	- Lei de Gestão Ambiental. - Texto Unificado de Legislação Ambiental Secundária

Fonte: Ahammed e Harvey (2004)², Mao e Hills (2000)³ e Purnama (2003)⁴ apud Sanchez (2006). (conclusão)

² AHAMMED, R.; HARVEY, N. Evaluation of environmental impact assessment procedures and practices in Bangladesh. *Impact assessment and Project appraisal*, v. 22, n.1, p. 63-78, 2004.

³ MAO, W.; HILLS P. Impacts of the economic-political reform on environmental impact assessment implementation in China. *Impact assessment and project appraisal*, v. 20, n.2, p. 101-111, 2002.

⁴ PURNAMA, D. Review of the EIA process in Indonesia: improving the role of public involvement. *Environment impact assessment review*, v. 23, p. 415-439, 2003.

Segundo Sanchez (2006), no Brasil, os primeiros estudos ambientais foram feitos durante os anos de 1970 por necessidade de projetos hidroelétricos, em grande parte, foram reflexo da influência de demandas originadas no exterior, semelhante ao ocorrido nos outros países. Mas, somente em 1981 que um avanço das políticas ambientais brasileiras acabou levando o Poder Executivo a elaborar o projeto de lei sobre Política Nacional do Meio Ambiente (aprovado no Congresso em 31 de agosto de 1981) que incluiu a avaliação de impacto ambiental como um dos instrumentos para atingir os objetivos dessa lei, que são, entre outros:

- compatibilizar o desenvolvimento econômico e social com a proteção ambiental;
- definir áreas prioritárias de ação governamental;
- estabelecer critérios e padrões de qualidade ambiental e normas para uso e manejo de recursos ambientais;
- preservar e restaurar os recursos ambientais “com vistas à sua utilização racional e disponibilidade permanente, concorrendo para a manutenção do equilíbrio ecológico propício à vida”;
- obrigar o poluidor e o predador a recuperar e/ou indenizar os danos.

Desta forma, a AIA se firmou no Brasil a partir da legislação federal. Inicialmente, cabe menção à avaliação de impacto ambiental prevista na Lei nº 6.803, de 2 de julho de 1980, para subsidiar o planejamento territorial dos locais oficialmente reconhecidos como “áreas críticas de poluição”.

As atuações de agentes financeiros multilaterais e de outras organizações internacionais tiveram um papel central na adoção de AIA por muitos países em desenvolvimento. Todavia, foram as condições internas que proporcionaram uma acolhida mais ou menos favorável para que se pusessem em prática os princípios de prevenção e de precaução inerentes à AIA.

4.4.4 Indicadores de Impacto

A principal característica dos indicadores de impacto é quantificar e simplificar a informação. Bons indicadores são capazes de representar a realidade por meio de

modelos. Um indicador deve vir enriquecido de conteúdo técnico, político, social e de conhecimento lógico (SANTOS, 2004). De acordo com Sanchez (2006), os indicadores são indícios de mudanças e condições do ambiente e quando conduzidos corretamente permitem representar a rede de causalidades presente num determinado meio. Não há consenso sobre o número ideal de indicadores, o procedimento usual é analisar a situação e verificar quais são os indicadores pertinentes para àquela situação específica. É uma maneira prática de descrever o comportamento futuro do meio ambiente afetado por meio de indicadores convenientemente escolhidos, são úteis em várias partes dos estudos de impactos: no diagnóstico, na previsão e no monitoramento.

Segundo Pessoa; Carvalho; Pereira (2007) os indicadores de impactos resumem extensos dados referentes ao objeto de estudo a um número limitado de informações significativas, garantindo uma rápida avaliação de melhorias e pontos fracos de controle, bem como da qualidade em que ocorre a atividade. A principal característica dos indicadores de impacto, segundo Santos (2004) é quantificar e simplificar a informação.

Tem sido constatado que estão sendo propostos cada vez mais sistemas de indicadores adequados para escala mundial, correndo-se o risco de serem proliferados de forma inconsistente, quer seja em relação à tipologia, ou em relação à necessidade de existirem dados e base para sustentarem os indicadores desenvolvidos (RAMOS, 2002).

É importante, de acordo com a *Food and Agriculture Organization* (FAO, 2004) que os seguintes pontos sejam considerados quando se utilizam indicadores: necessidade de um conjunto de dados, baseados no monitoramento e de estabelecimento de objetivos para comparar o desempenho; possibilidade dos indicadores serem capazes de considerar diferentes localizações, pessoas, culturas e instituições; como os indicadores são incompletos e evoluem no tempo, o sistema poderá mudar e a medição dos indicadores tende a reduzir a incerteza, mas não a elimina.

Segundo a FAO (2004), além das características citadas anteriormente sobre os indicadores ambientais, os seguintes pontos são importantes de serem analisados:

- necessidade de um conjunto de dados, baseados no monitoramento;
- necessidade de estabelecimento de objetivos para comparar o desempenho;

- possibilidade dos indicadores serem capazes de considerar diferentes localizações, pessoas, culturas e instituições;
- a medição dos indicadores tende a reduzir a incerteza, mas não a elimina;
- com a mudança dos indicadores, o sistema poderá mudar, muito provavelmente.

No estudo realizado por Pessoa; Carvalho; Pereira (2007) sobre transgênicos e indicadores ambientais cujo objetivo era prover informações e auxiliar os estudos de impactos ambientais através da elaboração de cenários prospectivos a partir da avaliação de indicadores ambientais, dentre os resultados obtidos foram apontadas as seguintes vantagens: o aumento de produtividade, menor contaminação ambiental, menor uso de defensivos agrícolas e favorecimento de práticas agrícolas conservacionistas. Dentre as desvantagens apontadas pelo estudo destacam-se: aumento de toxicidade, alergenicidade, alterações do valor nutricional e resistências bacterianas aos antibióticos.

Ainda segundo o mesmo estudo para a adoção da tecnologia de modo sustentável, a identificação de ações de controle e gestão ambiental tem se mostrado fundamentais, de modo que os impactos positivos relacionados às vantagens e aos benefícios possam ser devidamente aproveitados e os impactos negativos relacionados às desvantagens e riscos possam ser prevenidos e/ou mitigados. As ações de controle e gestão ambiental baseiam-se na percepção e avaliação dos impactos decorrentes da capacidade do estado do meio ambiente em superar as pressões impostas pela agricultura transgênica.

Segundo a União Européia (2004) o procedimento de avaliação dos riscos ambientais se caracteriza pela segurança dos OGMs e depende das características do material genético inserido, do organismo final produzido, do meio receptor e da interação entre o OGM e o ambiente. O objetivo de uma avaliação dos riscos ambientais é definir e avaliar os potenciais efeitos adversos dos OGM, incluindo os efeitos diretos ou indiretos, a curto ou a longo prazo, tendo em conta os eventuais efeitos cumulativos a longo prazo para a saúde humana e para o ambiente que possam decorrer da liberação comercial e/ou colocação no mercado do OGM em questão. A avaliação dos riscos ambientais implica também na avaliação do método de desenvolvimento do OGM e um exame dos riscos potenciais associados aos novos produtos de genes sintetizados pelo OGM (proteínas tóxicas ou alergênicas,

por exemplo), bem como da possibilidade de transferência de genes (por exemplo, genes que conferem resistência a antibióticos).

Internacionalmente as entidades que realizam o levantamento das características de PGM são: Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD) com sede em Paris, EFSA (*European Food Safety Authority*) sediada na Itália, Food and Agriculture Organization (FAO) com sede em Roma e *National Academy of Sciences* (NAS) com sede em Washington. No Brasil, não há instituições específicas para o levantamento de indicadores de PGM, mas o país compartilha das informações levantadas pelas entidades como a OCDE e pela FAO com escritório em Brasília. Além disso, há a CTNBio que auxilia nas atividades relacionadas de PGMs trabalhando no sentido de prestar apoio técnico consultivo e assessoramento ao Governo Federal e é responsável pela estabelecimento de normas técnicas de segurança e pareceres técnicos referentes à proteção da saúde humana, dos organismos vivos e do meio ambiente, para atividades que envolvam a construção, experimentação, cultivo, manipulação, transporte, comercialização, consumo, armazenamento, liberação e descarte de OGM e derivados. Pela análise desses relatórios internacionais é possível a identificação dos indicadores de impacto de PGMs, pois as informações estão organizadas, diferente do que ocorre no Brasil, no qual as informações estão dispersas.

4.5 Validação de metodologias e softwares

Ainda não foi relatado na literatura procedimentos que garantam a validação de metodologia de avaliação de impactos. Esta dificuldade persiste também em outras áreas. Mesmo na área farmacêutica que apresenta técnicas e procedimentos consagrados esta controvérsia persiste. Segundo Villela (2004) embora os requisitos regulatórios descritos no relatório da *Food and Drug Administration* (FDA) sejam claros quanto à necessidade de validação de uma maneira geral, não há orientação da maneira que uma validação deve ser conduzida. Parte desta dificuldade pode ser atribuída à diversidade dos processos, fazendo com que cada um requeira um conjunto de técnicas e ferramentas diferentes.

O processo de validação de acordo com a FDA (1987) deve ser documentado e comprovado para que assim se tenha garantia que o processo terá um resultado com as especificações almeçadas e qualidade.

Segundo o mesmo relatório para a validação de processos é importante que sejam especificados os procedimentos e/ou testes a serem realizados e os dados que devem ser recolhidos. Estes dados devem ser claros, objetivos e coletados cuidadosamente e da forma mais precisa possível para assim refletir a realidade. Os dados recolhidos devem ser em número suficiente para fornecer uma medida precisa da situação analisada. A condição de teste deve abranger uma faixa aceitável com limites estabelecidos para cada característica e suas circunstâncias para minimizar a possibilidade do fracasso da análise. A documentação da validação deve evidenciar a adequação da análise, o desempenho e a confiabilidade dos dados recolhidos.

O avaliador, segundo a FDA (1987), examinará todos os fatores que afetam a qualidade do objeto analisado como, por exemplo, o meio ambiente, caracterização dos produtos etc. As variáveis-chave do processo analisado devem ser controladas e documentadas. A análise dos dados coletados estabelecerá se a metodologia e o controle da mesma são adequados.

Segundo Basili et al. (1986) uma tecnologia pode ser validada por estudos empíricos, dentre os quais estão experimentos formais, estudos de caso e pesquisas. Um estudo de caso pode ser definido como uma avaliação de um problema por um grupo de pessoas em um projeto específico. Embora, não alcancem o rigor científico de experimentos formais, os estudos de casos podem prover informação suficiente para concluir se tecnologias específicas serão benéficas para o estudo almejado. Assim uma possível solução para validação é a repetição dos estudos de casos em vários contextos para aumentar a confiabilidade dos resultados dos estudos.

Após testar o sistema e garantir que ele se comporte conforme o especificado, o usuário pode avaliá-lo para determinar se a metodologia é eficiente ou não. Essa avaliação é feita através do teste da metodologia que tem por objetivo permitir que os usuários executem as funcionalidades da mesma e documentem problemas adicionais específicos da metodologia como falhas e alguma inadequação (PFLEEGER, 2004).

Quanto à validação de um produto de acordo com a FDA (1987) o processo deve ser definido e descrito com a especificidade suficiente para que os usuários entendam o que é necessário para a aplicação do processo.

A validação de processos deve ser feita para avaliar sua eficiência e credibilidade, para tanto é importante que os indicadores apresentados no *software* sejam aproximações da realidade. Segundo a FDA (1987) este processo deve ser repetido para assegurar que os resultados sejam significativos e consistentes.

De acordo com Villela (2004) um planejamento criterioso do estudo é essencial para garantir que o processo seja devidamente validado. Este incluirá os seguintes elementos:

- identificação do processo a ser validado;
 - identificação das vantagens a serem realizadas por essa metodologia;
 - critérios para um estudo bem-sucedido;
 - extensão e a duração do estudo;
 - abrangência;
 - descrição completa da metodologia;
 - especificações importantes, inclusive de eventos analisados, os componentes, o meio ambiente etc.
- controles ou condições especiais a serem colocados antecedendo o processo durante a validação;
 - parâmetros da metodologia a ser controlada e monitorada;
 - métodos estatísticos para a coleta e análise dos dados;
 - condições que possam indicar se o processo deve ser revalidado;
 - fases do estudo nas quais é necessária a análise crítica do trabalho.

4.5.1 Definição de Verificação e Validação

Segundo a FDA (2002) o sistema de regulamentação da qualidade é harmonizado com a norma ISO 8402:1994 que foi substituída pela versão ISO 9000:2005 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2005), que trata a "verificação" e a "validação", como termos distintos. Por outro lado, muitos utilizam os termos indiferentemente.

A FDA (2002) considera a validação como uma confirmação através de exames e evidências que exemplifiquem com objetividade as especificações do projeto que

obedece às necessidades do usuário e as utilizações pretendidas, e em particular as exigências implementadas pelo projeto que podem ser constantemente cumpridas para a realização da análise pretendida. Na prática, as atividades de validação podem ocorrer tanto durante como no fim do desenvolvimento da metodologia para assegurar que todas as exigências foram cumpridas.

Uma fase importante deste trabalho é a validação da metodologia, já que a construção (verificação) da mesma será realizada na medida em que o *software* for empregado para a avaliação prevista no estudo. Os princípios gerais que devem ser considerados para a validação de um produto requerem verificações de resultados de cada etapa da metodologia desenvolvida (FDA, 2002).

Entende-se por verificação (PEJTERSEN e RASMUSSEN, 1997) a checagem das atividades que garantam a funcionalidades do *software*. O objetivo da validação é conferir se os requisitos especificados são válidos (SOMMERVILLE, 2000), ou seja, a validação assegura a funcionalidade: *software* atende às expectativas do usuário, e isso vai além de checar a conformidade do sistema com suas especificações (SANTOS, 2007).

De acordo com Silva (2006) enquanto o processo estiver sob controle e não tiverem ocorrido alterações significativas no processo e/ou no produto não terá de ser revalidado. O fato de o processo estar sempre sob controle é determinado pela análise rotineira dos dados do processo e pelos dados dos testes quanto à conformidade com as especificações e à variabilidade.

Deve-se analisar criticamente o processo no caso de alterações ou desvios e, quando apropriado, efetuar sua revalidação e uma ferramenta importante neste processo é o monitoramento, pois é por meio dele que podemos identificar alterações indesejadas no processo e considerar a necessidade de revalidação.

4.6 Algumas Metodologias para Avaliação de Impacto Ambiental na Agricultura

Métodos científicos devem ser utilizados para a construção de cenários que permitam determinar o alcance dos efeitos ambientais de organismos geneticamente modificados, com potencial de causar impactos negativos, antes mesmo que sejam realizados testes de campo.

O estudo destas possíveis influências pode ser realizado empregando-se avaliações de impactos ambientais (AIAs) que minimizem alterações negativas da qualidade ambiental.

O emprego dos métodos de avaliação de impacto já existentes para a avaliação das biotecnologias agrícolas é uma alternativa que pode melhorar a segurança dos plantios GMs. Para tanto, modificações significativas devem ser feitas nestes métodos para atender a premissa da biossegurança no Brasil, ou seja, possibilitando a análise caso a caso de eventos. As modificações devem privilegiar as metodologias mais inclusivas que possibilitem a inserção de indicadores mais relevantes para a avaliação de transgênicos.

As metodologias que são empregadas na avaliação de impacto ambiental na agricultura são:

- O método Apoia – Nova Rural: é dedicado a AIA das atividades agrícolas e não-agrícolas denominado “Novo Rural”, nas mais diferentes condições ambientais. O método deve ser apropriado para guiar a escolha de atividades, tecnologias e formas de manejo, de acordo com as potencialidades e restrições de uso do espaço rural e de sua inserção nos objetivos de desenvolvimento local sustentável como: indicar os pontos críticos para correção do manejo; atender ao rigor da comunidade científica e ao mesmo tempo permitir o uso prático pelos agricultores/empresários rurais; contemplar, de forma abrangente, os aspectos ecológicos, econômicos e sociais em um número adequado e suficiente de indicadores específicos; ser informatizado e prover uma medida final integrada do impacto ambiental da atividade. Isto permite a composição de índices parciais de impacto ambiental para cada dimensão – ecológica, sociocultural, econômica e de gestão – e ao mesmo tempo de um índice agregado de avaliação de impacto ambiental. É composto de 62 indicadores que integram as dimensões de ecologia da paisagem, qualidade dos compartimentos ambientais, valores socioculturais e econômicos, gestão e administração, proporcionando uma medida objetiva da contribuição da atividade agropecuária para o desenvolvimento local sustentável (RODRIGUES e CAMPANHOLA, 2003).

- O Método AGRO*ECO: caracteriza tanto o efeito de uma atividade agrícola sobre todos os componentes ambientais quanto à suscetibilidade de um componente ambiental em relação a todas as práticas agrícolas relativas a um dado cultivo. É apresentado em dois estágios, sendo o primeiro de cálculo de módulos de

avaliação que estimam o impacto de cada técnica agrícola sobre cada componente ambiental. No segundo estágio, esses módulos de avaliações individuais são agregados para elaborar um critério de síntese simples ou para escolher, selecionar ou classificar os sistemas de gestão dos cultivos por métodos multicritérios ou para gerar indicadores ambientais (GIRARDINI, BOCKSTALLER, WERF, 2000).

- Um método desenvolvido para a avaliação de plantas GM é o Método GMP – RAM (Risk Assessment Method for Genetically Modified Plants), embora direcionado a avaliação de risco e não impacto. Esse apresenta informações de forma sistematizada permitindo a avaliação do risco envolvido com o emprego de determinada PGM. Esta metodologia é composta de duas ferramentas: (1) Planilhas pré-formatadas para compilação da Evidência do Risco: geram os valores do índice de risco e a significância em termos da atividade a ser desenvolvida, e (2) Matriz de Avaliação que consiste em uma estrutura para a observação do risco potencial que representa a melhor maneira de conduzir o experimento de campo. Para facilitar o emprego deste método, o *Software* GMP – RAM está disponível no site da Embrapa Meio Ambiente: http://www.cnpma.embrapa.br/forms/gmp_ram.php3 (JESUS et al., 2006a). A grande vantagem associada a esse método é que ele permite a avaliação caso a caso de transgênicos.

4.7 Consulta aos especialistas como forma de validação

De acordo com Vianna e Caetano (2001) para avaliar uma tecnologia o método mais comumente utilizado segue no sentido de consolidar as melhores evidências disponíveis, o que inclui a coleta, análise e síntese das informações de boa qualidade. Essa informação tanto pode ser primária (contida em arquivos e registros sistemáticos e em bases de dados) quanto secundária (presente em trabalhos originais e/ou de revisão como aquelas procedentes de estudos observacionais descritivos). Outros métodos, mais específicos e que devem ser precedidos de uma revisão sistemática da literatura e da síntese de resultados, incluem: (a) as diferentes modalidades de consulta a especialistas (por exemplo: grupo nominal, conferência de consenso, método Delphi etc.); (b) as diferentes modalidades de avaliação socioeconômica, e construção de modelos de simulação matemática; e (c) a aplicação de princípios da bioética e de acordos internacionais relacionados.

Dessa maneira são apresentadas a seguir algumas metodologias de avaliação de impacto ambiental que se utilizam de consultas a especialistas (RODRIGUES, 1998):

4.7.1 Listas de verificação

As listas de verificação escalares contêm o peso (ponderação) dos diferentes impactos, essas são usadas com menor frequência devido a sua complexidade. Um exemplo típico desse método é aquele desenvolvido por Dee et al. (1973), chamado de Sistema de Avaliação Ambiental (SAA), que consiste de uma estrutura hierárquica que classifica os efeitos ambientais em quatro categorias principais: ecológicas, poluição ambiental, estéticas e interesse humano. Essas categorias são subdivididas em componentes como: poluição ambiental em poluição da água, os quais também são subdivididos em parâmetros indicadores para cada caso específico em estudo: como poluição da água em turbidez. A cada parâmetro é alocado um peso numérico que reflete a sua importância relativa. Para cada um dos 78 parâmetros considerados é construída uma "função de valor" que relaciona a estimativa do parâmetro com a qualidade ambiental. Assim, assume-se que o estado de qualidade de cada parâmetro pode ser expresso em uma escala arbitrária de 0-1, onde 1 representa "alta qualidade" e 0 representa "baixa qualidade". A avaliação final é obtida pelo somatório dos valores individuais da qualidade ambiental de cada parâmetro multiplicado por seu respectivo peso, obtendo-se um índice geral de qualidade ambiental. Com isso, pode se optar entre diferentes projetos, ou programas, ou tecnologias, e mesmo identificar medidas corretivas que devem ser incorporadas quando da implantação de um determinado projeto, programa ou tecnologia (RODRIGUES et al., 2005).

4.7.2 Matrizes

As matrizes e as listas de verificação simples são os métodos de AIA mais utilizados (BISSET, 1983). As matrizes são essencialmente modificações de listas de verificação, ou seja, em adição à listagem vertical das tipologias de impacto - aumento do escoamento superficial, modificação do regime de nutrientes etc. - organizadas sob os principais componentes (água, ar etc.), as matrizes contêm uma

lista horizontal das ações do empreendimento, que vão desde o planejamento até as fases operacionais do projeto. Este esquema facilita a observação da relação entre as ações específicas do empreendimento e os tipos específicos de impacto (ERICKSON, 1994).

As matrizes permitem incorporar a quantificação dos impactos, com a entrada de números que representam a sua intensidade, sendo então denominadas matrizes escalares. Quando essas estimativas são realizadas anteriormente à implantação do empreendimento, elas têm caráter preventivo e são fundamentadas na percepção do avaliador, passível de certo nível de subjetividade. Quando são realizadas com o empreendimento já em funcionamento, pode-se mensurar e caracterizar melhor a intensidade do impacto ambiental causado pelas diferentes ações e atividades do projeto avaliado (ERICKSON, 1994).

4.7.3 Sobreposição de Mapas

Segundo Rodrigues et al. (2005) a sobreposição de mapas é uma forma de relacionar informações sobre características ou processos ambientais georreferenciados. Inicialmente o método consistia em simplesmente sobrepor imagens impressas em transparências, tomando o grau de recobrimento ou a intensificação de cor como demonstrativo do grau de impacto, de vulnerabilidade ou risco. Com a atual facilidade de se utilizar computação gráfica em operações complexas, e empregando informações digitais obtidas por satélites, radares, ou mesmo fotografias aéreas digitalizadas em sistemas de informações geográficas (SIG), os procedimentos se tornaram mais simples, rápidos, e capazes de manipular grande quantidade de informações e em escalas as mais variadas. As sobreposições de mapas podem contribuir para definir a área de abrangência nos estudos de impactos ambientais de OGM.

4.7.4 Redes de Interação

Redes de interação, segundo Rodrigues et al. (2005), são fluxogramas que representam uma sequência de operações ou de interações entre componentes de um sistema. Assim sendo, compõem a primeira metodologia geral essencialmente

sistêmica para AIAs. Embora os métodos anteriormente relacionados careçam de, e obtenham vantagens com, um enfoque sistêmico, eles tendem a induzir a análise de parâmetros e a avaliação de ações de forma isolada e consecutiva. Já as redes de interação partem da concepção de sistemas a priori, tendendo a favorecer a apreciação dos parâmetros e ações de forma conjunta e simultânea.

Redes de interação são instrumentos valiosos para que a equipe interdisciplinar de AIA planeje as etapas do processo de avaliação, identifique as ações necessárias, os parâmetros e compartimentos ambientais suscetíveis e especialmente as interações entre esses compartimentos. Muitas vezes as redes de interação constituem etapa de organização das listas de controle ou matrizes para avaliação de impactos.

4.7.5 Diagramas de Sistemas

As redes de interação, normalmente não oferecem nenhuma indicação de intensidade do impacto ambiental, mas permitam a identificação de impactos de vários níveis e de compartimentos ambientais suscetíveis. A evolução dessa metodologia para uma aproximação mais quantitativa resultou no desenvolvimento dos diagramas de sistemas. A característica mais relevante dos diagramas de sistemas aplicados a estudos ambientais é a consideração do fluxo de energia como fator unificador do sistema. Todos os processos operantes nos ecossistemas são resultados desse fluxo de energia, que é incorporada e transformada ao operar os processos ecológicos (PESSOA, 2007).

4.7.6 Modelos de Simulação

Modelos de simulação, segundo Rodrigues et al. (2005), geralmente são derivados diretamente de diagramas de sistemas. Um aspecto importante é a concentração da informação tão somente naquilo que é essencial para a definição do comportamento do sistema, a fim de evitar excesso de complexidade na elaboração dos modelos. Há hoje disponível na literatura uma grande variedade de sistemas ou pacotes informatizados contendo modelos agregados para o estudo do ambiente, e da agricultura e manejo agrícola em geral. Em especial, há modelos

para avaliação de aspectos importantes das AIAs, como simulação da dinâmica de solutos em solos e águas, efeitos de práticas agrícolas e medidas de conservação do solo sobre a erosão, simulação climática e hidrológica, entre muitos outros.

4.7.7 Métodos “ad hoc”

Essencialmente, os métodos “ad hoc” consistem na constituição de grupos de trabalho multidisciplinares com especialistas de conhecido saber que fornecem suas impressões e experiências para a formulação de um relatório ou inventário de impactos potenciais do projeto em avaliação. Normalmente, empregam-se em situações nas quais as informações preliminares são escassas e quando a experiência passada é insuficiente para uma sistemática organização das informações com métodos mais objetivos. Em verdade, consultas “ad hoc” compõem a maioria dos métodos de AIA (Avaliação de Impacto Ambiental), em ao menos uma de suas fases (RODRIGUES, 1998). Como exemplo, tem-se o método Delphi, criado com o objetivo de facilitar a análise de muitas informações obtidas de profissionais que devem responder a questionários individuais.

4.7.7.1 MÉTODO DELPHI DE CONSULTA AOS ESPECIALISTAS

O método Delphi (LINSTONE e TUROFF, 1975) é uma ferramenta utilizada em pesquisas qualitativas, na qual se busca um consenso de opiniões de maneira geral através de consultas de um grupo de especialistas a respeito de eventos futuros. Essa consulta é realizada através de um questionário, que é repassado diversas vezes até que haja um consenso, ou seja, uma convergência das respostas, que representa uma consolidação do julgamento intuitivo do grupo dos especialistas (WRIGHT e GIOVINAZZO, 2000).

Segundo Martino (1993) as principais características deste método são: o anonimato dos respondentes, a representação estatística da distribuição dos resultados, e o *feedback* de respostas do grupo para reavaliação nas rodadas subsequentes. Além disso, o método Delphi permite a troca de informação e opiniões entre os respondentes e a possibilidade de revisão de visões individuais sobre o futuro, diante das previsões e argumentos dos demais participantes, com base em uma representação estatística de visão de grupo (DIETZ, 1987).

4.7.7.1.1 Descrição Da Metodologia Delphi

Segundo Dietz, 1987; Wright e Giovinazzo, 2000 a técnica desta metodologia se baseia no uso estruturado do conhecimento, da experiência e da criatividade de um painel de especialistas, pressupondo-se que o julgamento coletivo, quando organizado de forma adequada, é melhor do que a opinião de um só indivíduo, ou mesmo de alguns indivíduos desprovidos de uma ampla, variedade de conhecimentos especializados. Esta metodologia é usada principalmente quando não há dados quantitativos, ou estes não podem ser projetados para o futuro com segurança, devido à expectativa de mudanças estruturais nos fatores determinantes das tendências futuras.

Primeiramente é organizado um painel de especialistas sobre o assunto a ser estudado. Na primeira rodada cada membro do painel de especialista, recebe um questionário elaborado que é solicitado a responder e é explicada a razão que o levou a este resultado (DIETZ, 1987). O questionário deve ser cuidadosamente elaborado sendo que para cada questão uma síntese das principais informações conhecidas sobre aquele evento, e ocasionalmente, extrapolações para o futuro, de maneira a igualar e facilitar o raciocínio orientado para o futuro (WRIGHT e GIOVINAZZO, 2000).

As respostas das questões quantitativas além de serem tabuladas, recebem tratamento estatístico simples definindo-se a mediana e os quartis, e os resultados são devolvidos aos participantes na rodada seguinte. Quando há justificativas e opiniões qualitativas associadas a previsões quantitativas, a coordenação busca relacionar os argumentos às projeções quantitativas correspondentes conforme descrito no trabalho desenvolvido por Wright e Giovinazzo (2000).

De acordo com Dietz (1987), na segunda rodada de questionamentos as perguntas da primeira rodada são repetidas, mas devem ser acrescentados os resultados da rodada anterior, acompanhados das estatísticas de cada resposta e de suas razões para cada planejamento proposto.

Segundo a literatura três rodadas são suficientes para obter um resultado satisfatório, ou seja, o processo é repetido sucessivas vezes com as rodadas do questionário, até que a divergência de opiniões entre os especialistas tenha se reduzido a um nível satisfatório, e a resposta da última rodada seja tomada como a

previsão do grupo. A terceira rodada (quando necessária) apresenta aos especialistas o resultado da rodada anterior, além de ter por objetivo a convergência das respostas (DIETZ, 1987).

Através das diversas rodadas, nas quais se permite a troca de informações entre diversos participantes e, em geral, se conduz a uma convergência rumo a uma posição de consenso (ESTES e KUESPERT, 1976). Segundo Wright e Giovinazzo (2000) a evolução em direção ao consenso pode ser mensurada pela distância do 1º ao 3º quartil das respostas e o valor da mediana. Em alguns casos os respondentes se concentraram em torno de duas ou três posições distintas, sem se aproximar de um consenso.

O Delphi era usualmente aplicado para levantamento de tendências e eventos futuros. Atualmente incorpora a busca de ideias e estratégias para a proposição de políticas organizacionais mais gerais e por isso não se caracteriza mais por ser um instrumento de previsão somente, mas sim por ser uma técnica de apoio à decisão e à definição de políticas, e passou a ser conhecida como o *Policy Delphi* (Delphi de Políticas) (WRIGHT e GIOVINAZZO, 2000).

Segundo Wright (1986, 1994) o Mini-Delphi por sua vez, pode ser conceituado como um processo estruturado de consulta a especialistas, que mantendo as principais características do método Delphi (LINSTONE e TUROFF, 1975) permite a realização de um estudo com grande agilidade em uma única sessão de trabalho.

Para a realização do Mini-Delphi, deve ser utilizado um questionário tipo Delphi, com os respondentes presentes no local, sendo mantidas as características centrais de anonimato das respostas em cada rodada, e a apresentação de *feedback* dos resultados da primeira rodada aos participantes. A partir deste *feedback* deve ser feita uma discussão dos resultados e aprovação das prioridades apontadas.

De acordo com Wright e Giovinazzo (2000) quando não se atingem estas características, o trabalho não se caracteriza como pela aplicação da técnica Delphi. Conseqüentemente, a realização de uma única rodada do questionário exclui a possibilidade de interação e busca de consenso; da mesma forma, a quebra do anonimato prejudica as condições necessárias para que um especialista de renome abandone seu rigor científico e passe a especular sobre o futuro.

Uma clara definição do objetivo do estudo deve ser feita, especificando o horizonte de tempo e o tipo de resultado desejado (WRIGHT e GIOVINAZZO, 2000).

As vantagens da técnica Delphi, vão muito além de se realizar previsões em situações de carência de dados históricos (WRIGHT, 1986) como:

- A consulta a um grupo de especialistas traz à análise do problema pelo menos o nível de informação do membro melhor informado; e, em geral, traz um volume muito maior de informação.

- O uso de questionários e respostas escritas possibilita uma maior reflexão e cuidado nas respostas, e facilita o seu registro, em comparação a uma discussão em grupo.

- O anonimato das respostas e o fato de não haver uma reunião física reduzem a influência de fatores psicológicos como, por exemplo, os efeitos da capacidade de persuasão, a relutância em abandonar posições assumidas, a manipulação política, a omissão de participantes e a dominância de grupos majoritários em relação a opiniões minoritárias.

- Não há custos de deslocamento de pessoal, apesar do custo de preparação ser maior com o envio dos questionários por correio ou por outro meio e os peritos podem responder sem restrição de conciliar as agendas para uma reunião,

- Os custos são provavelmente menores do que aqueles associados à reunião física de um grande grupo de peritos, apesar do custo de preparação ser maior.

- O efetivo engajamento no processo de um grande número de participantes é uma importante vantagem que induz a criatividade e confere credibilidade ao estudo.

As desvantagens da técnica Delphi segundo Wright (1986) são:

- Seleção de “amostra” de respondentes e tratamento dos resultados estatisticamente não aceitáveis.

- Dependência excessiva dos resultados em relação à escolha dos especialistas, com a possibilidade de introdução de viés pela escolha dos respondentes.

- Possibilidade de se forçar o consenso indevidamente.

- Dificuldade de se redigir um questionário sem ambiguidades e não viesado sobre tendências futuras.

- Demora excessiva para a realização do processo completo, especialmente no caso de envio de questionários via correio.

- Elevados custos de elaboração.

É importante ressaltar que a técnica Delphi é essencialmente uma consulta a um grupo limitado e seletivo de especialistas, que através da sua capacidade de raciocínio lógico, da sua experiência e da troca objetiva de informações procura chegar a opiniões conjuntas sobre as questões propostas e que não se pretende em momento algum utilizar a técnica Delphi como um levantamento estatístico representativo da opinião de determinado grupo amostrado. Nesta situação, as questões de validade estatística da amostra e dos resultados não se aplicam.

Segundo Wright (1986) a seleção e convite aos respondentes, a elaboração de questionários e a análise das respostas são etapas em que o conhecimento da metodologia, a experiência e a imparcialidade dos organizadores têm que ser aplicadas.

Com relação ao prazo o mais usual para uma aplicação completa é de quatro meses a um ano, dependendo da complexidade do tema e do questionário, do número e engajamento dos respondentes e da disponibilidade de recursos, especialmente o recurso humano habilitado para a coordenação do processo (WRIGHT, 1986).

4.7.8 Elaboração dos questionários

Segundo Wright e Giovinazzo (2000) para a elaboração do questionário é necessário procurar informações sobre o tema, recorrendo à literatura especializada e entrevistas com técnicos do setor. Formulando, então, um primeiro modelo do questionário. Como se trata de um problema de grande complexidade, recorre-se às técnicas de auxílio à estruturação do problema. A sequência básica de atividades envolvidas na execução de um Delphi é ilustrada na Figura 2 a seguir:

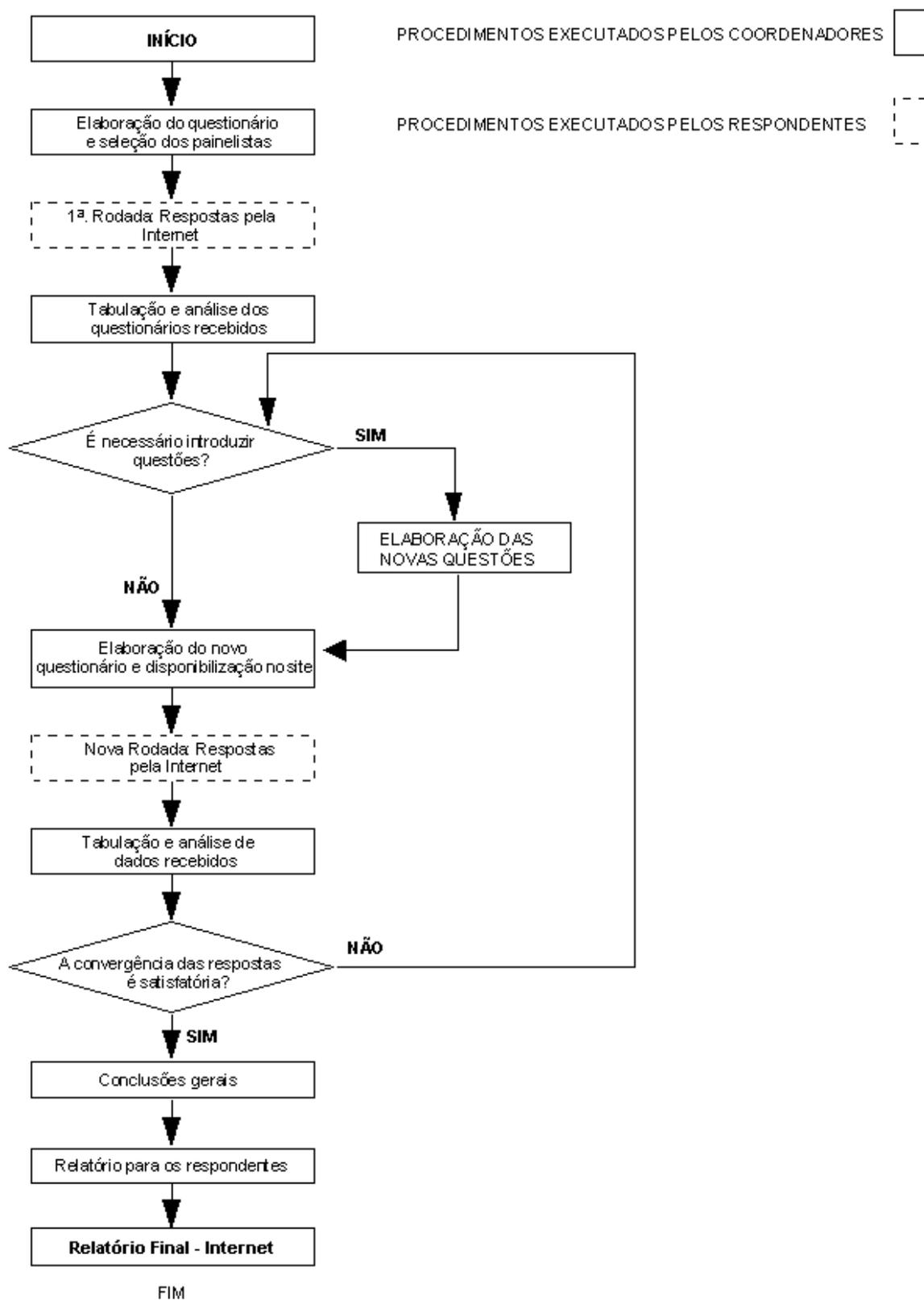


Figura 2 - Sequência básica de atividades envolvidas na execução de um Delphi. (WRIGHT, J. T. C. e GIOVINAZZO, R. A, 2000).

Segundo Wright e Giovinazzo (2000) nesta fase são elaboradas as questões propriamente ditas em função das necessidades específicas do estudo, diferentes tipos de questões podem ser utilizadas. É importante a interação entre os especialistas e os pesquisadores responsáveis pela elaboração do questionário para assim se assegurar da correção técnica das questões formuladas.

Como se pretende obter a opinião de especialistas, a formulação do questionário exige conhecimento aprofundado dos temas. Se a equipe não tem esse conhecimento, é necessário recorrer ao apoio de especialistas na própria elaboração do questionário. Além disso, a formulação das questões, normalmente, apoia-se em entendimentos e dados quantitativos sobre os assuntos, o que exige trabalhos de diagnósticos, conceituações e sistematizações. Aponta-se ainda a dificuldade de se redigir um questionário que trata de temas complexos, sem ambiguidades e sem vieses que podem trazer visões implícitas da equipe de elaboração, direcionando indevidamente o processo (GRISI e BRITTO, 2003).

Segundo Martino (1993) não há regras rígidas para o formato das questões de um questionário Delphi, mas algumas recomendações podem ser seguidas para assim se evitar erros na sua elaboração. Estes erros podem fazer com que os painelistas percam, desnecessariamente, um grande tempo para transmitir as informações desejadas, deixem de responder alguma questão por não entendê-la claramente, ou ainda, o que pode ser altamente prejudicial, apresentem uma resposta com a qual eles mesmos não concordariam, por não terem entendido corretamente a questão. As principais recomendações são as seguintes:

- Se o evento contiver uma parte com a qual o painalista concorda e outra com a qual discorda, é difícil para ele saber o que responder. Neste caso, a solução seria a de separar os assuntos para obter respostas corretas;

- As ambiguidades devem ser evitadas, pois podem gerar dúvidas, já que as pessoas podem ter diferentes concepções sobre o significado de uma mesma palavra. Uma solução possível para este problema é o uso de colocações quantitativas. Entretanto, o uso de dados quantitativos não elimina a possibilidade de ambiguidade.

- O questionário é elaborado da maneira mais simples possível para a conveniência do painalista, para que este use seu tempo pensando, ao invés de desperdiçar tempo preenchendo o questionário. Com isto, a qualidade das repostas tende a ser melhor.

Para tanto, questões do tipo “preencha o espaço em branco” ou “concorda ou discorda” são bastante úteis, embora não possam, certamente, substituir questões que exijam do painalista discorrer sobre um assunto.

- Há um limite máximo prático do número de questões para os quais um painalista pode dispensar tratamento adequado. Este limite é determinado pelo tipo das questões existentes e do perfil dos respondentes, mas um valor aproximado seria de 25 questões. Caso o questionário apresente, 50 questões, por exemplo, possivelmente compreenderá questões menos relevantes.

- Caso existam eventos excludentes num questionário, esta situação deve ser deixada clara, não apenas para auxiliar o raciocínio, mas também para que o painalista não pense que há armadilhas no questionário fazendo-o cair numa inconsistência.

- Sempre que possível deve-se evitar o pedido de priorização entre uma série grande de proposições, isto porque exige muito tempo do respondente e por ser difícil manter a série completa em mente.

Pode-se substituir o ordenamento por uma avaliação individual da importância de uma dada proposição, ou pela seleção de um subconjunto das proposições mais importantes. Na consolidação das respostas dos painelistas o ordenamento desejado poderá ser obtido.

- As questões, principalmente da 1ª rodada da pesquisa devem permitir que o painalista acrescente algum comentário que considere relevante, enriquecendo a pesquisa.

4.7.8.1 QUESTÕES

- 1) Definição de datas para eventos (com ou sem indicação da probabilidade de ocorrência);
- 2) Implicações de ocorrências futuras, podendo indicar grau de probabilidade da ocorrência, impactos esperados (ou probabilidade de ocorrência para alguns impactos pré-estabelecidos), magnitude e duração dos impactos.
- 3) Definição de responsáveis por atividades a serem desenvolvidas (pode-se fornecer uma lista preliminar, permitindo-se inclusões pelo painelistas).

As questões segundo Wright e Giovinazzo (2000) das rodadas posteriores à primeira normalmente têm uma apresentação diferente da inicial. Nestas, podem ser

introduzidas complementações feitas pelos painelistas, pedidos de aprofundamentos de algumas características mais relevantes, ou ainda, após fornecer as respostas da questão, solicitação de uma nova opinião e justificativas para se manter a resposta em níveis muito inferiores ou muito superiores à média apresentada.

4.7.8.1.1 Questões Likert

Segundo Bauer e Gaskell (2002) a escala *Likert* compreende escalas somatórias para medir atitudes, proposta por *Rensis Likert* em 1932, que consiste em uma série de afirmações relacionadas com o objeto pesquisado. O grau de concordância/discordância indica a direção da atitude do respondente.

As principais vantagens das Escalas *Likert* em relação às outras, segundo Mattar (2001) são a simplicidade de construção; o uso de afirmações que não estão explicitamente ligadas à atitude estudada, permitindo a inclusão de qualquer item que se verifique, empiricamente, ser coerente com o resultado final; e ainda, a amplitude de respostas permitidas. Como desvantagem, por ser uma escala essencialmente ordinal, não permite dizer quanto um respondente é mais favorável a outro, nem mede o quanto de mudança ocorre na atitude após expor os respondentes a determinados eventos.

De acordo com *Likert* (1932) as escalas podem ir, por exemplo, de 1 a 5, de 5 a 1, ou de +2 a -2, passando por zero. As declarações devem favorecer o entrevistado para expressar respostas claras em vez de respostas neutras ou ambíguas.

As declarações de concordância devem receber valores positivos ou altos enquanto as declarações das quais discordam devem receber valores negativos ou baixos (BAUER e GASKELL, 2002). A pontuação total da atitude de cada respondente é dada pela somatória das pontuações obtidas para cada afirmação.

4.7.8.1.2 Questões Abertas Ou Dissertativas

Já as questões abertas ou dissertativas são aquelas nas quais as pessoas respondem as questões com suas próprias palavras. As vantagens desses tipos de perguntas são, segundo Mattar (2001): coleta de uma quantidade maior de dados, dados não influenciados por respostas pré-determinadas e questões que são de fácil

elaboração. Elas têm as seguintes desvantagens: são de difícil tabulação e análise e podem surgir dificuldades de entendimento como erros de redação.

4.7.8.1.3 Questões Do Tipo Semiabertas

Por fim, as questões do tipo semiabertas, mesclam as principais características dos outros tipos utilizados de questões, nas quais os especialistas além de assinalar uma opção (*Likert*) têm a possibilidade de expressar sua opinião (dissertativa).

4.7.9 Tabulação

O tratamento a ser aplicado a cada questão depende, fundamentalmente, do tipo de questão considerado. Quando as questões se referirem a valores (data de ocorrência de um evento, porcentagem de utilização, relevância de uma atitude etc.). Já as questões relacionadas às votações podem apresentar as quantidades e os percentuais de painelistas que optaram por cada alternativa, ou seja, a distribuição de frequência das respostas. Por fim as questões que exigem justificativas ou comentários adicionais exigem uma consolidação das respostas de todos os painelistas, a qual apresenta, assim, as justificativas para cada opinião dada e o número de painelistas que a utilizaram (pode ser conveniente separar as opiniões em dois ou três grupos, definidos a partir de suas similaridades) (ESTES e KUESPERT, 1976).

4.7.10 Seleção dos painelistas

De acordo com Wright e Giovinazzo (2000) enquanto é desenvolvido e testado o questionário da primeira rodada, faz-se a seleção dos painelistas. Em geral, deve-se buscar uma distribuição equilibrada entre elementos de dentro e fora da entidade interessada, recorrendo-se a universidades, institutos de pesquisa, indústrias e outros setores da sociedade. A heterogeneidade é um fator estimulante; no entanto, a qualidade do resultado depende essencialmente dos participantes do estudo.

Os respondentes potenciais são contatados individualmente e lhes é explicado individualmente o que é a técnica Delphi, qual o objetivo do estudo em questão e a importância da participação deles no estudo. Aos painelistas que efetivamente concordam em participar são enviados os questionários, os quais acompanham uma

breve explicação dos motivos do trabalho e instruções para o seu preenchimento e devolução; eventualmente incluem anexos explicativos. A entrega pode ser feita em mãos, pelo correio, ou via correio eletrônico – e-mail. Geralmente, há uma abstenção de 30% a 50% dos respondentes na 1ª rodada, e de 20% a 30% na 2ª rodada (WRIGHT E GIOVINAZZO, 2000).

De posse dos questionários com as respostas da 1ª rodada, procede-se a tabulação e análise dos resultados, procurando associar os principais argumentos às diferentes tendências das respostas.

Após a análise da 1ª rodada, decide-se sobre a necessidade de incorporação de novas questões na 2ª rodada, o que é bastante comum.

2ª rodada do questionário Delphi apresenta, obrigatoriamente, os resultados da 1ª questionário, possibilitando que cada respondente reveja sua posição face à previsão e argumentação do grupo, em cada pergunta. As questões, em geral, objetivam convergências de resultados da 1ª rodada, e são rediscutidas à luz da argumentação dos painelistas. Novos temas são explorados ou sugeridos, e discutem-se possíveis incompatibilidades entre tendências previstas.

As rodadas sucedem-se até que seja atingido um grau satisfatório de convergência. No mínimo, duas rodadas são necessárias para caracterizar o processo Delphi, sendo raros os exemplos de estudos com mais de 3 rodadas de questionários (WRIGHT E GIOVINAZZO, 2000).

4.8 Entrevista

Segundo Gil (1991) a entrevista é definida como uma conversa séria entre duas pessoas com uma finalidade pré-determinada. A entrevista bem sucedida é aquela que prepara o caminho para duas pessoas encontrarem uma solução, que uma só não consegue. A maioria das características e hábitos necessários aos entrevistadores pode ser desenvolvida através da experiência. O ganho proveniente de uma boa entrevista é a aprendizagem do objeto pesquisado com o especialista da área.

Há três metodologias de entrevista:

- a) diretiva: é aquela em que o entrevistador apresenta a pergunta ao entrevistado uma série de perguntas pré-arranjadas numa determinada ordem, visando obter certas informações específicas;

- b) não diretiva: é aquela em que o entrevistador apresenta as perguntas baseadas em um contexto ou determinada situação. É largamente usada em aconselhamentos;
- c) padronizada: as perguntas são apresentadas numa sequência lógica, mas o entrevistador revê cuidadosamente toda a informação importante relativa à situação e ao entrevistado.

4.9 Software Impactos

4.9.1 Descrição do Software Impactos

O **Software Impactos** destina-se a avaliação de impactos de tecnologias e programas de pesquisa. Foi desenvolvido no âmbito dos projetos: “Políticas públicas para a avaliação tecnológica na agricultura do Estado de São Paulo: métodos para a avaliação de impactos de pesquisa”, financiado pela FAPESP e FINEP (FURTADO e SALLES-FILHO, 2003). Os projetos foram executados pelo *Grupo de Estudos sobre a Organização da Pesquisa e da Inovação* (GEOPI/UNICAMP).

O projeto que culminou na elaboração desse *Software* tinha por objetivo integrar diferentes dimensões de análise para a avaliação de impactos de programas tecnológicos, quais sejam as dimensões econômica, social, ambiental e de capacitação – denominadas as dimensões ESAC, via utilização de fundamentos de metodologia multicritério de apoio à decisão, sem a perda de elementos determinantes de cada dimensão.

A formulação desse *Software* foi realizada baseando-se nos programas tecnológicos: produção de mudas certificadas de citros e o programa de variedades de cana de açúcar, ambos do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC).

Um dos resultados que mais chamou a atenção de pesquisadores envolvidos nestes estudos foi o *feedback* dos impactos provocados pela introdução das novas tecnologias e a partir deste a possibilidade de orientar os programas de pesquisa e munir o poder público (gestores e *policy makers*) com informações importantes para a tomada de decisão frente aos elementos estratégicos das dimensões ESAC.

A ampliação do escopo desta metodologia foi realizada testando-a e refinando-a partindo de outro setor da economia – o de saneamento. Esse *Software* foi empregado na avaliação do “Programa de Pesquisa em Saneamento Básico”

(PROSAB), cujos focos são as áreas de água, esgoto, lixo e iodo (FURTADO et. al., 2005).

4.9.2 Estrutura do *Software Impactos*

A estrutura de impactos, segundo Furtado e Salles-Filho (2003), é uma base formal que funciona como uma rede cognitiva a indicar sobre quais aspectos deve-se examinar a extensão dos efeitos de uma nova tecnologia ou programa tecnológico. A estrutura organiza os elementos que permitem a interpretação e o cálculo dos impactos.

Desta maneira, as dimensões do *Software Impactos* são “recortes” da realidade descritos por meio de uma estrutura hierárquica de componentes (a estrutura de impactos) que constitui o elemento organizador e mediador das informações e juízos necessários para a avaliação de impactos. Cada dimensão é subdividida em uma estrutura própria. A ligação com os aspectos da realidade a que se refere depende do contexto de avaliação, de acordo com os objetivos da avaliação. A construção de uma estrutura de impactos está condicionada à existência de referenciais conceituais e teóricos que permitam identificar elementos constituintes que tenham aderência ao contexto de avaliação, satisfaçam os axiomas de funcionalidade (definem as propriedades matemáticas básicas da estrutura de impactos) para a estrutura de impactos e explicitem as causalidades, correlações ou contingenciamentos existentes entre tais elementos, de modo que se possam definir fórmulas adequadas para a agregação posterior das medidas de impacto obtidas.

As propriedades formais da estrutura de impactos são similares às propriedades das hierarquias de atributos dos métodos multiatributos de decisão. Para sua construção, realiza-se a decomposição dos impactos obedecendo a uma morfologia hierárquica a exemplo dos métodos de utilidade multiatributos. Muda, entretanto, o significado atribuído a seus elementos. As principais diferenças entre as duas situações ocorrem na maneira de executar e interpretar os resultados das metodologias, já que os significados associados à base formal são distintos.

Para a construção das estruturas de atributos da avaliação, o processo consiste no detalhamento das diferentes dimensões iniciais, via decomposição de seus atributos mais gerais em componentes relevantes para o contexto de avaliação. No caso da avaliação de impactos, a partir de cada dimensão **D** admite-se que ela

possa ser analisada em um conjunto de n impactos mais detalhados $I_{D1}, I_{D2}, \dots, I_{Dn}$, que se supõe como um conjunto de componentes capazes de substituir o impacto I_D . Por sua vez, cada i -ésimo elemento I_{Di} pode ser novamente descrito em n elementos $I_{Di1}, I_{Di2}, \dots, I_{Din}$ e assim por diante até um limite finito de modo que se forme toda a hierarquia ramificada da estrutura de avaliação. O nível mais desagregado da hierarquia corresponde a seus componentes básicos, identificados, no caso, com impactos a serem mensurados no campo por meio de variáveis apropriadas. A profundidade da desagregação não é pré-definida nem precisa ser a mesma em diferentes ramos da hierarquia. Uma representação geral de uma estrutura de avaliação que decorre desse procedimento pode ser vista na Figura 3. Os índices mostrados em cada elemento permitem reconstruir o caminho de filiação de cada componente em relação à noção de impacto total I_D (FURTADO et. al., 2005; ZACKIEWICZ, 2005).

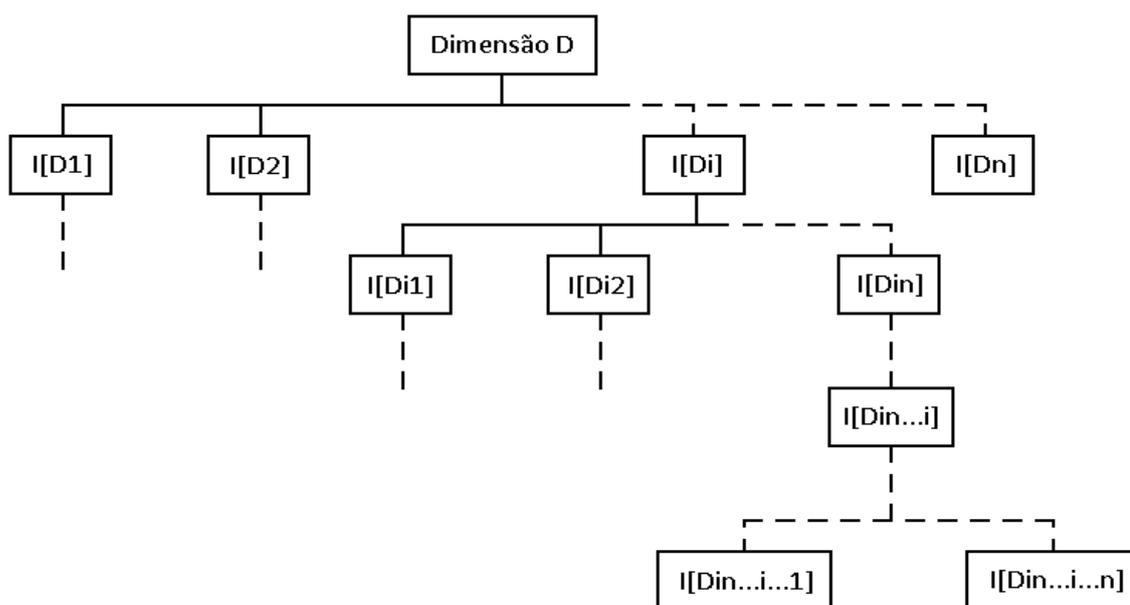


Figura 3 - Esquema geral de uma estrutura para avaliar os impactos.
(ZACKIEWICZ, M, 2005).

Numa estrutura de avaliação de impactos, cada elemento está associado a um determinado aspecto da realidade e possibilita uma interpretação do impacto correspondente a seu respectivo nível de detalhamento.

Uma notação genérica é mostrada a seguir. O nível na hierarquia de impactos (profundidade da desagregação) corresponde à quantidade de índices grafada.

I_{tD} : impacto do programa de pesquisa ou tecnologia t sob o ponto de vista da dimensão D (nível 1);

I_{tDi} : componente do impacto I_{tD} (nível 2);

I_{tDii} : componente do impacto I_{tDi} (nível 3);

...

$I_{tDi...i}$: impacto a ser medido (último nível da hierarquia).

4.9.2.1 A MEDIDA DE IMPACTO (I)

Segundo Furtado e Salles-Filho (2003), para realizar a avaliação dos impactos foi utilizado a estrutura de impactos do *Software Impactos*. Para tanto, a cada indicador da estrutura de impactos associa-se: (I) Índice de Impacto-PGM é a medida de impacto, (x) a variação observada no componente básico (componentes de último nível), ou seja, as opções de respostas para a pergunta que avalia o impacto da inovação (nesse caso a PGM) e (α) a participação da pesquisa/tecnologia no efeito observado, ou seja, a fração da medida de impacto que pode ser atribuída efetivamente à pesquisa/tecnologia.

A variável I é definida sobre o intervalo contínuo dos números reais $[-1,1]$ de modo que para cada medida de impacto a escala significa:

$I = 1 \rightarrow$ máximo impacto positivo (desejável);

$I = -1 \rightarrow$ máximo impacto negativo (indesejável);

$I = 0 \rightarrow$ inexistência de impacto.

Com vistas a compilação dos resultados no *Software Impactos* este possui funções matemáticas descritas em Furtado et. al. (2005) e Zackiewicz (2005). A equação (1) define o valor do impacto (I) é:

$$I_t = \sum_{i=1}^{D_n} K_{Di} \dots \left(\sum_{i=1}^{D_{n...n}} K_{Di...i} \cdot \phi_{Di...i}(x_{tDi...i}) \right) \quad (1)$$

Onde: I_t = impacto do programa de pesquisa ou tecnologia (t); D = dimensão; k = pesos que são atribuídos pelos especialistas na avaliação, ou seja, é uma constante que define a importância relativa dos impactos na PGM analisada (equação 3); n = número de componentes da estrutura de impactos; x = a variação observada no componente básico e ϕ e ρ = constantes que correspondem diretamente aos valores atribuídos na estrutura de avaliação (equação 2).

$$\phi(x) \cdot \rho(\alpha) = I \quad (2)$$

Onde: ϕ e ρ = constantes que correspondem diretamente aos valores atribuídos na estrutura de avaliação. Com $\rho(\alpha)$ variando de 0 a 1, quando $\rho(\alpha)=0$ significa que a variação x observada no componente de impacto não pode ser atribuída à tecnologia avaliada, já quando $\rho(\alpha)=1$ significa que a variação x observada no componente de impacto é plenamente aceitável e quando $0<\rho(\alpha)<1$ significa que ocorre certo grau de incerteza na atribuição devido à relação apenas parcial entre a introdução da tecnologia e a variação x observada.

Já a constante k é definida dentro do intervalo contínuo $[0,1]$, tal que para cada ramo da estrutura de impactos com n componentes:

$$\sum_{i=1}^n \kappa_i = 1 \quad (3)$$

As transformações de x e α na medida de impacto I , que varia de -1 a 1, é realizada por meio de funções matemáticas descrita na equação 1.

Já a coesão das respostas (Z) consiste na análise da distribuição das frequências das avaliações dos indicadores pode ser definida pela equação 4:

$$Z = \frac{\sum_{i=1}^n c(x_i)}{n} \quad (4)$$

Onde Z = coesão das respostas, n = número de componentes da estrutura de impactos, x = a variação observada no componente (pergunta que define o valor de impacto da PGM para determinado aspecto) e c = coesão.

Outro resultado apresentado pelo *Software* é Aderência da Estrutura de Avaliação (A) que verifica a adequação da estrutura de impacto para a inovação analisada e pode ser definida pela equação 5.

$$A = 1 - \frac{|NA|}{|x|} \quad (5)$$

Onde A = Aderência da Estrutura de Avaliação; $|NA|$ = contagem total da categoria "não se aplica" obtida da soma de todas as vezes que não foi possível obter medidas para os componentes da estrutura de avaliação numa dada avaliação e $|x|$ = número total de respostas (x) para todos os componentes da estrutura.

5 MATERIAL E MÉTODOS

Com vistas a fomentar a interação entre os atores e o levantamento de informações relevantes para elaboração e consolidação da estrutura de impactos com componentes e indicadores referenciados e validados foi organizada a 1ª consulta aos especialistas por meio de um questionário disponível para preenchimento *on-line*, o convite com as instruções para o preenchimento foi enviado por e-mail de acordo com a metodologia Delphi. A convergência destes dados seria realizada na etapa seguinte por meio de um *workshop* (rodada presencial de consulta aos especialistas) e para finalizar e revisar a metodologia formulada com o apoio dos especialistas: uma consulta *on-line* por tempo determinado com acesso restrito. Entretanto como obtivemos uma elevada abstenção de retorno dos questionários da 1ª rodada de consulta aos especialistas (78,23%) superior ao relatada na literatura (30 a 50%), a metodologia proposta originalmente para consulta aos especialistas foi reformulada.

Uma nova etapa foi inserida no projeto para substituir o *workshop* e a consulta *on-line*: foram realizadas **entrevistas presenciais**, para garantir a coleta de informações de maneira rápida e eficiente já que foram utilizados questionários contendo os indicadores mais representativos para a avaliação dos impactos das PGMs, levantados *a priori* na literatura e nos questionários da primeira rodada de consulta aos especialistas. Portanto, através dos dados obtidos nas entrevistas presenciais obtemos informações suficientes para a finalização do método “**Impactos – PGM**” com a adequação do *Software Impactos*.

Com esta finalidade a metodologia para a construção do método proposto consistiu em cinco etapas detalhadas a seguir:

5.1 Levantamento dos indicadores por meio da consulta aos relatórios dos painéis de especialistas internacionais

A definição dos indicadores de impactos foi feita com base no levantamento do estado da arte. Foram levantadas informações sobre as características dos cultivos dos transgênicos, histórico do desenvolvimento e da comercialização, limitações da tecnologia, cenário atual nacional e internacional em relação às pesquisas, aos

plantios e à comercialização. Além das metodologias de avaliações de impactos ambientais já realizadas, foram investigadas questões relativas à segurança alimentar, ao desenvolvimento de tecnologias para uma agricultura transgênica mais segura para o meio ambiente e para a saúde.

O levantamento dos indicadores de impactos das PGMs foi realizado através da consulta a documentos e/ou artigos como os relatórios de dois painéis de especialistas internacionais, pois estes abordam as principais preocupações relacionadas à segurança das PGMs para as dimensões alimentar e ambiental:

- *European Food Safety Authority (EFSA)*: a Autoridade Europeia de Segurança Alimentar é uma agência independente financiada pelo orçamento da União Europeia (UE) com funcionamento independente da Comissão Europeia, do Parlamento Europeu e dos Estados-Membros da UE. Ela foi criada em janeiro de 2002 devido a uma sequência de crises alimentares ocorridas no final dos anos 1990 e é parte de um programa global para melhorar a segurança alimentar da União Europeia, assegurar um elevado nível de proteção dos consumidores e restaurar e manter a confiança no abastecimento alimentar da UE. O papel da EFSA consiste em avaliar e comunicar para todos os interessados e/ou ao público em geral, os riscos associados à segurança alimentar: adoção e/ou revisão da legislação europeia sobre alimentos e aprovação de substâncias, tais como pesticidas e aditivos alimentares. Para tanto, ela presta aconselhamentos científicos aos gestores de risco sobre os riscos existentes e emergentes das avaliações realizadas. Uma grande parte do trabalho da EFSA é realizada em resposta a pedidos específicos de aconselhamento científico (EFSA, 2009)

- *National Academy of Sciences (NAS)*: A Academia Nacional de Ciências é uma corporação nos Estados Unidos, sediada em Washington, cujos membros têm o papel de informar ao público em geral sobre pesquisas e avaliações em: ciência, engenharia e medicina. Essa academia foi criada em 3 de março de 1863 pelo Presidente Abraham Lincoln devido à necessidade de se criar uma sociedade científica nacional. Nesta ocasião o Presidente nomeou 50 membros titulares, o título de membro da NAS é vitalício, os membros novos são escolhidos pelos que já são membros. Além disso, a NAS faz parte do *International Council for Science (ICSU)* e do *United States National Academies (NAS, 2009)*.

Foram utilizados os relatórios internacionais da EFSA de 2006: “*guidelines*” resultantes do painel de especialistas sobre avaliação de risco de plantas e

alimentos derivados de OGMs (EFSA, 2006) e da NAS de 2002: relata sobre o alcance e adequação da regulamentação dos efeitos ambientais das PGMs (NAS, 2002).

Destes relatórios foram selecionados os potenciais indicadores de impactos ambientais e alimentares das PGMs que foram utilizados na elaboração do questionário *on-line* para consulta aos especialistas de acordo com a técnica Delphi, utilizado na 1ª rodada de consulta (*on-line*) e na 2ª rodada de consulta (presencial).

A explanação das metodologias descritas no item 4.8 (Consulta aos especialistas como forma de validação) nos permitiu concluir que a melhor metodologia a ser aplicada nesse trabalho é: o método Delphi (Métodos “ad hoc”). A escolha da metodologia Delphi foi feita em confronto com outras técnicas de previsão em função das características do estudo, tais como inexistência de dados históricos, a necessidade de abordagem interdisciplinar e as perspectivas de mudanças estruturais no setor. Esta técnica também foi escolhida devido ao foco da análise ser em uma área de alta complexidade como é o caso da Biotecnologia/Transgenia, na qual as tendências do passado recente não oferecem um referencial adequado para ações que se darão em um ambiente futuro em transformação. A metodologia escolhida está descrita mais detalhadamente no item 4.8.7.1 (Método Delphi de consulta aos especialistas).

5.2 Definição do painel de especialistas para a 1ª rodada de consulta: questionário on-line de acordo com a técnica Delphi

O levantamento dos nomes dos especialistas que foram consultados na 1ª rodada de consulta foi feito de modo criterioso, a partir da análise das informações curriculares disponíveis para acesso *on-line* na Plataforma Lattes do Conselho Nacional do Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), do acompanhamento da área de atuação dos pesquisadores do meio acadêmico ou privado através das suas publicações e projetos, sendo todos eles profissionais atuantes nas áreas afins da biossegurança e transgenia (Anexo A).

Especial cuidado foi tomado para garantir a expressão de colaboradores nas áreas: alimentar, ambiental, agrônômica, genética/biologia molecular, e regulamentadores da área de biossegurança. Foi garantida a representatividade das

universidades, instituições de pesquisas e também das empresas privadas atuantes nos setores do *agribusiness*. Toda esta seleção teve como objetivo o levantamento das informações técnicas acerca dos processos que envolvem as plantas transgênicas, bem como, a 1ª etapa de validação dos indicadores de impactos das PGMs nas dimensões ambiental e alimentar, que foram levantadas a partir da consulta à literatura especializada. Portanto, foi a partir desta consulta aos especialistas que os indicadores começaram a ser refinados.

5.3 1ª Rodada de consulta aos especialistas: questionário on-line de acordo com a técnica Delphi

5.3.1 Elaboração do questionário aplicado na 1ª rodada (remota) de consulta aos especialistas

Além do levantamento dos dados da literatura, os dados preliminares dos indicadores foram coletados por meio dos questionários para consulta aos especialistas. O questionário foi formulado e aplicado na 1ª rodada de consulta aos especialistas de acordo com a técnica Delphi respeitando os requisitos de garantia de anonimato e não realização de reunião física (ESTES e KUESPERT, 1976).

Com o objetivo de avaliar a eficácia do questionário antes do envio por e-mail para os especialistas a serem consultados foi realizado um pré-teste do questionário. Para tanto o questionário foi encaminhado para quatro pesquisadores que atuam nas áreas de pesquisa mais representativas dentre o painel selecionado. Para estes, especialmente, foi solicitada uma avaliação dos questionários, suas sugestões foram incorporadas e algumas questões foram excluídas na formulação da versão final do questionário.

A 1ª rodada de consulta aos especialistas foi realizada por meio de um questionário disponibilizado *on-line* para preenchimento no site da Embrapa Meio Ambiente. Os especialistas receberam um e-mail com o convite para acessar o site e participar da pesquisa. O convite continha o *link* para o preenchimento da versão final do questionário disponível na *web*, junto com a chave de acesso restrita a cada especialista, foi enviado por e-mail aos 122 especialistas com uma breve explicação dos motivos do levantamento e instruções para o seu preenchimento e devolução. A

consulta teve início no dia 10 de abril de 2008 e os painelistas tiveram o prazo de 30 dias para responder as questões. O questionário pode ser consultado no link: <http://www.cnpma.embrapa.br/ogm> utilizando a chave de acesso: vulcanet.

Com vistas a elaborar a metodologia de avaliação de impactos das PGMs, as respostas do questionário da 1ª rodada (remota) de consulta aos especialistas foram tabuladas de acordo com a análise de seleção estatística sugerida por Harrison (1998) que emprega o agrupamento dos dados por afinidades permitindo agrupar questões semelhantes para melhor identificarmos os critérios propostos pelos especialistas para a definição dos potenciais indicadores de impacto de PGMs.

A análise das contribuições fornecidas pelos especialistas nos permitiu avançar na elaboração da metodologia proposta para a execução deste trabalho e com isto o levantamento dos resultados propriamente ditos.

5.3.1.1 CARACTERÍSTICAS DO 1º QUESTIONÁRIO DE CONSULTA - IMPACTOS PGM

Quanto à escolha do tipo de questão empregada no 1º questionário de consulta aos especialistas denominado: 'Questionário de consulta - Impactos PGM' foram utilizadas questões do tipos : escala *Likert*, questões dissertativas abertas e questões do tipo semiabertas (MARCONI e LAKATOS, 1996; MATTAR, 2001; BOYD e WETFALL, 1964) para assim conseguirmos coletar a maior quantidade de informação possível.

O questionário utilizado na 1ª consulta aos especialistas (Anexo B) apresentou questões gerais tendo em vista a estratégia do levantamento dos dados e da aplicação da metodologia como um todo. Seguem a seguir os objetivos específicos da aplicação do questionário:

- levantar e identificar com os especialistas o formato e o foco da análise a ser feita para o levantamento dos dados e estruturação do método de avaliação de impactos;
- levantar as contribuições do painel de especialistas sobre a avaliação de impacto ambiental e alimentar de PGM;
- identificar os critérios para a validação das informações apresentadas na avaliação e na estrutura do método;

- levantar os potenciais indicadores a serem apresentados nas entrevistas presenciais para validação e posterior inserção desses no Método Impactos-PGM.

As principais preocupações que nortearam a elaboração do questionário da 1ª rodada de consulta aos especialistas:

- a) garantir a acuidade dos dados das PGM;
- b) permitir a correção na estratégia de formulação da metodologia;
- c) dar credibilidade aos resultados do trabalho;
- d) validar os indicadores de impactos de PGMs levantados a partir da literatura especializada.

Dessa maneira, as questões formuladas podem ser agrupadas dentro de quatro esferas:

- a) relatos dos impactos gerais/efeitos adversos das PGMs do ponto de vista alimentar e ambiental;
- b) percepção das tendências de ampliação dos cultivos dos transgênicos, da legislação e da tramitação dos processos na CTNBio;
- c) procedimentos de rastreabilidade, inspeção e monitoramento ambiental;
- d) importância e sugestão de desenvolvimento ou formulação de um método de avaliação de impactos de plantas transgênicas.

5.3.1.2 ESTRUTURA DO 1º QUESTIONÁRIO DE CONSULTA - IMPACTOS PGM

Para a construção do questionário disponibilizado na web o banco de dados foi modelado utilizando Linguagem de Consulta Estruturada ou SQL, linguagem de pesquisa declarativa para banco de dados relacional. O Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados utilizado foi o MySQL, que se baseia no padrão SQL. Para modelar as tabelas e campos foi utilizado o MySQL-Front, programa gratuito para gerenciamento do banco de dados. Este possui uma interface e oferece ao usuário um gerenciamento de banco de dados mais fácil, prático e rápido. Além disso, possui recursos que agilizam a integração do banco de dados (chamado MySQL) com a linguagem de programação usada para alimentar o banco de dados e criar a interface com o usuário (chamada PHP). A linguagem PHP é livre e muito utilizada para gerar conteúdo dinâmico na *World Wide Web*. O questionário foi elaborado

utilizando HTML gerado dinamicamente por PHP. Por fim, através do MySQL Front exportaram-se os dados para posterior tabulação e análises (THOMPSON, 2003).

Este tipo de construção foi escolhido por apresentar uma melhor apresentação, maior credibilidade já que o questionário foi hospedado no *site* institucional, possibilitar o preenchimento e salvamento periódico dos dados, encaminhar o lembrete de término do prazo do preenchimento do questionário e facilitar a tabulação dos dados de forma automatizada.

Os resultados obtidos nessa etapa foram utilizados para formular a metodologia para avaliar os impactos, caso a caso, das plantas geneticamente modificadas nas **dimensões ambiental e alimentar**. Entretanto, foi criada uma terceira dimensão denominada “**Segurança da construção gênica e da PGM**”, pois foram identificados indicadores que se encaixavam em uma área diferente embora sejam relacionados de algum modo com estas duas dimensões. Deste modo, o Método Impactos-PGM será composto por três dimensões: **ambiental, alimentar e segurança da construção gênica e da PGM**.

5.4 Segunda rodada de consulta aos especialistas: entrevistas presenciais – preenchimento de questionários padrão

Após a tabulação e análise das respostas do 1º Questionário formato Delphi, foram realizadas as **entrevistas presenciais**, para garantir a coleta de informações de maneira rápida e eficiente já que foram utilizados questionários padrão contendo os indicadores mais representativos para a avaliação dos impactos ambientais e alimentares das PGMs, levantados *a priori* na literatura e nos questionários da primeira rodada de consulta aos especialistas.

A finalidade das entrevistas presenciais e das etapas anteriores é possibilitar a formulação de um método de avaliação de impactos coerente e inclusivo para as diversas características de plantas transgênicas desenvolvidas ou em desenvolvimento.

Os especialistas escolhidos para essa etapa da pesquisa foram selecionados segundo alguns critérios:

- distância por ser uma entrevista presencial e devido à limitação de recursos financeiros;
- áreas de atuação dos especialistas.

A lista completa dos especialistas entrevistados pode ser consultada no Anexo G. Para tanto foram elaborados quatro tipos de questionários: alimentar (Anexo C), ambiental (Anexo D), genética/biologia molecular (Anexo E) e agrônômica (Anexo F) para assim enquadrarmos os diversos tipos de especialistas da área de biossegurança e melhorar a qualidade da consulta e da informação levantada. Na maior parte das entrevistas, os especialistas responderam a dois ou três tipos questionários, os quais estavam mais próximos de sua área de atuação. A princípio foi explicado o propósito do estudo em termos gerais e especificamente o da entrevista: consolidação dos indicadores ambientais e alimentares mais representativos para a avaliação dos impactos das PGMs. Foi solicitado a cada especialista entrevistado que preenchesse o Anexo H autorizando a entrevista e a divulgação dos resultados da pesquisa.

Para a pesquisa em questão foram escolhidas as metodologias de entrevista: diretiva e padronizada possibilitando um melhor aproveitamento de cada metodologia nas entrevistas presenciais, pois a diretiva possibilitou uma melhor organização das perguntas e o método padronizado permitiu um melhor aproveitamento utilizando o conhecimento científico do especialista, o qual muitas vezes, desencadeou a formulação de perguntas específicas na área do entrevistado. As questões foram tabuladas de acordo Harrison (1998): agrupamento dos dados por afinidades possibilitando agrupar indicadores com porcentagens similares na mesma categoria, ou seja, indicadores relevantes ou relevantes intermediários dependendo do caso foram considerados relevantes quando a porcentagem encontrada para essa categoria foi superior a 50% e irrelevante quando a porcentagem encontrada para essa categoria (irrelevante) foi superior a 50%.

5.5 Adequação do Software Impactos

A etapa final do trabalho foi a adequação do *Software Impactos* com os dados obtidos nas etapas anteriores para consolidarmos a **Metodologia Impactos-PGM**. Portanto, o desenvolvimento do método e sua validação foram baseados em três etapas:

- consulta a literatura para o levantamento dos indicadores de impacto;
- consulta aos especialistas (validação dos indicadores);
- complementação da estrutura de impactos do *Software* com os dados obtidos a partir da consulta aos especialistas: indicadores (componentes), componentes dos indicadores (subcomponentes) e definição dos critérios que compõe o índice de Impacto.

5.5.1 Estrutura da Metodologia Impactos-PGM

O *Software Impactos*, de acordo com Furtado e Salles-Filho (2003); Zackiewicz, (2005), é dividido em três módulos principais: o primeiro auxilia toda a fase de construção da avaliação (estrutura de impacto, questionário e lista de convidados); o segundo refere-se à etapa de obtenção das medidas de campo (envio dos convites, geração e manutenção do questionário *on-line*); e finalmente, o terceiro: realiza o cálculo dos resultados e publica as informações relevantes para as análises desejadas.

Para tanto, o *Software Impactos* dispõe de estruturas de avaliação que são compostas pelos indicadores - chamados de componentes no *Software Impactos* - e o desmembramento dos indicadores de subcomponentes. Na estrutura de avaliação denominada 'estrutura de impactos' foram inseridos os indicadores de impacto das PGMs, levantados nas etapas anteriores. Esta possibilita a integração de todos os componentes avaliados por meio do funcionamento de funções matemáticas inerentes ao *Software Impactos* (descritos no item 4.9.2.1 A MEDIDA DE IMPACTO (I)). Essas funções do *Software Impactos* analisam os resultados das avaliações dos impactos. Na estrutura de impactos os últimos componentes ou subcomponentes encontrados são aqueles que devem ser investigados a campo como, por exemplo, no caso da dimensão de segurança da construção gênica e da PGM, há o

componente tipo de polinização que possui como subcomponente autofecundação ou polinização cruzada sendo esse último o parâmetro a ser avaliado por meio da atribuição de pesos analisados por meio de questões.

A atribuição do peso será realizada pelo especialista que utilizar o Método Impactos - PGM, pois esse tem conhecimento da avaliação da PGM em questão permitindo a hierarquização dos parâmetros analisados. Para tanto, a soma dos pesos de cada conjunto de subcomponentes deve ser 1. Na ausência de subcomponentes é atribuído peso 1 ao componente, pois esse componente não possui subcomponentes para serem avaliados, portanto é ele que deve ser avaliado.

Deste modo, com a atribuição de pesos aos componentes e/ou subcomponentes o *Software* Impactos calcula o valor de Impacto (I). Quando $I = 1$, o impacto é desejável, ou seja, é o máximo impacto positivo. O impacto será indesejável quando $I = -1$, ou seja, é o máximo impacto negativo. Já no caso da inexistência de impacto o $I = 0$.

Um dos resultados fornecidos pelo *Software* é o grau de coesão que varia de 0 a 1. O valor da coesão será forte, entre 0,75 e 1,00 quando a distribuição das frequências das avaliações dos indicadores for semelhante. A coesão será considerada fraca quando a distribuição das frequências das avaliações dos indicadores não apresentam nenhuma tendência entre 0 e 0,75 (ZACKIEWICZ, 2005).

Outro resultado fornecido pelo *Software* Impacto é a aderência da estrutura de avaliação (A) que mede o quanto seus componentes básicos (x) foram adequados para captar impactos em um dado contexto de avaliação. A é definido sobre o intervalo de [0,1]. Quando $A = 0$ não há nenhuma aderência e quando $A = 1$ há aderência total.

5.5.2 Formulação do Índice de Impactos-PGM (I)

O critério para o cálculo e para a formulação do Índice de Impacto (I) que será gerado no final da avaliação pelo *software*/método Impactos-PGM foi elaborado anteriormente por Zackiewicz, (2005) e Furtado e Salles-Filho (2003) quando da proposição do *Software* Impactos. Portanto, todas as fórmulas e cálculos que levaram a formulação do índice de impacto (I) não são frutos deste trabalho e por

isso não foram apresentados no tópico da metodologia, e sim, no item da introdução (4.9.2.1).

Estes cálculos são automaticamente processados para o usuário do método/*software* Impactos-PGM pelo *Software* gerando o índice de impacto (I) que é calculado em função da ponderação ou atribuição dos pesos dos indicadores ou componentes dos indicadores.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1 Levantamento dos indicadores por meio da consulta aos relatórios dos painéis de especialistas internacionais

A análise da literatura especializada e dos relatórios dos painéis de especialistas internacionais, nos quais as informações dos impactos de PGMs estão organizados diferente do que ocorre no Brasil, permite identificar os indicadores. Estes indicadores, organizados no formato de questões, foram apresentados e validados por especialistas para garantir que sejam representativos da realidade da biossegurança nacional.

No questionário *on-line*, cujo objetivo era a definição de critérios para a avaliação de indicadores de impacto de PGMs nas dimensões alimentar e ambiental, foram elaboradas quatorze questões: uma questão de abertura para o conhecimento da área de atuação do especialista e treze questões para identificação dos potenciais indicadores de impactos. Nesse questionário foi possível apurarmos as principais preocupações, perigos e sugestões que os especialistas apontaram como importante para a definição dos indicadores. Os principais itens abordados no questionário *on-line* estão descritos a seguir:

- ampliação no desenvolvimento de produtos geneticamente modificados (GMs) no Brasil;
- efeitos adversos causados pelas plantas geneticamente modificadas (PGMs) e/ou seus derivados;
- diretrizes mínimas para a elaboração do plano de monitoramento pós-liberação comercial (Resolução N° 05 da CTNBio de dezembro/2007);
- informações para fins de facilitar o controle e a inspeção após a comercialização que permitam identificar e detectar os organismos geneticamente modificados (OGMs);
- processo de avaliação dos riscos ambientais de PGMs preconizado pela Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio);
- fluxo gênico de alguma planta GM para convencional;
- informações adicionais importantes sobre os impactos das PGMs;

- tipos de avaliação mais eficientes para a avaliação da segurança dos transgênicos;
- principais preocupações e características que devem possuir uma metodologia para a avaliação de impactos de PGMs.

Com base na literatura especializada inserimos mais uma dimensão no **Método Impactos-PGM** além das duas já propostas inicialmente: Ambiental e Alimentar. Essa nova dimensão (Segurança da construção gênica e da PGM) foi criada para inserirmos os indicadores que não se encaixaram em nenhuma das dimensões anteriores.

6.2 Definição do painel de especialistas para a 1ª rodada de consulta: questionário on-line de acordo com a técnica Delphi

Após criteriosa análise da área de atuação de pesquisadores de instituições de ensino e pesquisa e de profissionais de empresas privadas atuantes nas áreas afins da biossegurança e transgenia foi elaborado o painel de especialistas com 122 nomes (Anexo A).

Especial cuidado foi tomado para garantir igual expressão dos colaboradores da área saúde/nutrição, ambiental, regulamentação, genética/biologia molecular. Esta seleção foi realizada por meio da análise da produção científica e da área de atuação dos especialistas. Foi garantida a representatividade das universidades, instituições de pesquisas e também das empresas privadas atuantes nos setores do *agribusiness*. Toda esta seleção teve como objetivo o levantamento das informações técnicas acerca dos processos que envolvem as plantas transgênicas. A distribuição dos especialistas que responderam ao questionário pode ser averiguada nas Figuras 4 e 5 a seguir:

Dessa maneira, os possíveis membros a serem contatados nesta fase da avaliação obedeceram à seguinte proporção:

Área ambiental: 17 especialistas

Área alimentar: 18 especialistas

Área agrônômica: 25 especialistas

Área de genética/biologia molecular: 33 especialistas

Área de regulamentação: 29 especialistas

Distribuição dos especialistas consultados na 1ª rodada de consulta on-line por áreas de atuação

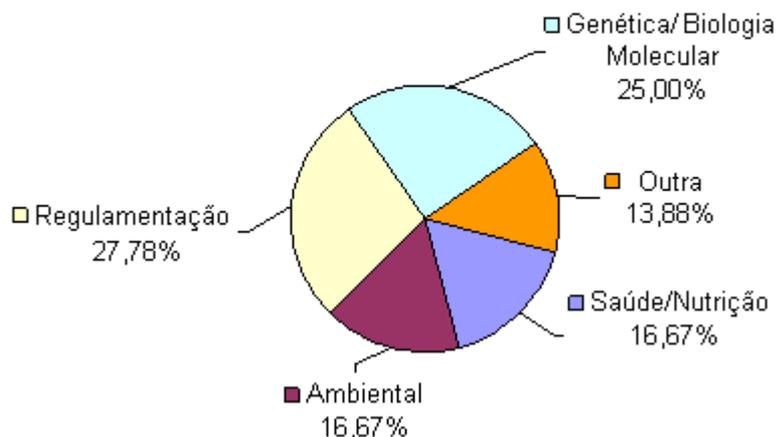


Figura 4 - Distribuição dos especialistas de acordo com as áreas de atuação.

Perfil dos Respondentes

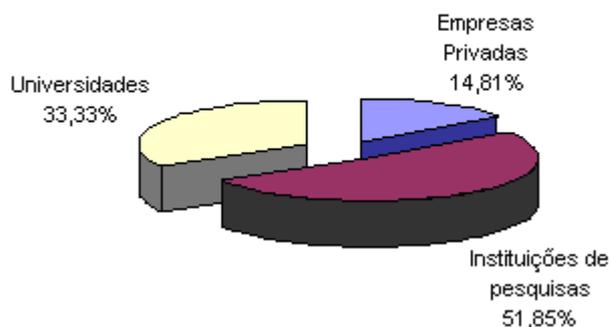


Figura 5 - Perfil dos especialistas respondentes do questionário.

6.3 Primeira rodada de consulta aos especialistas: questionário on-line formato Delphi

Com o objetivo de fazer um primeiro levantamento dos dados e a partir deste, proporcionar a convergência das respostas representando uma consolidação do julgamento intuitivo do grupo de especialistas das áreas correlatas da Biotecnologia foi elaborado um questionário respeitando as recomendações segundo a metodologia Delphi. O questionário foi cuidadosamente elaborado: para cada questão foi apresentada uma síntese das principais informações conhecidas sobre

aquele evento, e ocasionalmente, extrapolações para o futuro, de maneira a igualar e facilitar o raciocínio orientado para o futuro. A elaboração das questões propriamente ditas, segundo Wright e Giovinazzo (2000), foi realizada para levantar informações que nos possibilitaram elucidar questões relevantes quanto aos impactos ambientais e alimentares da tecnologia da transgenia e da utilização ou destinação dos seus produtos.

6.3.1 Questionário aplicado na 1ª rodada (remota) de consulta aos especialistas

A partir dos dados obtidos da literatura inclusive do levantamento dos indicadores por meio dos relatórios dos painéis de especialistas internacionais obtivemos a elaboração do questionário utilizado na 1ª rodada de consulta aos especialistas de acordo com a metodologia Delphi (Anexo B). Na figura 6 a seguir podemos verificar a Interface da página na *web* do 1º questionário de consulta - Impactos PGM.

1º Questionário - Projeto "Impactos-PGM"

Administrador,

O(A) Senhor(a) está recebendo o questionário da 1ª rodada da consulta aos especialistas, a ser respondido individualmente com informações apoiadas por justificativas.

Este questionário visa à obtenção de informações que nos possibilitarão elucidar questões relevantes quanto aos impactos ambientais e alimentares da tecnologia da transgênia e da utilização ou destinação dos seus produtos. O questionário faz parte do projeto de mestrado da aluna Simone Marchini Naves Cremonesi (bolsista FAPESP), sob a orientação da pesquisadora da Embrapa Meio Ambiente Dra Kátia Regina Evaristo de Jesus-Hiltzshky, desenvolvido no Programa de Pós Graduação em Biotecnologia da Universidade de São Paulo (USP – Instituto Butantan – IPT), em parceria com a Embrapa Meio Ambiente. Os resultados serão utilizados para formular uma metodologia para avaliar os impactos, caso a caso, das plantas geneticamente modificadas nas **Dimensões Ambiental e Alimentar**.

Esta proposta metodológica tem por objetivo minimizar as incertezas geradas pelo descontentamento da sociedade quanto ao tema, a partir do momento que as informações sobre os impactos dessa tecnologia estiverem disponíveis. O questionário prevê a consulta aos especialistas (Método Delphi) com o objetivo de fazer o primeiro levantamento dos dados e a partir deste, proporcionar a convergência das respostas representando uma consolidação do julgamento intuitivo do grupo de especialistas das áreas correlatas da Biotecnologia. O anonimato dos respondentes e o *feedback* das respostas do grupo são partes inerentes do método.

As informações fornecidas servirão unicamente para o projeto acima referido.

Para o correto preenchimento do questionário, siga as instruções fornecidas nas questões. Ao clicar em **Salvar Questionário**, as questões respondidas são armazenadas. O questionário poderá ser acessado e alterado quantas vezes forem necessárias.

Agradecemos antecipadamente a sua colaboração. Informações adicionais podem ser obtidas com Simone, tel. (19) 3867-8741 ou e-mail: simone@cpnma.embrapa.br.

Obs.: Favor retornar os questionários respondidos até 10 de maio de 2008.

Assinale a área na qual trabalha atualmente

Saúde/Nutrição

Ambiental

Regulamentação

Genética/Biologia Molecular

Outra Caso tenha assinalado essa opção especificar:

1. O (A) Senhor(a) acredita que haverá ampliação no desenvolvimento de produtos geneticamente modificados (GMs) no Brasil? Em caso afirmativo aponte quais as novas características com grande potencial de desenvolvimento. (1, Concordo pouco; 5, Concordo completamente).

Concordo pouco 1 2 3 4 5 Concordo completamente

Novas características com grande potencial de desenvolvimento:

2. Tem conhecimento de efeitos adversos (ou não intencionais) causados pelas plantas geneticamente modificadas (PGMs) e / ou seus derivados? Em caso afirmativo solicitamos que os descreva (se possível, cite a referência do artigo ou, caso a informação ainda não tenha sido publicada, o contato do(s) pesquisador(es) que levantam (aram) o(s) dado(s) descrito(s)).

a) Fauna Flora

Saúde humana Saúde animal

Alimentar: Construção genética:

b) Brasil Exterior, apontar o país:

Comentário, referência ou contato:

Figura 6 - Interface da página na web da Embrapa Meio Ambiente: questionário utilizado na 1ª rodada de consulta aos especialistas.

Dos 122 convites enviados por e-mail preenchimento do questionário *on-line* para os especialistas retornaram 27 questionários (21,77%), ou seja, o índice de abstenção foi de 78,23% bem acima do relatado na literatura para a 1ª rodada de consulta que era de 30 a 50% de abstenção segundo o método Delphi. Dentre os não respondentes, 4% justificaram a falta de tempo para responder o questionário ou porque não se achavam capacitados suficientes na área. O restante 74,23% não retornaram e não fizeram nenhum tipo de comentário. A elevada abstenção nos

permitiu concluir que os pesquisadores da área de biossegurança apresentaram-se muito dispersos em várias outras áreas e atribuições e um pouco desgastados pelas contínuas discussões acerca do tema da biossegurança.

Com o objetivo de começar a definir os critérios para a identificação dos indicadores para a avaliação dos impactos de PGMs nas dimensões: Ambiental, Alimentar e Segurança da construção gênica e da PGM a partir da percepção dos especialistas analisamos os resultados do questionário respondido pelos especialistas:

Na questão 1 foi questionado se os especialistas acreditavam na ampliação do desenvolvimento de produtos geneticamente modificados (GMs) no Brasil e em caso afirmativo que relatassem as novas características com maior potencial de desenvolvimento. Pela análise dos resultados obtidos foi verificado que 74,07% dos especialistas acreditam completamente na ampliação do desenvolvimento de produtos GMs no Brasil, outros 11,11% não concordam nem discordam. As novas características com grande potencial de desenvolvimento mais citadas foram: variedades de alimentos enriquecidos nutricionalmente e maior tolerância e/ou adaptabilidade a estresses ambientais. Dentre esses estresses podemos citar: a resistência a fatores abióticos (seca, salinidade, altas e baixas temperaturas, solos ácidos ou com alumínio tóxico) e a resistência a fatores bióticos (doenças, pragas, vírus, bactérias e fungos). A análise mais detalhada dos dados coletados pode ser verificada na Figura 7.

Ampliação do Desenvolvimento de Produtos GMs

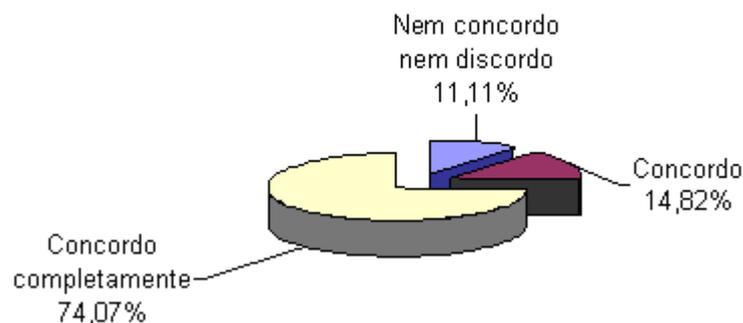


Figura 7 - Distribuição das respostas dos especialistas quanto à possibilidade de ampliação no desenvolvimento de produtos GMs.

Já na questão seguinte (questão 2) os especialistas foram questionados sobre o conhecimento de efeitos adversos causados pelas plantas geneticamente modificadas (PGMs) e/ou seus derivados e em caso afirmativo que descrevessem e citassem a referência do artigo ou, caso a informação ainda não tenha sido publicada, o contato do(s) pesquisador(es) que levantou(aram) o(s) dado(s) descrito(s). O resultado obtido foi que um grupo de especialistas (22,21%) tem conhecimento dos efeitos adversos causados pelas PGMs e/ou seus derivados, dentre eles 11,11% apontaram a flora como principal ocorrência destes efeitos, seguida pela construção genética, saúde humana e saúde animal com 3,70% cada um, os dados coletados podem ser verificados na Figura 8. Além disso, os painelistas foram questionados sobre a localização desses efeitos adversos: 11,11% dos especialistas afirmaram que esses dados foram relatados no exterior e 88,89% não assinalaram nem o Brasil e nem o exterior. A carência de estudos sobre impactos dos cultivos e consumo de OGM e/ou derivados no Brasil pode ter sido o motivo da ocorrência de efeito adverso não ter sido apontada neste país. Esse resultado pode ser observado na Figura 9.

Conhecimento dos Efeitos Adversos das PGMs e/ou Derivados

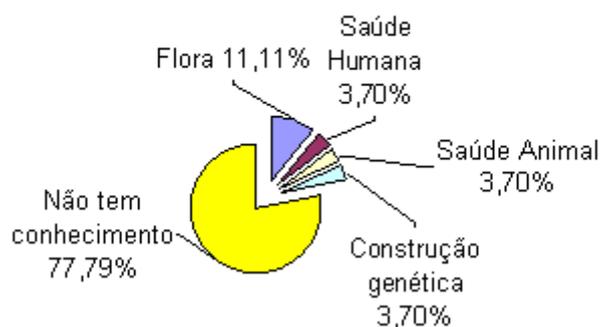


Figura 8 - Distribuição das respostas dos especialistas quanto ao conhecimento de efeitos adversos causados pelas PGMs.

Localização dos Efeitos Adversos de PGMs e/ou seus Derivados



Figura 9 - Local de ocorrência dos efeitos adversos.

Dando continuidade ao tema de efeitos adversos, elaboramos a questão 6 na qual os especialistas foram questionados sobre a verificação ou conhecimento do fluxo gênico de alguma planta GM para a convencional e em caso positivo que relatassem o caso (o tipo de cultivo, localização, etc) e a referência do artigo. Verificamos para essa questão (Figura 10) que 62,96% dos especialistas consultados negaram ter conhecimento deste fato. Dos que afirmaram ter conhecimento apontaram o milho *Bt* no México, canola transgênica na Europa e arroz na Costa Rica.

Conhecimento do fluxo gênico de alguma planta GM para a convencional

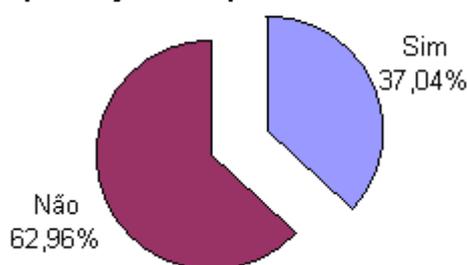


Figura 10 - Distribuição dos especialistas quanto ao conhecimento do fluxo gênico.

Quanto ao atual processo preconizado pela CTNBio para avaliações de riscos de PGMs, principalmente a partir da Resolução Normativa nº 05, foram formuladas duas questões (questões 3 e 5). A Resolução nº 05 de dezembro/2007 dispõe sobre normas para liberação comercial de organismos geneticamente modificados (OGMs) e seus derivados com requisitos para avaliação de risco. Para tanto a resolução é constituída pelos seguintes anexos com intuito de fornecer as diretrizes mínimas para liberação comercial de OGMs: anexo I (monitoramento pós-liberação comercial), anexo II (informações relativas ao OGM), anexo III (avaliação de risco à saúde humana e animal incluindo: organismos consumidos como alimento e microrganismos utilizados como vacinas), anexo IV (avaliação de risco ao meio ambiente).

A questão 3 questionava sobre o conhecimento das diretrizes mínimas para a elaboração do plano de monitoramento pós-liberação comercial (anexo I) e se essas informações fornecidas neste anexo eram suficientes para realizar a análise de risco. Em caso negativo ou caso desconhecessem a Resolução nº 5 os especialistas deveriam apontar as principais necessidades de informação para a elaboração do plano. Já na questão 5 foi perguntado como os especialistas avaliavam o atual processo preconizado pela Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio) para avaliações de riscos de PGMs.

Verificamos nas duas questões apresentadas que 18,52% e 11,11% respectivamente na questão 3 e na questão 5, desconhecem o atual processo de avaliação de riscos de PGMs disponibilizadas pela CTNBio. Com relação ao conteúdo da Resolução nº 05, 59,26% dos especialistas apontaram que essa é suficiente e 18,52% afirmou que essa é eficaz, enquanto que 22,22% e 7,41% respectivamente afirmaram que as informações são, respectivamente, insuficientes e pouco eficaz para a elaboração do plano de monitoramento pós-liberação comercial. A questão 5 por ser do tipo *Likert*, permitia que o especialista se posicionasse neutro, ou seja, não considerasse o processo nem eficaz nem ineficaz (14,81%). Maiores detalhes da distribuição dos dados colhidos na questões 3 e 5 podem ser conferidos respectivamente na Figuras 11 e 12. Os dados coletados indicam que segundo a opinião dos especialistas, o processo proposto pela CTNBio é deficiente em alguns aspectos.

Informações Constantes na Resolução Normativa N° 05 da CTNBio

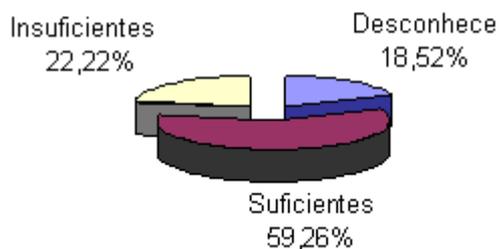


Figura 11 - Distribuição das respostas dos especialistas quanto ao conhecimento da Resolução n° 05 da CTNBio.

Avaliação do Atual processo Preconizado pela CTNBio para Avaliações de Risco

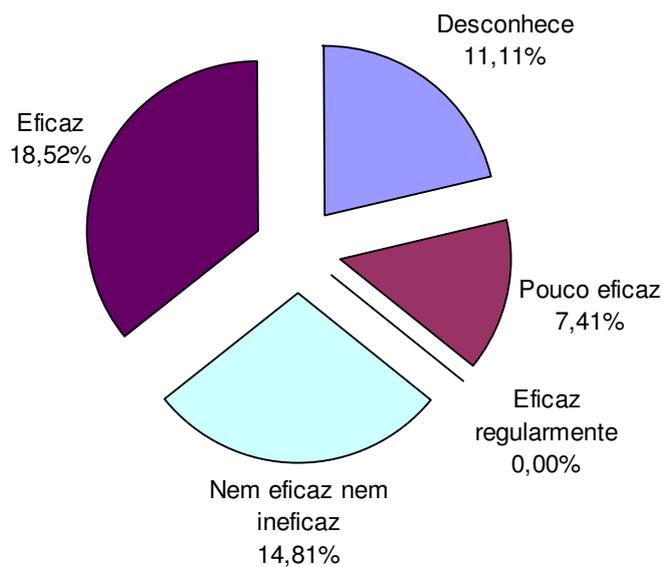


Figura 12 - Visão dos especialistas quanto à avaliação dos riscos proposta pela CTNBio.

Ainda com relação ao mesmo assunto: avaliação de risco de PGMS, a questão 4, questionava os especialistas sobre a obrigatoriedade de fornecer informações que permitam identificar e detectar os organismos geneticamente modificados (OGMs) e se essas informações requeridas eram efetivas para fins de facilitar o controle e a inspeção após a comercialização. Quanto à obrigatoriedade de fornecer informações para a detecção dos OGMs, a resposta dos especialistas foi homogênea ao longo de toda escala, como pode ser verificado na Figura 13, cerca de 50% dos respondentes apontaram como muito eficiente ou eficiente; 19,23% como pouco eficiente. Além disso, 23,08% dos respondentes apontaram que essa medida não é eficiente nem ineficiente e 7,69% como eficiente regularmente. As informações mais citadas para a ineficiência da CTNBio foram: a inexistência de uma metodologia adequada para facilitar o controle e a inspeção após a comercialização. Foi sugerida também a necessidade de maiores esclarecimentos científicos à população, mostrando os prós e contras do uso da tecnologia.

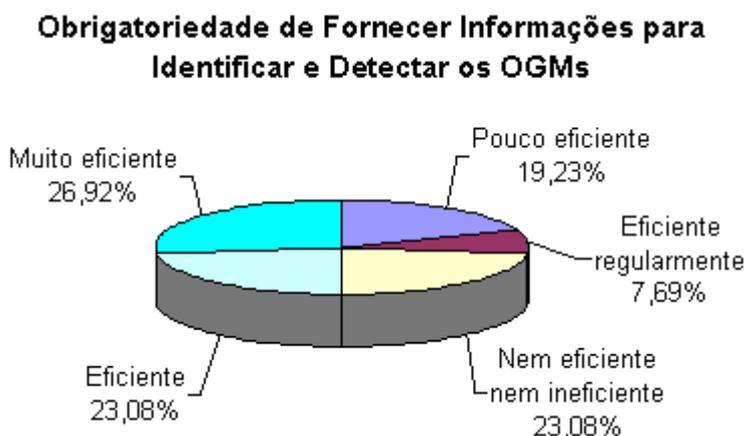


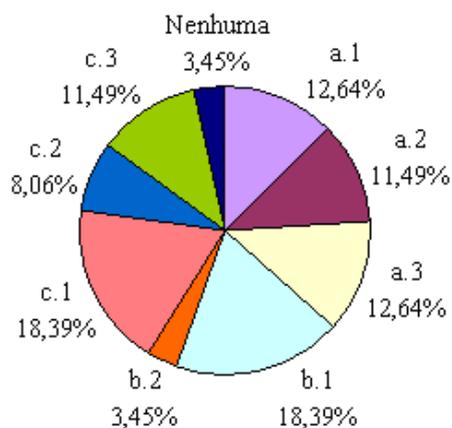
Figura 13 - Visão dos especialistas quanto à obrigatoriedade de fornecer informações que permitam identificar e detectar os OGMs.

Para averiguarmos se o questionário negligenciou algum assunto importante para o levantamento em questão, foi elaborada a questão 7 sobre informações adicionais importantes que não foram abordadas e que merecessem serem relatada sobre os impactos das PGMS. A análise qualitativa das informações fornecidas pelos especialistas relatou alguns pontos positivos do emprego das PGMS: redução do uso de agrotóxicos, resíduos de material de transgênico, consequências econômicas advindas dos cultivos de OGMs no Brasil, impacto social (principalmente para pequenos agricultores) dos cultivos de OGM no Brasil, impactos positivos para as práticas de cultivo conservacionistas e à racionalização do uso do agrotóxico

diminuindo a contaminação ambiental e dos alimentos. Foram apontadas algumas deficiências como: falta de estudos com base científica sobre PGMs no Brasil, a importância dada ao fluxo gênico das PGMs sendo que este depende do modo de reprodução da planta e não do fato desta ser transgênica, estudo nutricional por duas gerações exigida na Resolução Normativa n° 5 da CTNBio item 4 (A) do anexo III, embora não existam laboratórios que realizem este tipo de avaliação, e a necessidade de estabelecer diretrizes para o estudo da coexistência de cultivos convencionais, transgênicos e orgânicos.

Na questão 8, foram apresentadas sugestões das opções para a avaliação da segurança dos transgênicos aos especialistas dentre as quais eles tiveram que optar pelas mais eficientes. As alternativas apresentadas foram: modelo ou método para realizar a avaliação dos impactos ambiental e alimentar (a.1); *check list* para realizar a avaliação de impactos ambiental e alimentar (a.2); protocolos definidos (a.3); modelos ou métodos específicos por tecnologia (resistência a herbicida/insetos etc.) (b.1); modelos ou métodos gerais (b.2); diretrizes para o monitoramento do plantio GM (c.1); diretrizes para a contenção do plantio GM (c.2); diretrizes para a rastreabilidade do plantio GM (c.3). As opções consideradas mais eficientes foram: b.1 e c.1 com 18,39% cada um, seguido por a.1 e a.3 com 12,64% cada um e a.2 e c.3 com 11,49%, depois com 8,06% c.2, b.2 com 3,45% e por fim com 3,45% os especialistas que não assinalaram nenhuma opção. Diante dos resultados obtidos, podemos observar na Figura 14, que os especialistas apontaram que as opções mais eficientes para a avaliação da segurança dos transgênicos foram: modelos ou métodos específicos por tecnologia (resistência a herbicida/insetos etc.) e diretrizes para o monitoramento do plantio GM, demonstra a carência de uma metodologia bem embasada para avaliações de PGMs caso a caso.

Distribuição das Opções mais Eficientes para a Avaliação da Segurança dos Transgênicos



(a.1): modelo ou método para realizar a avaliação dos impactos ambiental e alimentar

(a.2): check list para realizar a avaliação de impactos ambiental e alimentar

(a.3): protocolos definidos

(b.1): modelos ou métodos específicos por tecnologia (resistência a herbicida/insetos etc.)

(b.2): modelos ou métodos gerais

(c.1): diretrizes para o monitoramento do plantio GM

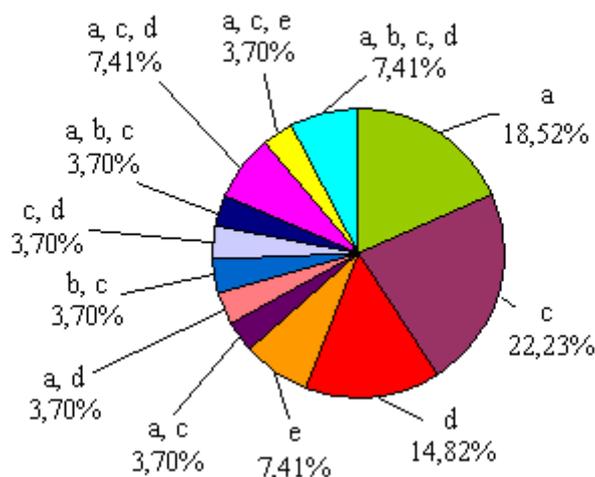
(c.2): diretrizes para a contenção do plantio GM

(c.3): diretrizes para a rastreabilidade do plantio GM

Figura 14 - Distribuição dos subitens quanto à eficiência para a avaliação da segurança dos transgênicos.

Na questão 9 foi perguntado para os especialistas quais seriam os principais requisitos para a formulação de uma metodologia, que tenha por finalidade orientar a avaliação de impactos de PGMs. Segundo os especialistas com exceção do parâmetro b (atribuição de pesos por indicador), os demais parâmetros têm o mesmo nível de importância, representando as principais preocupações para a formulação de uma metodologia. Os parâmetros apresentados como requisitos concomitantemente com seu nível de importância são discriminados a seguir e podem ser observado na Figura 15: (a) formulação dos indicadores ou parâmetros para a avaliação, (c) definição dos critérios da avaliação, (d) consenso dos especialistas e da comunidade em geral. O requisito apontado com mais importante foi definição dos critérios da avaliação, o que confirma a necessidade de parâmetros mínimos que direcionem a avaliação pretendida.

Principal Preocupação para a Formulação de uma Metodologia



- (a): formulação dos indicadores ou parâmetros para a avaliação
- (b): atribuição de pesos por indicador
- (c): definição dos critérios da avaliação**
- (d): consenso dos especialistas e da comunidade em geral
- (e): outras

Figura 15 - Distribuição das principais preocupações de uma metodologia empregada para a avaliação de impactos de PGMs.

Prosseguindo o raciocínio foi formulada a questão 10 que questionava os especialistas sobre a importância de um método que permitisse a avaliação caso a caso e que funcionasse como um norteador para a avaliação dos impactos de PGMs. Analisando o resultado, Figura 16, verificamos que 7,41% não responderam; 11,11% dos especialistas não acharam necessária uma metodologia com esta finalidade, enquanto que a maioria dos especialistas, 81,48%, afirmaram que tal metodologia seria importante, pois, assim os pedidos de liberação das PGMs seriam agilizados na Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio).

Importância de um Método Dedicado à Avaliação de Impacto de PGMs

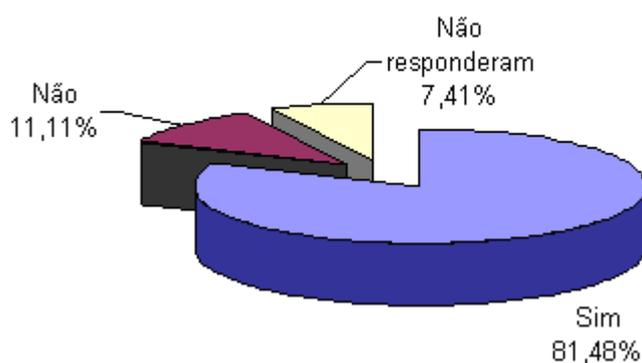


Figura 16 - Distribuição das respostas – necessidades de um método como um norteador para a avaliação dos impactos de PGMs.

Questionando ainda sobre métodos de avaliação de impacto, foi elaborada a questão 11, que perguntou aos especialistas como deveria ser um método de avaliação de impacto de PGMs. Nessa questão os especialistas destacaram que este deve permitir a análise caso a caso, que seja de simples uso, com diretrizes mínimas para direcionar a avaliação de PGMs e que contemple os impactos na sociedade e economia, tais resultados podem ser observados na Figura 17.

Como deve ser o Método de Avaliação de PGMs

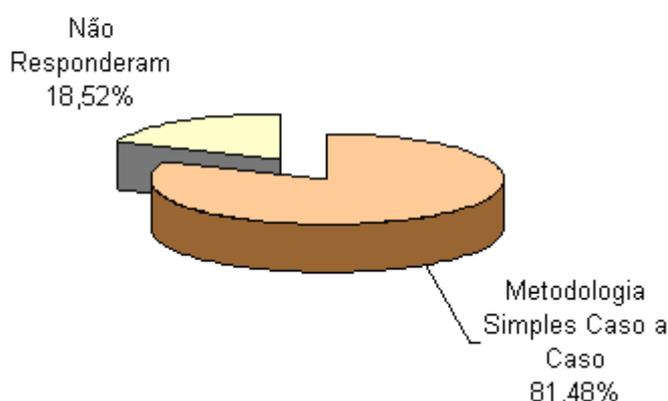


Figura 17 - Descrição de um método ideal de avaliação de PGMs.

Quando questionados sobre como deve ser realizado o levantamento de dados para a definição dos indicadores ou parâmetros para a avaliação dos impactos de PGMs (questão 12), 77,78% dos especialistas responderam que a análise deve ser caso a caso, embasada em revisão bibliográfica e na consulta a especialistas que trabalham com PGMs. Dentre estes, 9,52% responderam que as pessoas leigas deveriam ser consultadas para o levantamento das suas preocupações e receios.

Para finalizarmos o questionário, na questão 13, os especialistas foram convidados a dar sugestões de como deveria ser realizado o levantamento de dados para a atribuição dos pesos dos indicadores para a avaliação de impactos de PGMs. 77,78% dos painelistas sugeriram a coleta de informações com os especialistas da área e a revisão bibliográfica como essenciais para o processo. Devido à convergência das respostas das questões 12 e 13 apresentaremos o resultado em uma única figura (Figura 18).

Método de Levantamento dos Dados - Atribuição de Pesos aos Indicadores

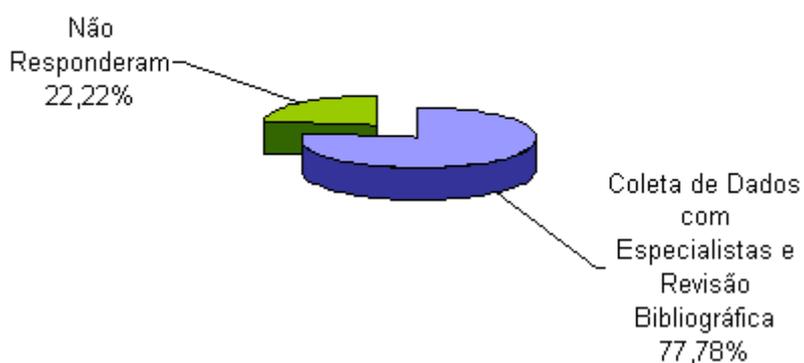


Figura 18 - Método para o levantamento dos dados para a definição dos indicadores e atribuição de pesos.

6.4 Segunda rodada de consulta aos especialistas: entrevistas presenciais – resultados do preenchimento de questionários padrão

No total foram entrevistados 26 especialistas, cada um deles respondeu pelo menos dois questionários de duas diferentes áreas totalizando 61 questionários respondidos cuja distribuição pode ser verificada na Figura 19, a seguir:

Questionários Respondidos por Áreas

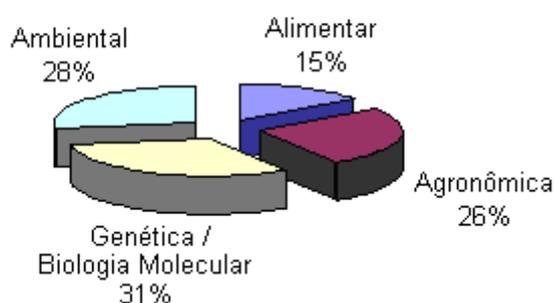


Figura 19 - Distribuição dos entrevistados por área dos questionários.

A distribuição dos questionários em quatro áreas teve por objetivo distribuir os especialistas nessas áreas evitando que os questionários não fossem longos, tornando a entrevista presencial cansativa e prejudicando a coleta dos dados.

Em cada pergunta os especialistas foram questionados sobre a relevância ou não dos indicadores que foram levantados a partir da literatura especializada, o motivo da opção escolhida, o modo de avaliação mais adequado e a escala ou pesos que os especialistas julgavam mais adequadas para a ponderação dos indicadores para a avaliação dos impactos de PGMs do estudo em questão. Os indicadores foram dispostos nas figuras em ordem decrescente de relevância e codificados por números arábicos crescentes.

Para uma melhor compreensão nas entrevistas presenciais os indicadores foram apresentados por áreas: alimentar, ambiental, genética/biologia molecular e agronômica. Estes serão apresentados por área e por ordem decrescente de relevância segundo os pareceres dos especialistas.

Para a definição da relevância dos indicadores foi utilizada a análise de seleção estatística sugerida por Harrison (1998) que emprega como critério: o agrupamento dos dados que tendem a ocorrer em conjunto. Desta maneira, se 50% ou mais dos respondentes consideraram o indicador relevante ou de relevância intermediária: o indicador foi considerado relevante e passou a integrar o **Método Impactos-PGM** para a avaliação dos impactos de PGMs nas dimensões: ambiental, alimentar ou segurança da construção gênica e da PGM, se não era descartado.

Com relação aos pesos a serem atribuídos aos indicadores os resultados verificados foram: 30% dos especialistas apontaram como escala mais adequada a de (0,10), 30% a escala de (-1,1), 20% a escala (0,3), 10% a escala de pesos (1, 2 e 3) e 10% a escala de (1,5).

6.4.1 Entrevistas presenciais - Área Alimentar

Foram respondidos 9 questionários da área alimentar (Anexo C) dos 61 aplicados durante a etapa de entrevistas presenciais, ou seja, cerca de 15% do total. Conforme podemos averiguar na Tabela 8 e na Figura 20 a seguir o conjunto dos indicadores alimentares avaliado pelos especialistas como relevantes.

O indicador **1. Expressão de uma proteína exógena em determinadas fases do ciclo da vida da planta** e **2. Homologia da proteína expressa com proteínas alergênicas**, foram considerados por 100% dos especialistas como indicadores relevantes de serem analisados na avaliação da segurança das PGMs.

Enquanto os indicadores **3. Proteína exógena expressa em partes comestíveis da planta** e **4. Estabilidade proteica**, foram apontados por 88,89% dos especialistas como relevantes, o indicador 3 foi considerado irrelevante por 11,11% dos entrevistados e o indicador 4 de relevância mediana devendo ser analisado caso a caso por 11,11%.

Os indicadores: **5. Especificidade da proteína exógena** e **6. Ocorrência de efeitos negativos em organismos não-alvo: alergenicidade da PGM no homem e/ou animal**, foram considerados por 77,78% dos especialistas como relevante, enquanto 22,22% os consideraram de relevância mediana devendo ser analisado caso a caso.

Foram apontados os indicadores: **7. Homologia entre proteínas expressas do transgênico com toxinas conhecidas** e **8. Equivalência substancial (ES) da**

PGM, por 66,67% dos entrevistados como relevante, por 11,11% como não relevante e por 22,22% de relevância média ou devendo ser analisado caso a caso.

Já o indicador **9. Ocorrência de efeitos negativos em organismos não-alvo: toxicidade da PGM ao homem e/ou animal**, os especialistas se posicionaram divididos: 22,22% apontaram como não relevante; 22,22% o consideraram de relevância média devendo ser avaliado dependendo do evento e 55,56% o consideraram relevante.

Os indicadores **10. Ocorrência de efeitos negativos em organismos não-alvo: efeitos da PGM sobre a reprodução (aumento no número de abortos e nascimentos prematuros)**, **11. Características organolépticas** e **12. Composição nutricional** foram considerados por 33,33% dos entrevistados como relevantes, enquanto que o indicador 10 foi apontado por 66,67% como irrelevante contra 22,22% do indicador 11 e 55,56% do indicador 12. O indicador 11 foi considerado de relevância média devendo ser analisado caso a caso por 44,45% dos entrevistados e o indicador 12 por 11,11%.

Já o indicador **13. Diferenças no acondicionamento, transporte e/ou processamento da PGM** foi apontado por 66,67% dos especialistas de relevância média devendo ser avaliado conforme o evento, enquanto 33,33% afirmaram que essas diferenças não são relevantes.

Os indicadores **14. Ocorrência de efeitos negativos em organismos não-alvo relativos à mutagenicidade** e **15. Ocorrência de efeitos negativos em organismos não-alvo relativos à carcinogenicidade** foram considerados por 66,67% dos especialistas como indicadores irrelevantes, enquanto que 33,33% o consideraram de relevância média tendo que ser avaliado dependendo do caso.

Por fim, o indicador **16. Efeitos secundários do consumo do alimento geneticamente modificado (AGM) não previstos (sonolência, secura na boca, desconforto gástrico, perturbações da visão)** foi apontado por 100% dos especialistas entrevistados da área alimentar como irrelevante.

Com base nas análises dos resultados acima para a área alimentar foram utilizados para compor o **Método Impactos-PGM** os indicadores considerados relevantes e/ou relevantes intermediários dependendo do evento com pelo menos 50% de aprovação do grupo.

Tabela 8 - Distribuição dos resultados obtidos nas entrevistas presenciais: área alimentar.

Indicador		Não Relevante (%)	Relevância média / Caso a caso(%)	Relevante (%)	Indicador incorporado ao Método Impactos-PGM
Expressão de uma proteína exógena em determinadas fases do ciclo da vida da planta		-	-	100	Sim
Proteína exógena expressa em partes comestíveis da planta		11,11	-	88,89	Sim
Especificidade da proteína exógena		-	22,22	77,78	Sim
Homologia da proteína expressa com proteínas alergênicas		-	-	100	Sim
Homologia entre proteínas expressas do transgênico com toxinas conhecidas		11,11	22,22	66,67	Sim
Estabilidade proteica		-	11,11	88,89	Sim
Ocorrência de efeitos negativos em organismos não-alvo	Toxicidade da PGM ao homem e/ou animal	22,22	22,22	55,56	Sim
	Efeitos da PGM sobre a reprodução	66,67	-	33,33	Não
	Carcinogenicidade	66,67	33,33	-	Não
	Mutagenicidade	66,67	33,33	-	Não
	Alergenicidade da PGM no homem e/ou animal	-	22,22	77,78	Sim
Composição nutricional		55,56	11,11	33,33	Não
Características organolépticas		22,22	44,45	33,33	Não
Diferenças no acondicionamento, transporte e/ou processamento da PGM		33,33	66,67	-	Sim
Equivalência Substancial (ES) da PGM		11,11	22,22	66,67	Sim
Efeitos secundários do consumo do Alimento Geneticamente Modificado (AGM) não previstos (sonolência, secura na boca, desconforto gástrico, perturbações da visão)		100	-	-	Não

Indicadores - Área Alimentar

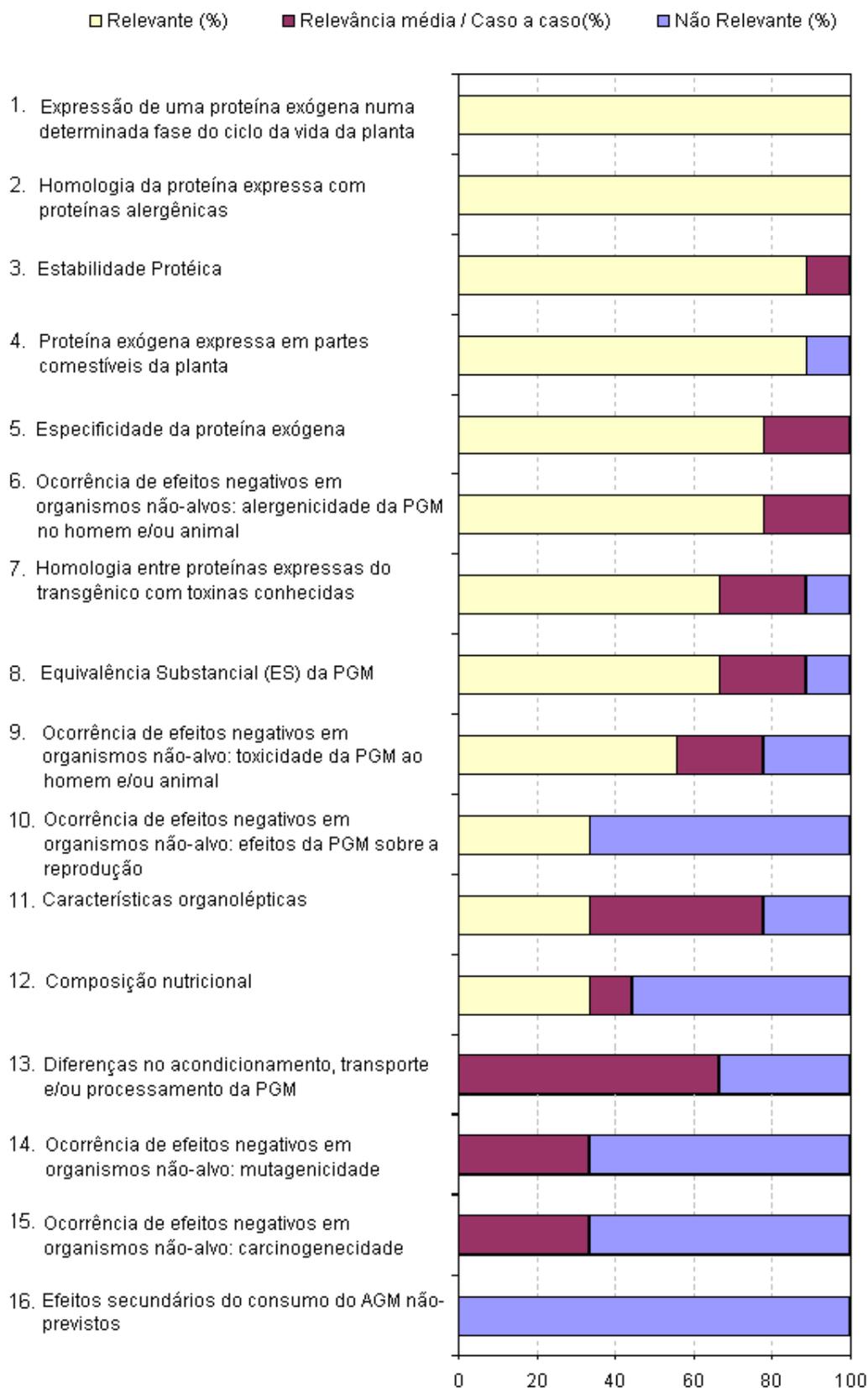


Figura 20 - Avaliação dos indicadores de impacto da área alimentar pelos especialistas entrevistados.

6.4.2 Entrevistas presenciais - Área Ambiental

Foram respondidos 17 questionários da área ambiental (Anexo D) dos 61 aplicados durante a etapa de entrevistas presenciais, ou seja, cerca de 28% do total. Conforme podemos averiguar na Tabela 9 e na Figura 21 a seguir o conjunto dos indicadores ambientais avaliado pelos especialistas como relevantes.

O indicador **1. Análise do histórico de uso seguro da PGM** foi considerado relevante por 88,24% dos especialistas, enquanto que 11,76% o consideraram de relevância média tendo que ser avaliado dependendo do caso. Já o indicador **2. Fluxo gênico devido à mobilidade e distância do pólen** foi considerado por 70,59% dos especialistas como relevante, enquanto 23,53% de relevância média devendo ser analisado caso a caso e 5,88% como irrelevante.

Enquanto que o indicador **3. Alterações na susceptibilidade da PGM às pragas, doenças e agentes patogênicos** foi considerado por 58,83% dos especialistas como relevante, 35,29% o consideraram irrelevante e 5,88% de relevância mediana devendo ser analisada dependendo do caso.

Os indicadores **4. Distribuição geográfica e de cultivo da PGM incluindo sua distribuição em relação às espécies compatíveis (próxima ao rio; regiões com muito vento; próximo a mata nativa; área de proteção)**, **5. Alteração da tolerância da PGM à estresse** e **6. Alterações na biodiversidade em decorrência da PGM** foram considerados por 52,94% dos especialistas como relevantes, já os entrevistados que consideram estes indicadores irrelevantes ou com relevância intermediária variaram: indicador 4 (23,53% dos especialistas o apontaram irrelevante e a mesma porcentagem de relevância intermediária ou devendo ser analisado conforme o caso), indicador 5 (29,41% dos especialistas o consideraram irrelevante e 17,65% de relevância intermediária ou devendo se analisado caso a caso) e o indicador 6 (41,18% dos especialistas o apontaram como não relevante e outros 5,88% com relevância intermediária devendo se analisado caso a caso).

O indicador **7. Presença de polinizadores na região do plantio** foi considerado por 52,94% dos especialistas de relevância mediana ou devendo ser avaliado dependendo do caso, enquanto que 47,06% o apontaram como relevante.

Os indicadores **8. Efeitos residuais a curto e/ou longo prazo no campo onde são plantadas as PGMs** e **9. Exposição de organismos não-alvo na biota do solo com cultura de PGM (minhocas, microorganismos, decomposição de**

material orgânico) obtiveram o mesmo desempenho sob a ótica dos especialistas: 41,18% dos entrevistados afirmaram que esses indicadores são relevantes, enquanto que 35,29% são de relevância intermediária devendo ser analisado dependendo do caso e outros (23,53%) os consideraram irrelevantes.

O indicador **10. Fluxo gênico nas espécies que se alimentam da semente da PGM** obteve uma opinião dividida entre os especialistas: 41,18% o consideraram não relevante, enquanto 35,29% relevante e 23,53% de relevância mediana devendo ser avaliado dependendo do caso específico. Já o indicador **11. Transferência de genes das PGMs para plantas sexualmente compatíveis gera alteração no período de floração** foi apontado por 52,94% dos especialistas como irrelevante, enquanto que 29,41% o julgaram relevante e outros 17,65% de relevância mediana devendo ser analisado dependendo do evento.

Os indicadores **12. Efeitos da PGM sobre a diversidade da população de espécies no ambiente receptor** e **13. Gerenciamento dos dados da colheita: fertilizantes, proteção de colheitas e rotação de culturas** foram considerados por 23,53% dos especialistas como relevante, já os entrevistados que consideram estes indicadores irrelevantes ou com relevância intermediária variaram: indicador 12 (47,06% dos especialistas o apontaram como não relevante e outros 29,41% de relevância intermediária devendo ser analisado caso a caso) e o indicador 13 (52,94% dos especialistas o apontaram como não relevante e outros 23,53% com relevância intermediária devendo ser analisado caso a caso).

Por fim, o indicador **14. Transferência de genes das PGMs para plantas sexualmente compatíveis gera alteração na atração por polinizadores** foi considerado por 64,70% como irrelevante, por 17,65% como relevante e pelo mesmo valor (17,65%) de relevância intermediária devendo se analisado caso a caso.

Com base nas análises dos resultados acima para a área ambiental foram utilizados para compor o método os indicadores considerados relevantes e/ou relevantes intermediários dependendo do evento com pelo menos 50% de aprovação do grupo.

Tabela 9 - Distribuição dos resultados obtidos nas entrevistas presenciais: área ambiental.

Indicador	Não Relevante (%)	Relevância média/ Caso a caso(%)	Relevante (%)	Indicador incorporado ao Método Impactos- PGM	
Fluxo gênico nas espécies que se alimentam da semente da PGM	41,18	23,53	35,29	Não	
Fluxo gênico devido a mobilidade e distância do pólen	5,88	23,53	70,59	Sim	
Presença de polinizadores na região do plantio	-	52,94	47,06	Sim	
Distribuição geográfica e de cultivo da PGM incluindo sua distribuição em relação às espécies compatíveis (próxima ao rio; regiões com muito vento; próximo a mata nativa; área de proteção)	23,53	23,53	52,94	Sim	
Transferência de genes das PGMs para plantas sexualmente compatíveis	Se altera o período de floração	52,94	17,65	29,41	Não
	Se altera a atração por polinizadores	64,70	17,65	17,65	Não
Análise do histórico de uso da PGM	-	11,76	88,24	Sim	
Gerenciamento dos dados da colheita: fertilizantes, proteção de colheitas e rotação de culturas	52,94	23,53	23,53	Não	
Efeitos residuais a curto e/ou longo prazo no campo onde são plantadas as PGMs	23,53	35,29	41,18	Não	
Exposição de organismos não-alvo na biota do solo com cultura de PGM (minhocas, microorganismos, decomposição de material orgânico)	23,53	35,29	41,18	Não	
Alterações na biodiversidade em decorrência da PGM	41,18	5,88	52,94	Sim	
Efeitos da PGM sobre a diversidade da população de espécies no ambiente receptor	47,06	29,41	23,53	Não	
Alterações na susceptibilidade da PGM às pragas, doenças e agentes patogênicos	35,29	5,88	58,83	Sim	
Alteração da tolerância da PGM à estresse	29,41	17,65	52,94	Sim	

Indicadores - Área Ambiental

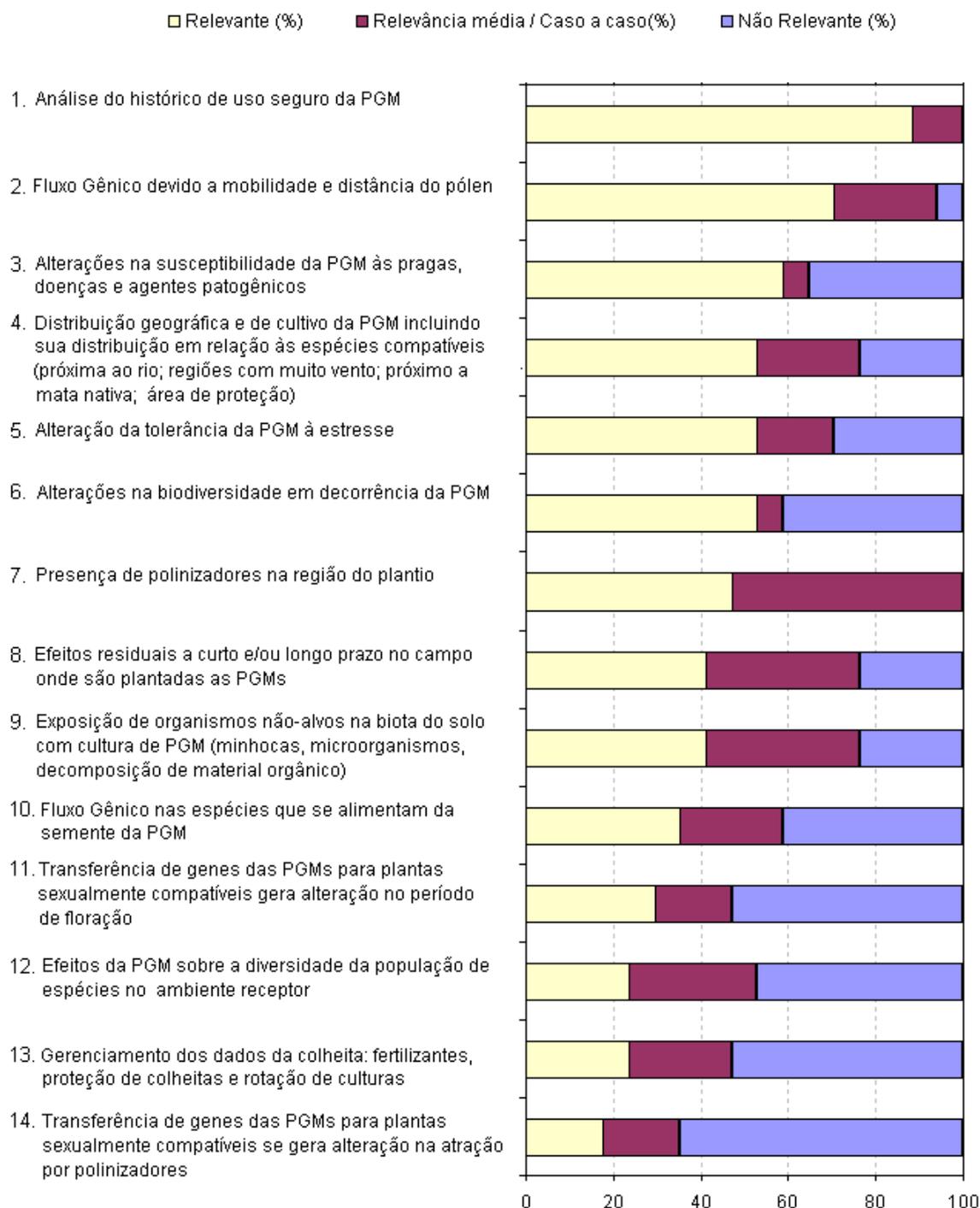


Figura 21 - Avaliação dos indicadores de impacto da área ambiental pelos especialistas entrevistados.

6.4.3 Entrevistas presenciais - Área Genética/Biologia Molecular

Foram respondidos 19 questionários da de genética/biologia molecular (Anexo E) dos 61 aplicados durante a etapa de entrevistas presenciais, ou seja, cerca de 31% do total. Conforme podemos averiguar na Tabela 10 e na Figura 22 a seguir o conjunto dos indicadores da área de genética/biologia molecular avaliado pelos especialistas como relevantes.

O indicador **1. Ocorrência de modificações na PGM devido a alterações no fenótipo** foi considerado pela maioria (84,21%) dos especialistas relevante contra 10,53% que o consideraram não relevante e 5,26% que o apontaram de relevância média devendo ser avaliado dependendo do caso.

Já os indicadores **2. Caracterização molecular da PGM** e **3. Características da planta receptora** foram considerados relevantes por 78,95% dos especialistas, já os entrevistados que consideram estes indicadores irrelevantes ou com relevância intermediária variaram: indicador 1 (21,05% dos especialistas o apontaram de relevância intermediária ou devendo ser analisado caso a caso e o indicador 2 (5,26% dos especialistas o apontaram como não relevante e outros 15,79% de relevância intermediária devendo ser analisado caso a caso).

O indicador **4. Ocorrência de modificações na PGM devido à alterações no ritmo de crescimento da PGM** foi apontado por 73,69% dos entrevistados como relevante para a avaliação dos impactos ambientais, alimentares e da segurança da construção gênica e da PGM, enquanto que 21,05% o consideraram de importância intermediária devendo ser analisado caso a caso e 5,26% como não relevante.

Já os indicadores **5. Espécies caboclas aparentadas da planta receptora**, **6. Aparecimento de atributos adicionais**, **7. Necessidades de medidas a serem tomadas para a segurança do plantio GM (controle do fluxo gênico, distância mínima de segurança tanto das plantas convencionais como das geneticamente modificadas e também para evitar acidentes como roubo de PGMs)** e **8. Ocorrência de modificações na PGM devido à alterações no rendimento (produtividade) da PGM** foram considerados pela maioria dos especialistas (68,42%) como relevante, já os entrevistados que consideram estes indicadores irrelevantes ou com relevância intermediária variaram: indicador 5 (31,58% dos especialistas o apontaram de relevância intermediária devendo ser analisado caso a caso), indicadores 6 e 7 (21,05% dos especialistas o apontaram de

relevância intermediária devendo ser analisado caso a caso e 10,53% como irrelevante) e o indicador 8 (15,79% dos especialistas o consideraram irrelevante e a mesma porcentagem o consideraram de relevância intermediária ou devendo ser analisado conforme o evento).

O indicador **9. Ocorrência de modificações na PGM devido à alteração do perfil metabólico** foi considerado relevante e de relevância intermediária devendo ser avaliado conforme o evento por respectivamente, 63,15% e 26,32% dos especialistas e como irrelevante por 10,53%. Os indicadores **10. Incremento na reprodutividade, competitividade ou habilidade adaptativa** e **11. Ocorrência de rearranjos genéticos**, foram considerados por 52,63% dos entrevistados como relevantes, já os entrevistados que consideram estes indicadores irrelevantes ou com relevância intermediária variaram: indicador 10 (36,84% dos especialistas o apontaram com relevância intermediária devendo ser analisado caso a caso e 10,53% como irrelevante) e o indicador 11 (21,05% dos especialistas o apontaram de relevância intermediária devendo ser analisado caso a caso e 26,32% como irrelevante).

O indicador **12. Ocorrência de modificações na PGM devido à alterações quanto à resistência às doenças** foi apontado por 47,37% dos entrevistados da área de genética/biologia molecular como relevante e por 36,84% de relevância intermediária devendo ser analisado se necessário caso a caso, enquanto que 15,79% o consideram irrelevante. Já o indicador **13. PGM com gene marcador de resistência a antibiótico** foi considerado não relevante por 52,63% dos especialistas, enquanto 42,11% o consideravam relevante e 5,26% de relevância intermediária dependendo do caso.

Por fim, o indicador **14. Geração de plantas com aspecto daninho ou indesejável** foi considerado pela maioria (63,16%) não relevante contra 21,05% que afirmaram ser relevante e 15,79% de relevância intermediária devendo se analisado conforme o evento.

Com base nas análises dos resultados acima da área de genética/biologia molecular foram utilizados para compor o método os indicadores considerados relevantes e/ou relevantes intermediários dependendo do evento com pelo menos 50% de aprovação do grupo.

Tabela 10 - Distribuição dos resultados obtidos nas entrevistas presenciais: área genética/biologia molecular.

Indicador	Não Relevante (%)	Relevância média / Caso a caso(%)	Relevante (%)	Indicador incorporado ao Método Impactos-PGM	
Caracterização molecular da PGM	-	21,05	78,95	Sim	
PGM com gene marcador de resistência a antibiótico	52,63	5,26	42,11	Não	
Ocorrência de rearranjos genéticos (ORFs – Open Reading Frames)	26,32	21,05	52,63	Sim	
Alteração do perfil metabólico	10,53	26,32	63,15	Sim	
Ocorrência de modificações na PGM	Devido a alterações no fenótipo	10,53	5,26	84,21	Sim
	Devido a alterações no ritmo de crescimento da PGM	5,26	21,05	73,69	Sim
	Devido a alterações no rendimento (produtividade) da PGM	15,79	15,79	68,42	Sim
	Devido a alterações quanto à resistência às doenças	15,79	36,84	47,37	Não
Necessidades de medidas a serem tomadas para a segurança do plantio GM	10,53	21,05	68,42	Sim	
Existem espécies caboclas aparentadas da planta receptora	-	31,58	68,42	Sim	
Geração de plantas com aspecto daninho ou indesejável	63,16	15,79	21,05	Não	
Características da planta receptora	5,26	15,79	78,95	Sim	
Incremento na reprodutividade, competitividade ou habilidade adaptativa	10,53	36,84	52,63	Sim	
Aparecimento de atributos adicionais	10,53	21,05	68,42	Sim	

Indicadores - Área Genética / Biologia Molecular

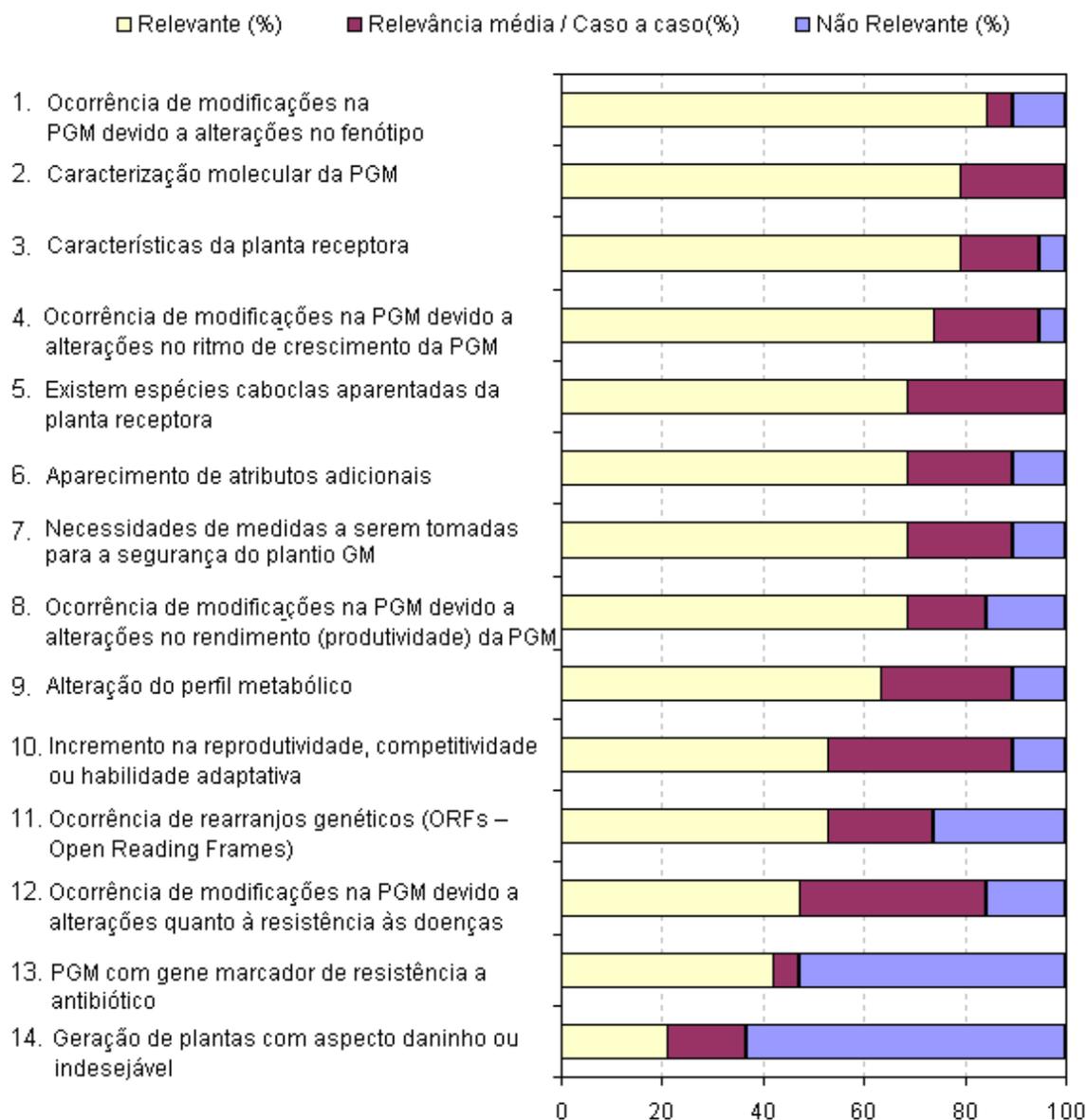


Figura 22 - Avaliação dos indicadores de impacto da área de genética/biologia molecular pelos especialistas entrevistados.

6.4.4 Entrevistas presenciais - Área Agronômica

Foram respondidos 16 questionários da Agronômica (Anexo F) dos 61 aplicados durante a etapa de entrevistas presenciais, ou seja, cerca de 26% do total. Conforme podemos averiguar, na Tabela 11 e na Figura 23, o conjunto dos indicadores agronômicos avaliado pelos especialistas como relevantes.

O indicador **1. Compatibilidade sexual com outras espécies de plantas cultivadas ou selvagens** foi apontado por 68,75% dos entrevistados como relevante, enquanto 18,75% o consideraram de relevância intermediária devendo ser analisado caso a caso, contra 12,50% que o apontaram como não relevante.

Já os indicadores **2. Tipo de polinização (autofecundação ou polinização cruzada)**, **3. Centro de origem/dispersão da PGM ser coincidente com a área do cultivo** e **4. Histórico de uso seguro da área reservada do plantio de PGM** foram considerados relevantes pela maioria (62,50%) dos especialistas, já os entrevistados que consideram estes indicadores irrelevantes ou com relevância intermediária variaram: indicador 2 (37,50% dos especialistas o apontaram de relevância intermediária devendo ser analisado caso a caso), o indicador 3 (25% dos especialistas o apontaram de relevância intermediária devendo ser analisado caso a caso e 12,50% como irrelevante) e o indicador 4 (18,75% dos especialistas o apontaram de relevância intermediária devendo ser analisado caso a caso e o mesmo valor como irrelevante).

Enquanto os indicadores **5. Efeitos indiretos das modificações ocorridas na cadeia trófica quanto à predadores, parasitas e organismos patogênicos de plantas** e **6. PGM apresenta capacidade de formar estruturas de sobrevivência ou dormência (características secundárias)** foram considerados por 56,25% dos entrevistados como relevantes, já os entrevistados que consideram estes indicadores irrelevantes ou com relevância intermediária variaram: indicador 5 (25% dos especialistas o apontaram com relevância intermediária devendo ser analisado caso a caso e 18,75% como irrelevante) e o indicador 6 (18,75% dos especialistas o apontaram de relevância intermediária devendo ser analisado caso a caso e 25% como irrelevante).

O indicador **7. Mudanças nos métodos de cultivos devido à introdução da planta geneticamente modificada** foi apontado como relevante por 43,75% dos especialistas, por 31,25% de relevância média devendo ser analisado conforme o caso e irrelevante por 25%. Já o indicador **8. Disseminação do OGM devido aos eventos climáticos extremos: localização do plantio (por exemplo, posição do experimento dentro da propriedade)** foi considerado relevante por 37,50% dos entrevistados, irrelevante por 43,75% e de relevância média devendo ser analisado conforme o caso por 18,75%.

Os indicadores **9. Disseminação do OGM devido aos eventos climáticos extremos: extensão da disseminação do pólen** e **10. Geração de espécies resistentes, persistentes e invasivas** foram considerados por 31,25% dos entrevistados como relevantes, já os entrevistados que consideram estes indicadores irrelevantes ou com relevância intermediária variaram: indicador 9 (50% dos especialistas o apontaram de relevância intermediária devendo ser analisado caso a caso e 18,75% como irrelevante) e o indicador 10 (43,75% dos especialistas o apontaram de relevância intermediária devendo ser analisado caso a caso e 25% como irrelevante).

Os indicadores **11. Efeitos indiretos do OGM devido a eventos causados na cadeia trófica como interações com outros organismos**, **12. Efeitos indiretos do OGM devido a eventos causados na cadeia trófica como transferência de material genético** e **13. Contaminação pela PGM em água, terra, espécies em extinção, habitats naturais** foram apontados como relevantes por 18,75% dos especialistas, já os entrevistados que consideram estes indicadores irrelevantes ou com relevância intermediária variaram: indicador 11 (50% dos especialistas o apontaram de relevância intermediária devendo ser analisado caso a caso e 31,25% como irrelevante), o indicador 12 (37,50% dos especialistas o apontaram de relevância intermediária devendo ser analisado caso a caso e 43,75% como irrelevante) e o indicador 13 (6,25% dos especialistas o apontaram de relevância intermediária devendo ser analisado caso a caso e 75% como irrelevante).

Já os indicadores **14. Disseminação do OGM devido aos eventos climáticos extremos: período da ocorrência do evento climático extremo ser coincidente com o da fecundação**, **15. Condições climáticas (chuvas, ventos e secas) interferem na distribuição geográfica da PGM** e **16. Disseminação de OGMs devido aos eventos climáticos extremos: localização geográfica da região em relação às áreas susceptíveis, ou seja, a propriedade é situada numa região sujeita à intempéries** foram considerados por 12,50% dos especialistas como relevante, já os entrevistados que consideram estes indicadores irrelevantes ou com relevância intermediária variaram: indicador 14 (50% dos especialistas o apontaram de relevância intermediária devendo ser analisado caso a caso e 37,50% como irrelevante), o indicador 15 (43,75% dos especialistas o apontaram de relevância intermediária devendo se analisado caso a caso e o mesmo valor como

irrelevante) e o indicador 16 (31,25% dos especialistas o apontaram de relevância intermediária devendo ser analisado caso a caso e 56,25% como irrelevante).

Por fim, o indicador **17. Alterações na fertilidade do solo da cultivar da PGM** foi considerado por 68,75% dos entrevistados da área agrônômica como um indicador irrelevante de ser considerado contra 6,25% que o consideraram relevante e 25% que o consideraram de relevância média devendo ser avaliado dependendo do caso.

Com base nas análises dos resultados da área agrônômica foram utilizados para compor o método os indicadores considerados relevantes e/ou relevantes intermediários dependendo do evento com pelo menos 50% de aprovação do grupo.

Tabela 11 - Distribuição dos resultados obtidos nas entrevistas presenciais: área agrônômica.

Indicador		Não Relevante (%)	Relevância média / Caso a caso(%)	Relevante (%)	Indicador incorporado ao Método Impactos-PGM
Centro de origem/dispersão da PGM coincidente com a área de cultivo		12,50	25,00	62,50	Sim
Capacidade da PGM de formar estruturas de sobrevivência ou dormência (características secundárias)		25,00	18,75	56,25	Sim
Mudanças nos métodos de cultivos devido a introdução da PGM		25,00	31,25	43,75	Não
Alterações na fertilidade do solo da cultivar da PGM		68,75	25	6,25	Não
Efeitos indiretos	Modificações ocorridas na cadeia trófica quanto à predadores, parasitas e organismos patogênicos de plantas	18,75	25	56,25	Sim
	Do OGM devido a eventos causados na cadeia trófica como interações com outros organismos	31,25	50,00	18,75	Sim
	Do OGM devido a eventos causados na cadeia trófica como transferência de material genético;	43,75	37,50	18,75	Não
Tipo de polinização: autofecundação ou polinização cruzada		-	37,50	62,50	Sim
Compatibilidade sexual com outras espécies de plantas cultivadas ou selvagens		12,50	18,75	68,75	Sim
Geração de espécies resistentes, persistentes e invasivas		25,00	43,75	31,25	Não
Condições climáticas (chuvas, ventos e secas) interferem na distribuição geográfica da PGM		43,75	43,75	12,50	Não
Disseminação de OGM devido aos eventos climáticos extremos	Localização geográfica da região em relação às áreas susceptíveis, ou seja, a propriedade é situada em uma região sujeita a intempéries	56,25	31,25	12,50	Não
	Localização do plantio (por exemplo, posição do experimento dentro da propriedade)	43,75	18,75	37,50	Não
	Período da ocorrência do evento climático extremo. É coincidente com o da fecundação.	37,50	50,00	12,50	Sim
	Extensão da disseminação do pólen	18,75	50,00	31,25	Sim
Histórico de uso seguro da área reservada do plantio de PGM		18,75	18,75	62,50	Sim
Contaminação pela PGM em água, terra, espécies em extinção, habitats naturais etc.		75,00	6,25	18,75	Não

Indicadores - Área Agronômica

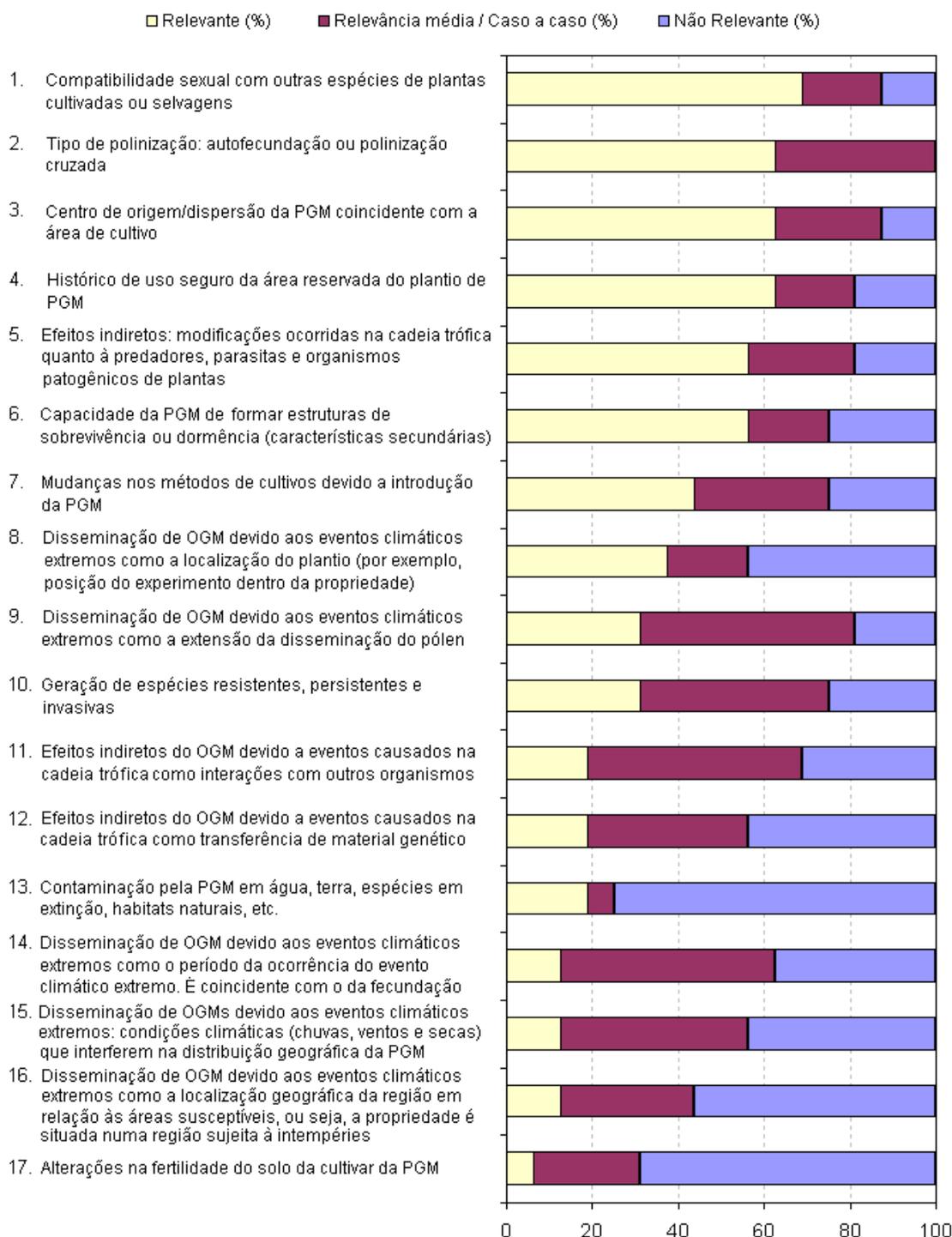


Figura 23 - Avaliação dos indicadores de impacto da área agronômica pelos especialistas entrevistados.

6.5 Método Impactos-PGM

A consolidação dos resultados obtidos nas etapas anteriores foi realizada por meio do preenchimento do *Software* Impactos, permitindo a avaliação dos impactos das PGMs nas dimensões: ambiental, alimentar e segurança da construção gênica e da PGM.

Na etapa da consulta aos relatórios internacionais foram levantados 61 indicadores, dos quais 37 foram validados pelos especialistas nas entrevistas presenciais e foram utilizados para compor o **Método Impactos-PGM**, pois foram considerados relevantes.

6.5.1 Indicadores de impacto e dimensões da avaliação

Os indicadores apontados relevantes pelos especialistas de acordo com as áreas por total de indicadores apresentados:

Área Alimentar: 9 indicadores relevantes dos 16 indicadores apresentados no total.

Área Ambiental: 7 indicadores relevantes dos 14 indicadores apresentados no total.

Área Genética/Biologia Molecular: 11 indicadores relevantes dos 14 indicadores apresentados no total.

Área Agronômica: 10 indicadores relevantes dos 17 indicadores apresentados no total.

Como a proposta do **Método Impactos-PGM** foi montar uma avaliação nas dimensões alimentar e ambiental, os indicadores das áreas diferentes, mas relacionados de algum modo com estas duas dimensões foram realocados. Foi criada uma terceira dimensão denominada “Segurança da construção gênica e da PGM” para inserirmos os indicadores que não se encaixaram em nenhuma das dimensões propostas inicialmente.

Assim considerando as três dimensões para a consolidação da **Metodologia Impactos-PGM**, os indicadores considerados relevantes pelos especialistas distribuídos pelas três dimensões foram classificados conforme mostra a Tabela 12.

Tabela 12 - Lista dos indicadores incorporados ao método Impactos-PGM.

Alimentar	Dimensão	
	Ambiental	Segurança da construção gênica e da PGM
Expressão de uma proteína exógena em determinadas fases do ciclo da vida da planta;	Fluxo gênico devido a mobilidade e distância do pólen;	Caracterização molecular da PGM;
Especificidade da proteína exógena;	Presença de polinizadores na região do plantio;	Ocorrência de rearranjos genéticos (ORFs – Open Reading Frames);
Homologia da proteína expressa com proteínas alergênicas;	Distribuição geográfica e de cultivo da PGM incluindo sua distribuição em relação às espécies compatíveis (próxima ao rio; regiões com muito vento; próximo a mata nativa; área de proteção);	Alteração do perfil metabólico;
Homologia entre proteínas expressas do transgênico com toxinas conhecidas;	Análise do histórico de uso da PGM;	Ocorrência de modificações na PGM devido a alterações no fenótipo;
Estabilidade proteica;	Alterações na biodiversidade em decorrência da PGM;	Ocorrência de modificações na PGM devido à alterações no ritmo de crescimento da PGM;
Ocorrência de efeitos negativos em organismos não-alvo: toxicidade da PGM ao homem e/ou animal;	Alterações na susceptibilidade da PGM às pragas, doenças e agentes patogênicos;	Ocorrência de modificações na PGM devido à alterações no rendimento (produtividade) da PGM;
Ocorrência de efeitos negativos em organismos não-alvo: alergenicidade da PGM no homem e/ou animal;	Alteração da tolerância da PGM à estresse;	Necessidades de medidas a serem tomadas para a segurança do plantio GM;
Diferenças no acondicionamento, transporte e/ou processamento da PGM;	Efeitos indiretos do OGM devido a eventos causados na cadeia como interações com outros organismos;	Existem espécies caboclas aparentadas da planta receptora;
Equivalência Substancial (ES) da PGM.	Efeitos indiretos das modificações ocorridas na cadeia trófica quanto à predadores, parasitas e organismos patogênicos de plantas;	Características da planta receptora;

(continua)

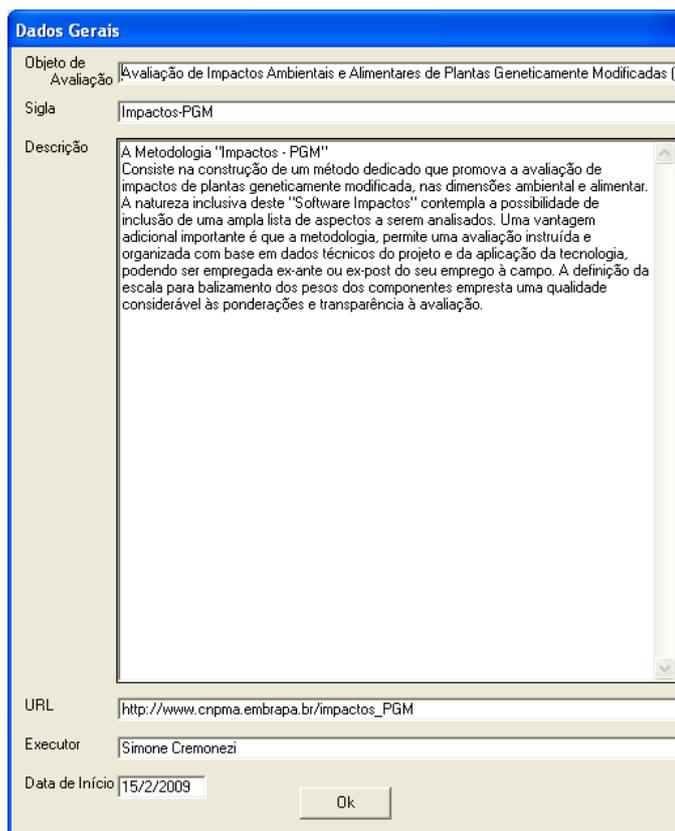
Tabela 12 (continuação) - Lista dos indicadores incorporados ao método Impactos-PGM

Alimentar	Dimensão Ambiental	Segurança da construção gênica e da PGM
	Disseminação de OGMs devido aos eventos climáticos extremos: localização geográfica da região em relação às áreas susceptíveis, ou seja, a propriedade é situada em uma região sujeita à intempéries;	Aparecimento de atributos adicionais;
	Disseminação do OGM devido aos eventos climáticos extremos: extensão da disseminação do pólen;	Centro de origem/dispersão da PGM coincidente com a área de cultivo;
	Histórico de uso seguro da área reservada do plantio de PGM.	Capacidade da PGM formar estruturas de sobrevivência ou dormência (características secundárias);
		Tipo de polinização: autofecundação ou polinização cruzada;
		Compatibilidade sexual com outras espécies de plantas cultivadas ou selvagens;

(conclusão)

6.5.2 Apresentação da Metodologia Impactos-PGM

Primeiramente foram detalhadas as informações referentes ao **Objeto de Avaliação, Sigla e Descrição** da avaliação na *janela* 'Dados Gerais' que é aberta ao executar o *Software/Método* (Figura 24).



The image shows a software window titled "Dados Gerais" (General Data). It contains the following fields:

- Objeto de Avaliação:** Avaliação de Impactos Ambientais e Alimentares de Plantas Geneticamente Modificadas (
- Sigla:** Impactos-PGM
- Descrição:** A Metodologia "Impactos - PGM" Consiste na construção de um método dedicado que promova a avaliação de impactos de plantas geneticamente modificada, nas dimensões ambiental e alimentar. A natureza inclusiva deste "Software Impactos" contempla a possibilidade de inclusão de uma ampla lista de aspectos a serem analisados. Uma vantagem adicional importante é que a metodologia, permite uma avaliação instruída e organizada com base em dados técnicos do projeto e da aplicação da tecnologia, podendo ser empregada ex-ante ou ex-post do seu emprego à campo. A definição da escala para balzamento dos pesos dos componentes empresta uma qualidade considerável às ponderações e transparência à avaliação.
- URL:** http://www.cnpma.embrapa.br/impactos_PGM
- Executor:** Simone Cremonesi
- Data de Início:** 15/2/2009

An "Ok" button is located at the bottom right of the window.

Figura 24 - Interface da página do Método Impactos-PGM: detalhamento da avaliação realizada.

Depois do detalhamento da avaliação foram criadas as dimensões, para tanto foi selecionado o *menu: criar dimensão* e uma nova tela 'adicionar nova dimensão' foi disponibilizada para a inserção do nome da dimensão e a descrição da mesma (Figura 25).

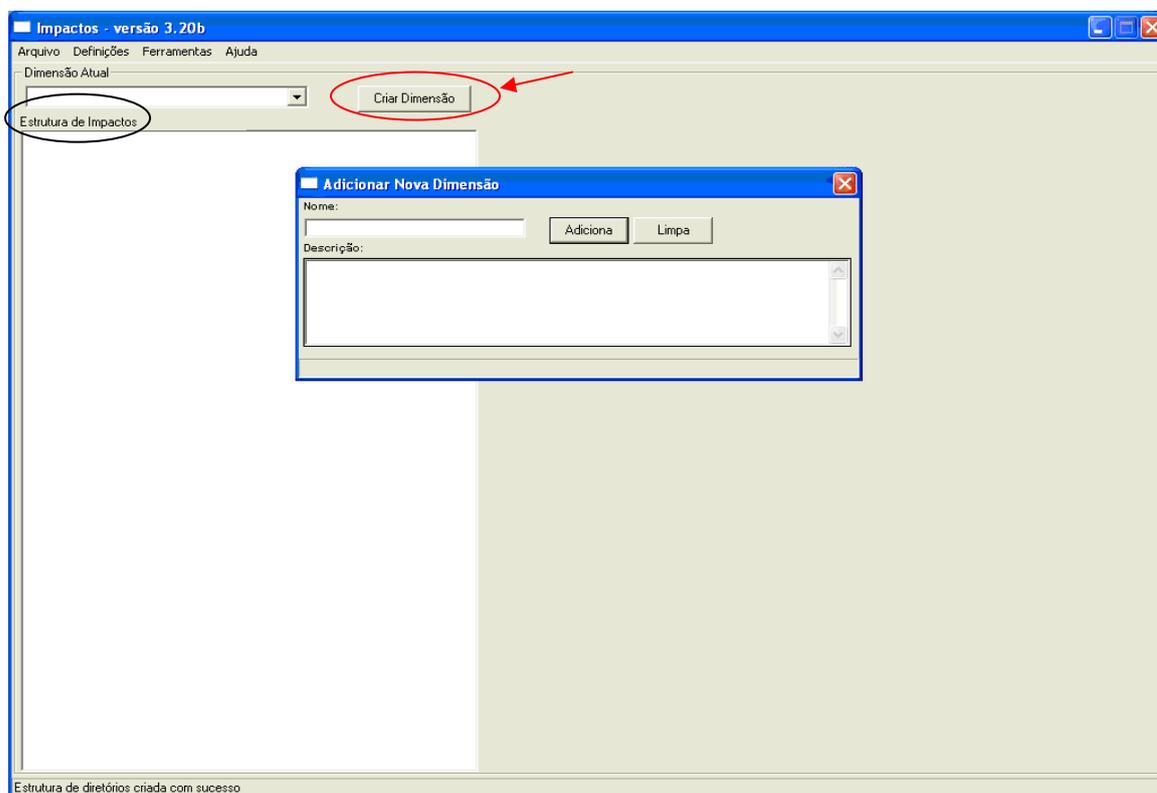


Figura 25 - Interface da página do *Software* Impactos.

Foram criadas as dimensões Alimentar, Ambiental e Segurança da construção gênica e da PGM. Para a inserção dos indicadores específicos (componentes). Na dimensão criada foi selecionado o botão **adicionar** do campo 'adicionar novo componente abaixo da construção gênica e da PGM'. Na Figura 26, apresentada como exemplo, na dimensão segurança da construção gênica e da PGM foi adicionado o indicador tipo de polinização: autofecundação ou polinização cruzada. Para cada indicador ou subcomponente do indicador foram inseridas as descrições dos mesmos, com a finalidade de facilitar o entendimento do tipo de informação que deve ser levantada pelo usuário para analisar este dado. Nessa etapa é possível alterar e/ou excluir os indicadores, além disso, é possível a inserção de componentes dos indicadores (subcomponentes) se necessário.

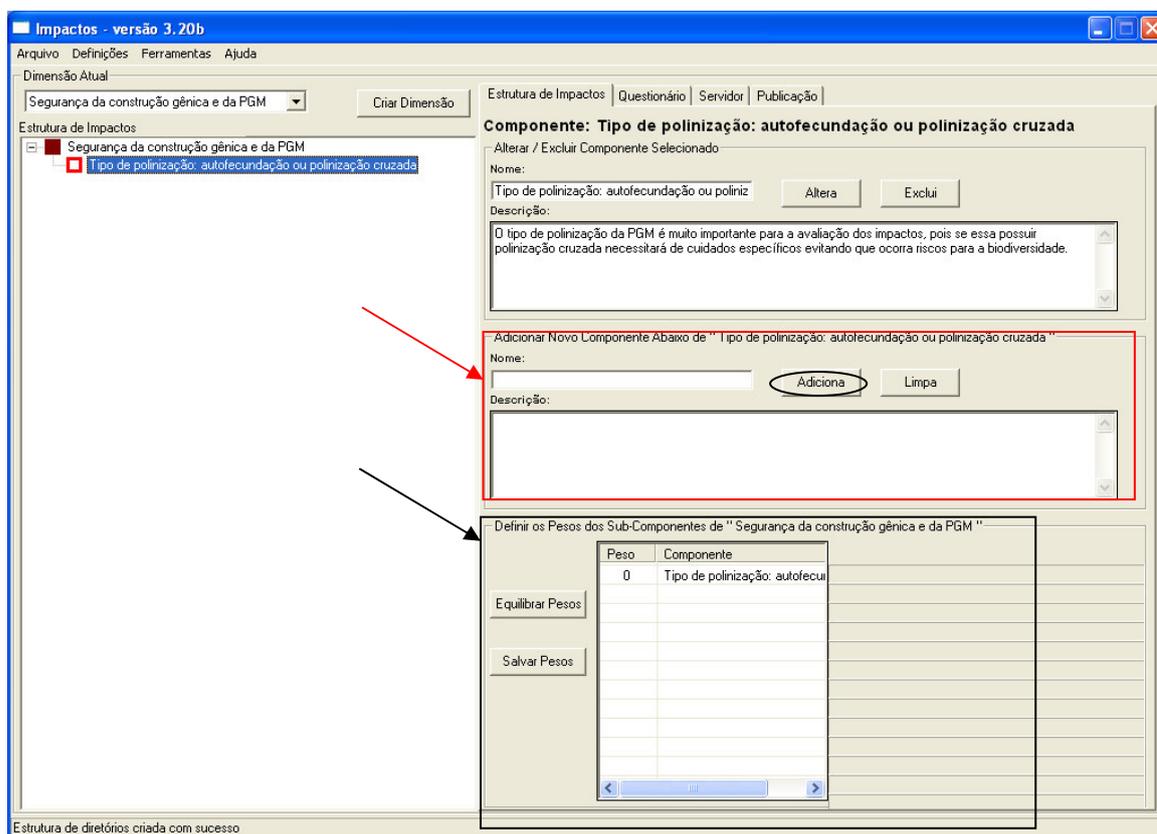


Figura 26 - Interface da página do Método Impactos-PGM formulado.

A ponderação, ou seja, a atribuição dos pesos para cada indicador deve ser realizada pelo usuário no campo **definir os pesos dos subcomponentes** (Figura 26). Este procedimento deve ser realizado pelo usuário para cada indicador ou subcomponente apresentado pelo Método Impactos-PGM para a avaliação de uma PGM específica.

Como o método prevê a avaliação caso a caso, o usuário deve escolher dentre os indicadores apresentados pelo Método quais são mais relevantes para a avaliação em questão. Assim, o Método/*Software* permite que o usuário desconsidere algum indicador que não seja relevante para o estudo de caso, sem com isso comprometer a avaliação final. Do mesmo modo, é possível que o usuário insira indicadores mais específicos para a PGM avaliada, estes serão avaliados da mesma maneira que os outros indicadores.

A ponderação de cada indicador selecionado para compor a avaliação em um estudo de caso, deve ser realizada com base nas características e informações técnicas e de segurança da PGM avaliada. Desse modo, caberá ao usuário deste método levantar os dados da planta transgênica que será avaliada e preencher as justificativas para a atribuição dos pesos para cada indicador no campo: “Descrição” – parte direita da Interface da página do Método Impactos-PGM.

A soma de cada indicador, seja ele único ou desmembrado em componentes, por dimensão deve ser igual a 1. São fornecidos, portanto, pelo Método os critérios e o sistema de ponderação de pesos para a avaliação dos impactos e o *Software/Método* fornecerá os resultados da análise por meio de funções matemáticas inerentes ao *Software* Impactos (item 4.9.2.1 A MEDIDA DE IMPACTO). O *Software/Método* possibilita aos usuários o preenchimento dos campos por partes e/ou etapas, pois o mesmo armazena as respostas enquanto durar a avaliação, quando serão compilados os resultados.

Desta maneira, os dados dos indicadores e componentes dos indicadores que forem considerados mais relevantes pelo usuário para a avaliação de PGMs nas dimensões Alimentar, Ambiental e Segurança da construção gênica e da PGM são fornecidos pelo Método Impactos-PGM como mostram as Figuras 27, 28 e 29.

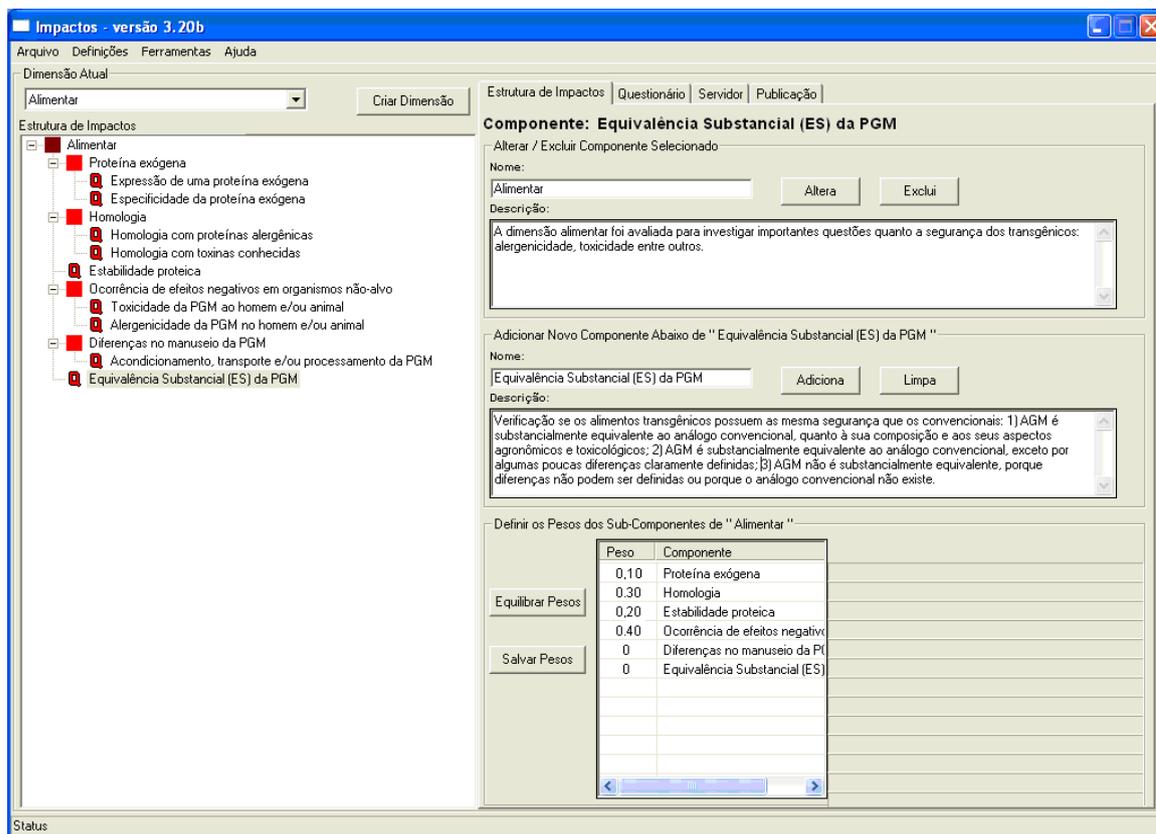


Figura 27 - Interface da página do Método Impactos-PGM: dimensão alimentar.

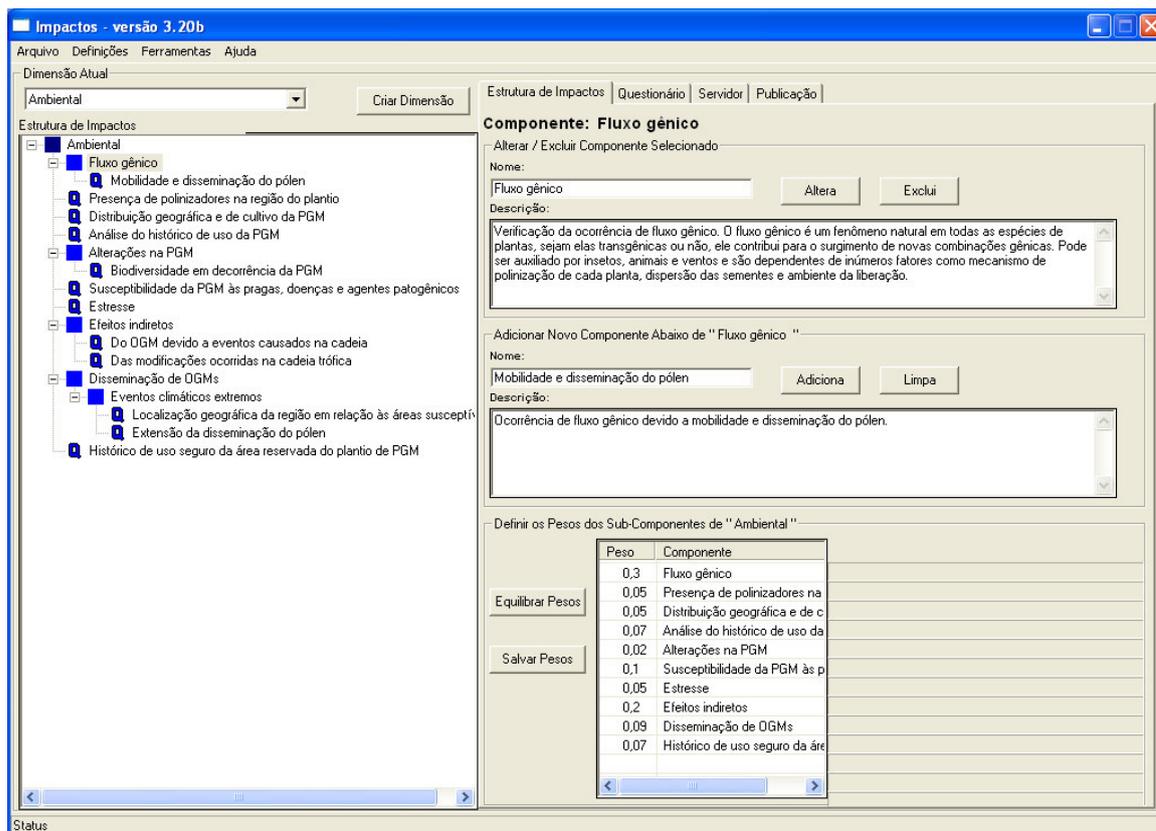


Figura 28 - Interface da página do Método Impactos-PGM: dimensão ambiental.

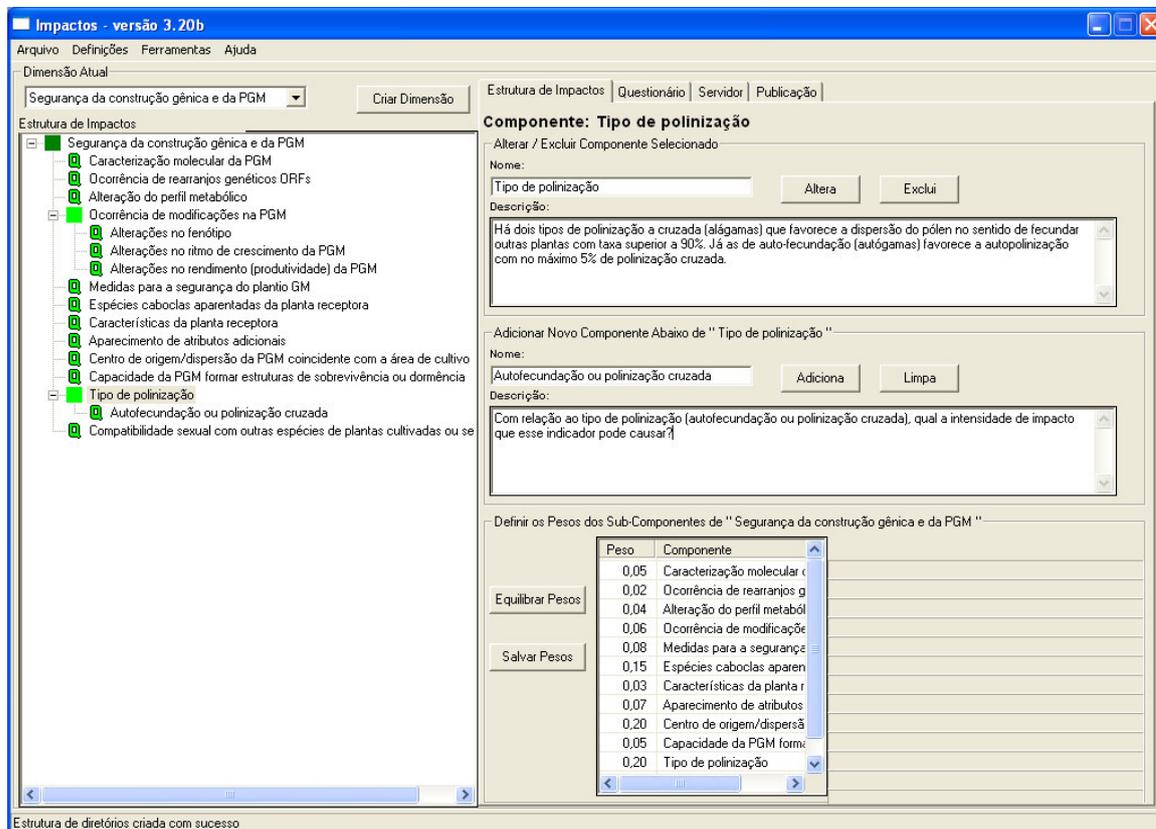


Figura 29 - Interface da página do Método Impactos-PGM: dimensão segurança da construção gênica e da PGM.

Para dar continuidade a elaboração do Método Impactos-PGM, foi preenchido o questionário para a ponderação dos indicadores (*menu: questionário* - lado direito da tela) dentro do *Software* Impactos (Figura 30). Neste caso, foi inserida uma questão para cada indicador a ser avaliado. Estas questões têm por finalidade permitir a ponderação, ou seja, atribuição de peso para cada indicador. A atribuição do peso deve ser feito no campo 'parâmetros do instrumento e medida' da atribuição dos valores, da medida de Impacto (variando de -1 a 1), depois da definição dos parâmetros terem sido definidos (escala, sentido, sensibilidade e pontos).

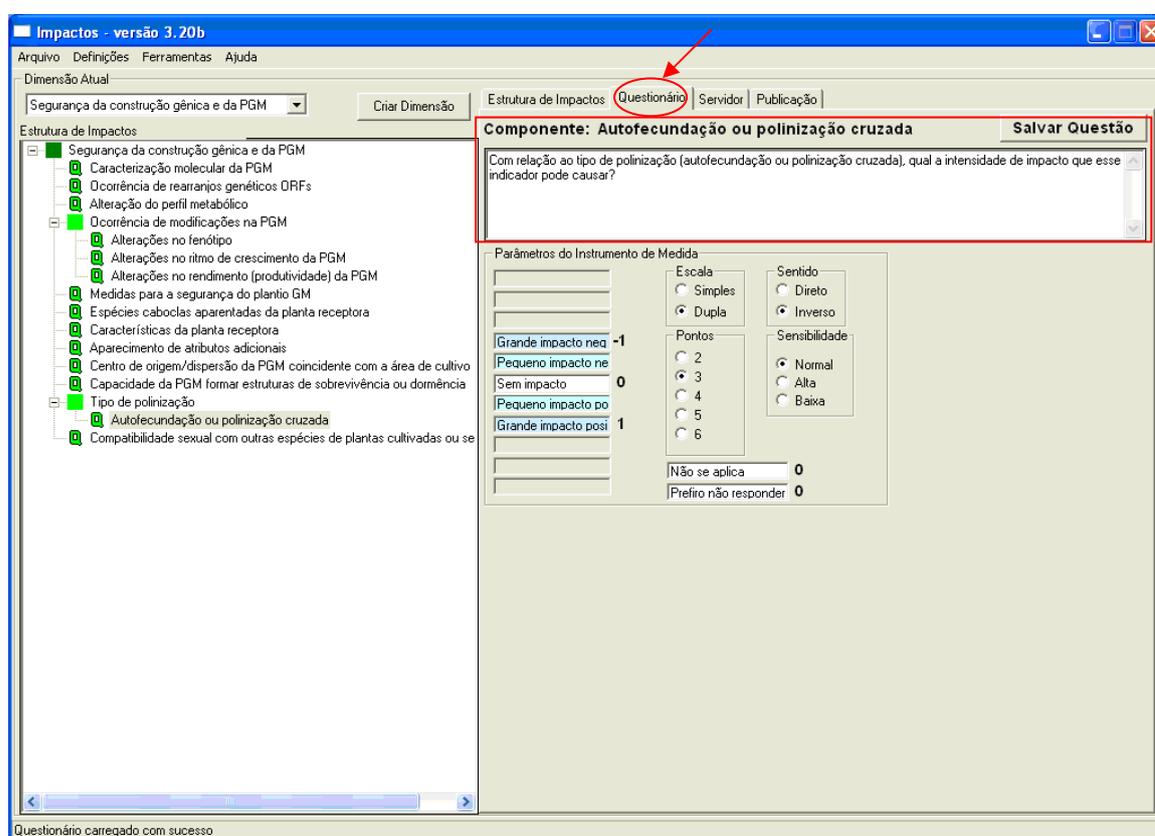


Figura 30 - Interface da página do Método Impactos-PGM: Definição dos parâmetros de medida para a avaliação dos Impactos.

6.5.3 Instruções para o emprego ou utilização do *Software*/Método Impactos PGM pelo usuário

Com a finalidade de apresentar para o usuário o potencial de utilização do *software*/método Impactos-PGM, serão apresentadas a seguir as instruções para o preenchimento do mesmo.

Primeiramente o usuário deve selecionar o *menu* **Definições e Matriz de Relacionamento** para a especificação dos especialistas (atores) que serão consultados para a avaliação por meio da inserção dos nomes dos atores e das categorias da avaliação junto com a descrição (Figura 31) e as dimensões relacionadas a cada um desses atores – Matriz de Relacionamento (Figura 32).

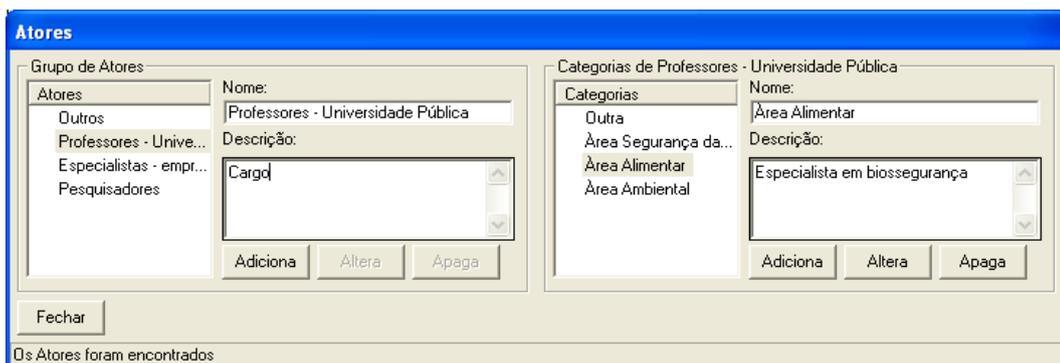


Figura 31 - Interface da página do Método Impactos-PGM: definição dos atores da avaliação.



Figura 32 - Interface da página do Método Impactos-PGM: definição da Matriz de Relacionamento.

Posteriormente, o usuário deve inserir os possíveis participantes da avaliação através da seleção do *menu* **Definições e Participantes da Avaliação** (Figura 33). Essa tela possibilita ao usuário do Método a seleção, exclusão e inserção de novos atores (botão **adicionar, alterar ou apagar**) que contribuirão com a avaliação permitindo o envio de um e-mail (botão **enviar e-mail**) convidando os especialistas selecionados a participar da avaliação. O botão **configurar e-mail** permite a elaboração do e-mail a ser enviado ao especialista que será convidado a participar da pesquisa.

Participantes da Avaliação

* Nome: Alexandre Morais do Amaral
 Instituição: Centro APTA Citros "Sylvio Moreira"
 * E-mail: alexandre@centrodecitricultura.br

* Ator: Pesquisadores
 * Categoria: Área ambiental
 Telefone: xxxxxx

* Login: alexandre@34
 * Senha: 738428

Gerar -->

Adicionar Alterar Apagar

Nome	Instituição	E-mail	Telefone	Ator	Categoria	Login
<input type="checkbox"/> João Lúcio...	Esalq	jazevedo@esalq...	xxxxxx	Professores - Un...	Área Segurança...	jazevedo@2
<input type="checkbox"/> Alexandre ...	Centro APTA Cit...	alexandre@cent...	xxxxxx	Pesquisadores	Área ambiental	alexandre@3
<input type="checkbox"/> Helaine Ca...	Esalq	hecarrer@esalq...	xxxxxx	Outros	Área Alimentar	hecarrer@59
<input type="checkbox"/> Ladislau Ar...	Embrapa Meio A...	skorupa@cnpm...	xxxxxx	Outros	Área Ambiental	skorupa@15
<input type="checkbox"/> Walter Colli	CTNBio	walcolli@usp.br	xxxxxx	Outros	Área Segurança...	walcolli@46
<input type="checkbox"/> Juliana Frei...	Centro APTA Cit...	jfastua@centrod...	xxxxxx	Pesquisadores	Área Segurança...	jfastua@49
<input type="checkbox"/> Mirian Pere...	Embrapa Café	maluf@iac.sp.go...	xxxxxx	Pesquisadores	Área alimentar	maluf@28
<input type="checkbox"/> Luciana Di...	Amyris Crystalsev	ldiciero@esalq.u...	xxxxxx	Especialistas - e...	Área alimentar	ldiciero@77
<input type="checkbox"/> José Maria...	UFScar	ferraz@cnpma.e...	xxxxxx	Professores - Un...	Área Ambiental	ferraz@11
<input type="checkbox"/> Carlos Albe...	FMUSP	carlos.moreira@i...	xxxxxx	Professores - Un...	Outra	carlos.moreir.
<input type="checkbox"/> Flavio Fina...	Fac. Ciências Fa...	ffinardi@usp.br	xxxxxx	Professores - Un...	Área Alimentar	ffinardi@65

Selecionar tudo Enviar E-mail Configurar E-mail Fechar

Figura 33 - Interface da página do Método Impactos-PGM: definição dos participantes da avaliação.

Já o *menu* **Definições e Pesquisar o Perfil dos Participantes** deve ser respondido para melhor caracterização da avaliação (Figura 34).

Pesquisar o Perfil dos Participantes

Por favor, seleccione qual a área a seguir descreve melhor sua área de atuação (Ambiental, Alimentar ou Segurança)? (Tipo Itens) Tipo: Texto Itens

<Questão Perfil 2> Tipo: Texto Itens

<Questão Perfil 3> Tipo: Texto Itens

<Questão Perfil 4> Tipo: Texto Itens

Salvar e Fechar

Figura 34 - Interface da página do Método Impactos-PGM: Pesquisa do perfil dos participantes.

Na próxima etapa, o usuário deve selecionar os especialistas para que os dados inseridos por esses sejam computados nos resultados fornecidos pelo *Software Impactos*.

Após atribuir os pesos aos indicadores o usuário deve selecionar o *menu Servidor* - lado direito da tela e pressionar o botão **Ativar Servidor**, pois assim os dados serão armazenados no *Software* permitindo a análise dos resultados na etapa posterior (Figura 35).

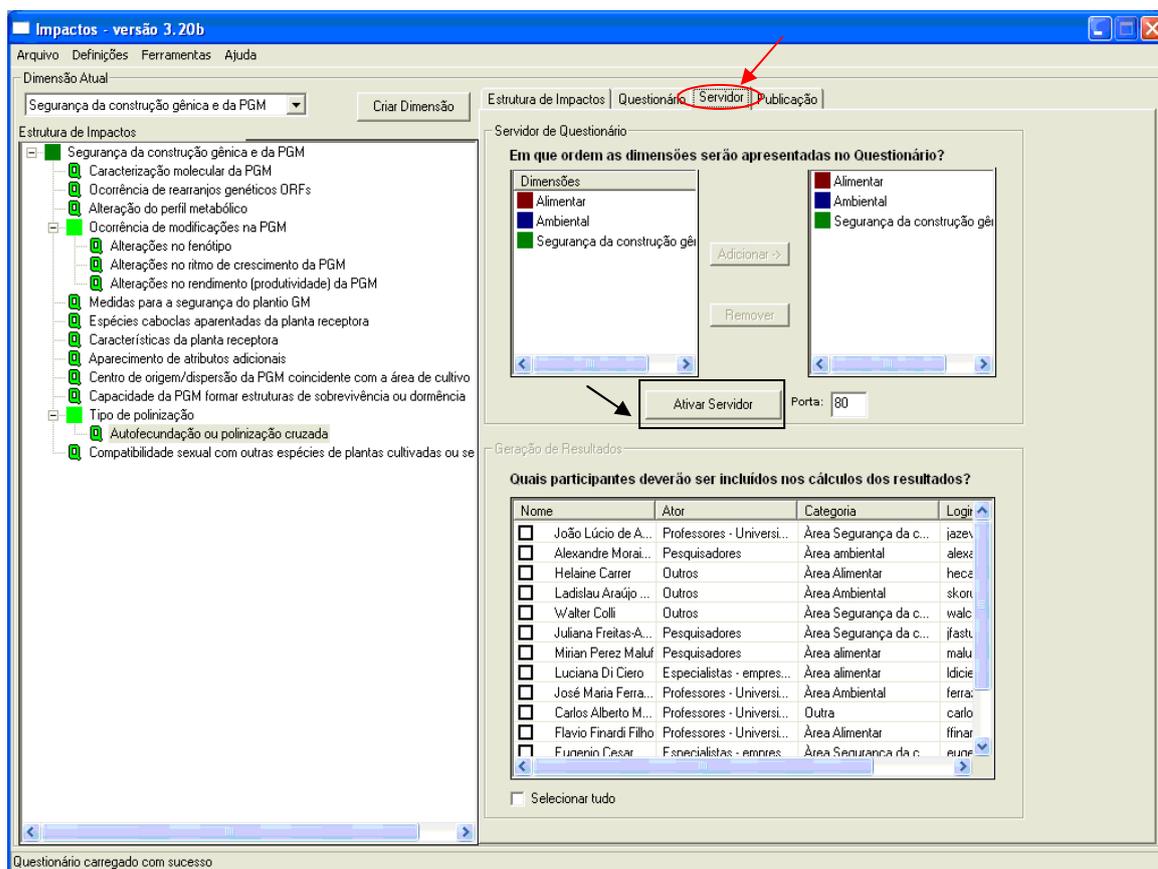


Figura 35 - Interface da página do Método Impactos-PGM: Ativação do servidor e escolha dos participantes da pesquisa.

Após a ativação do servidor, abre-se uma janela indicando que o mesmo está ativado (Figura 36).

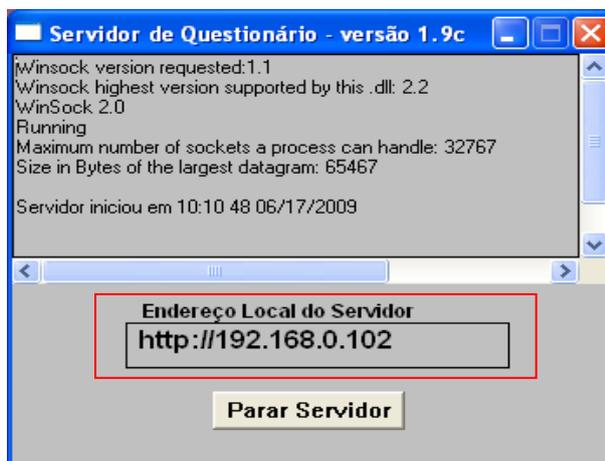


Figura 36 - Interface da página gerada pelo *Software/Método Impactos-PGM* quando o servidor é ativado.

O próximo passo é abrir um navegador (por exemplo: Explorer ou Firefox) e inserir o endereço eletrônico (destacado na Figura 36). Ao colocar o endereço no navegador, abre-se uma janela para que o usuário do *software/método* insira o *login* e senha gerados pelo *software* na etapa de inserção dos participantes (Figura 33) para que a tela do questionário seja aberta (Figura 37).

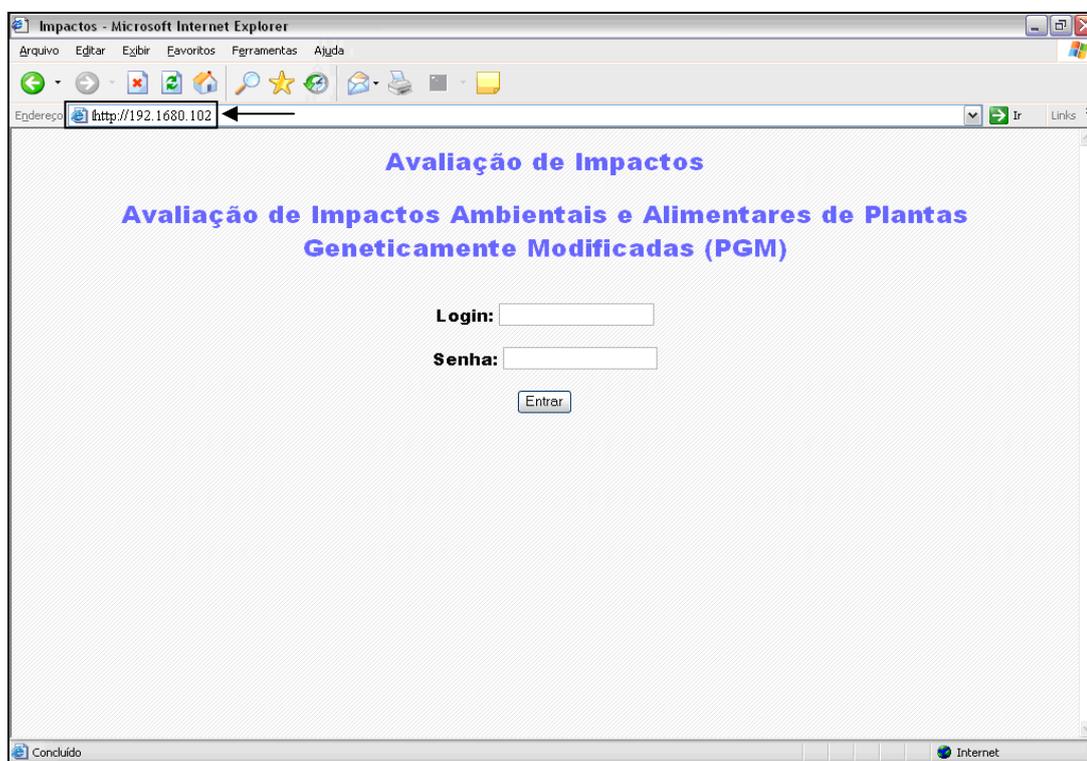


Figura 37 - Interface da página do Método Impactos-PGM: Inserção do *login* e senha do usuário.

Após a inserção do *login* e senha abre-se a tela da Figura 38. Nessa etapa, o usuário analisa cada indicador por dimensão. Ao terminar de responder cada questão referente aos indicadores, o usuário deve selecionar o botão **Salvar Resposta e Prosseguir** para que esses dados sejam computados nos resultados gerados pelo Software/Método.

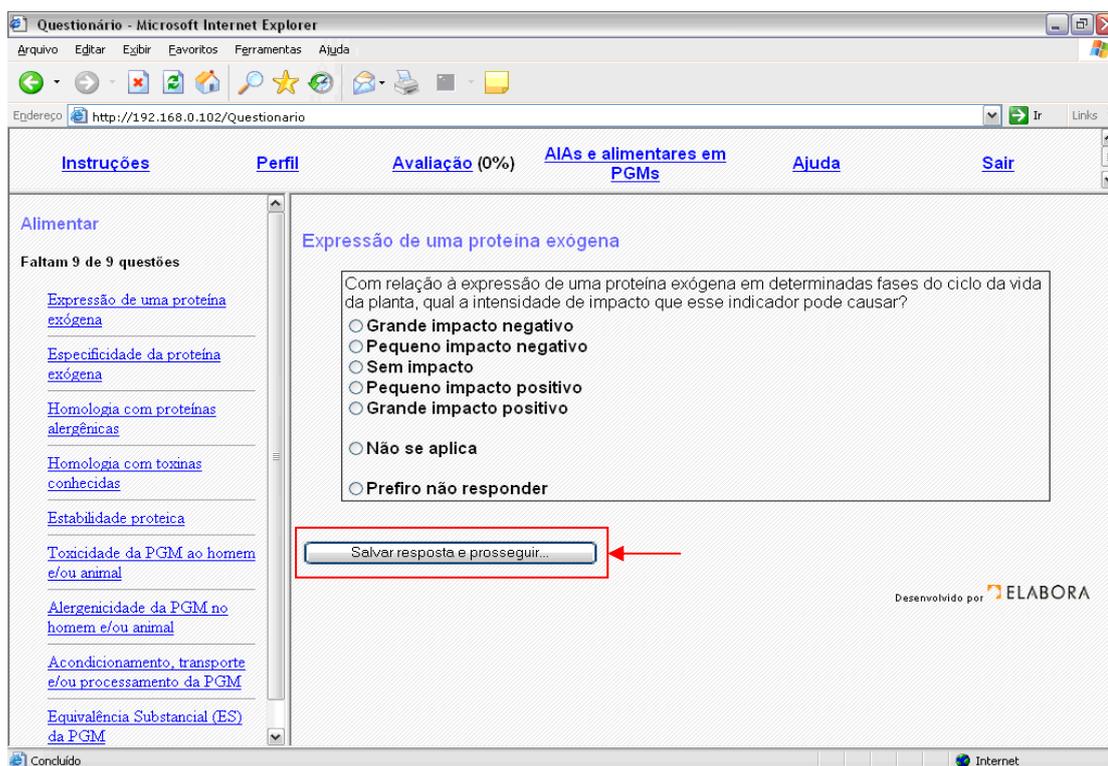


Figura 38 - Interface do questionário do Método Impactos-PGM: Atribuição do impacto dos indicadores.

Depois disso o usuário deve selecionar o botão **Parar Servidor** (Figura 36) para que esses dados sejam computados nos resultados gerados pelo Software/Método.

6.5.4 Apresentação dos resultados pelo Método Impactos-PGM

O último módulo do método consiste na apresentação dos resultados. Para tanto, o usuário deve selecionar o *menu* **Publicação** – parte superior do lado direito da tela, e selecionar as opções para composição dos resultados (Figura 39) e selecionar os botões **Publicar Informações** para gerar os resultados e/ou **Visualizar** para visualização dos mesmos.

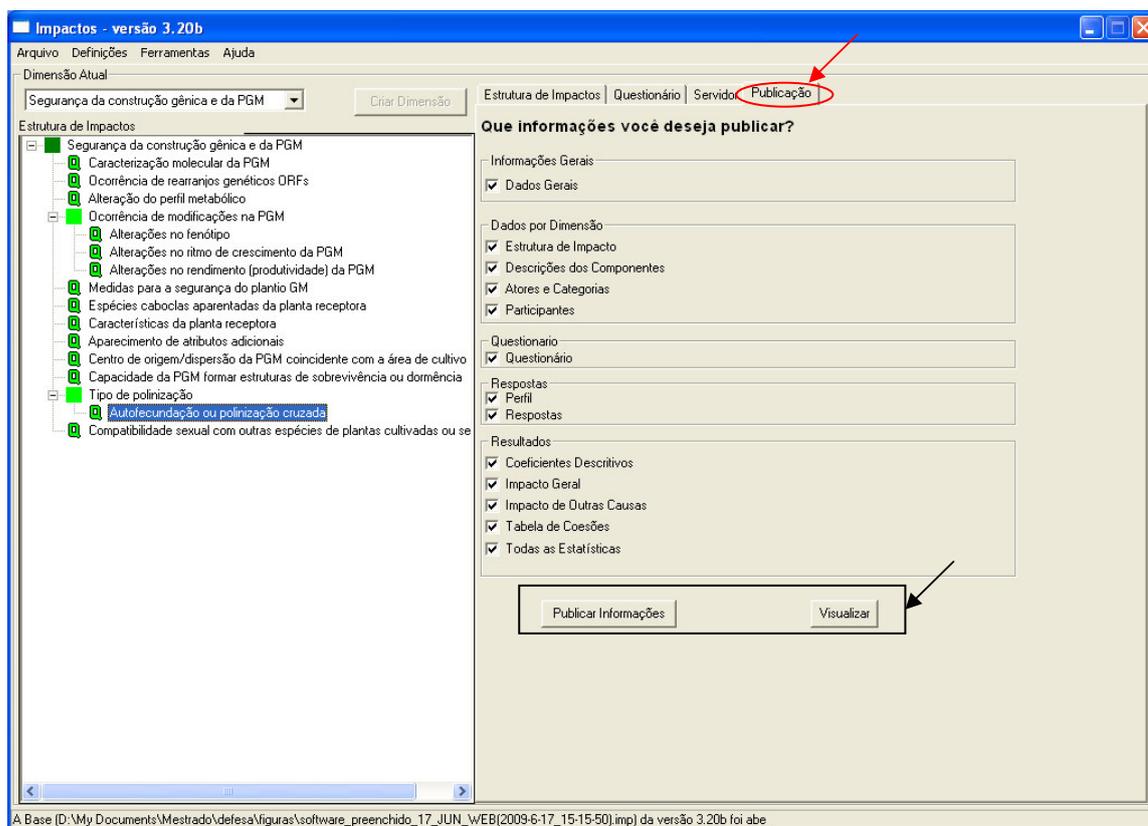


Figura 39 - Interface do Método Impactos-PGM: Informações que aparecerão no relatório final.

Nos resultados é possível obter informações detalhadas acerca das análises realizadas pelo *Software/Método* para a avaliação dos impactos da PGM no formato de uma tabela com os valores das análises tais como: tabela de coesões que varia de 0 a 1 (indica o nível de convergência das respostas obtidas durante a pesquisa, apontando a existência de ambiguidades na identificação dos impactos pelos entrevistados), aderência da estrutura de impactos (mede o quanto os indicadores foram adequados para captar impactos em um dado contexto de avaliação) e aderência da tecnologia (mede o quanto os indicadores foram adequados para representar a tecnologia avaliada), ambos variam de 0 (quando não há nenhuma aderência) a 1 (quando há total aderência), acionamento dos indicadores (mede o quanto os indicadores disponibilizados pelo Método foram utilizados) varia de 0 a 1 e impacto geral (mede o impacto da avaliação) dentre outros, conforme mostra a Figura 40.

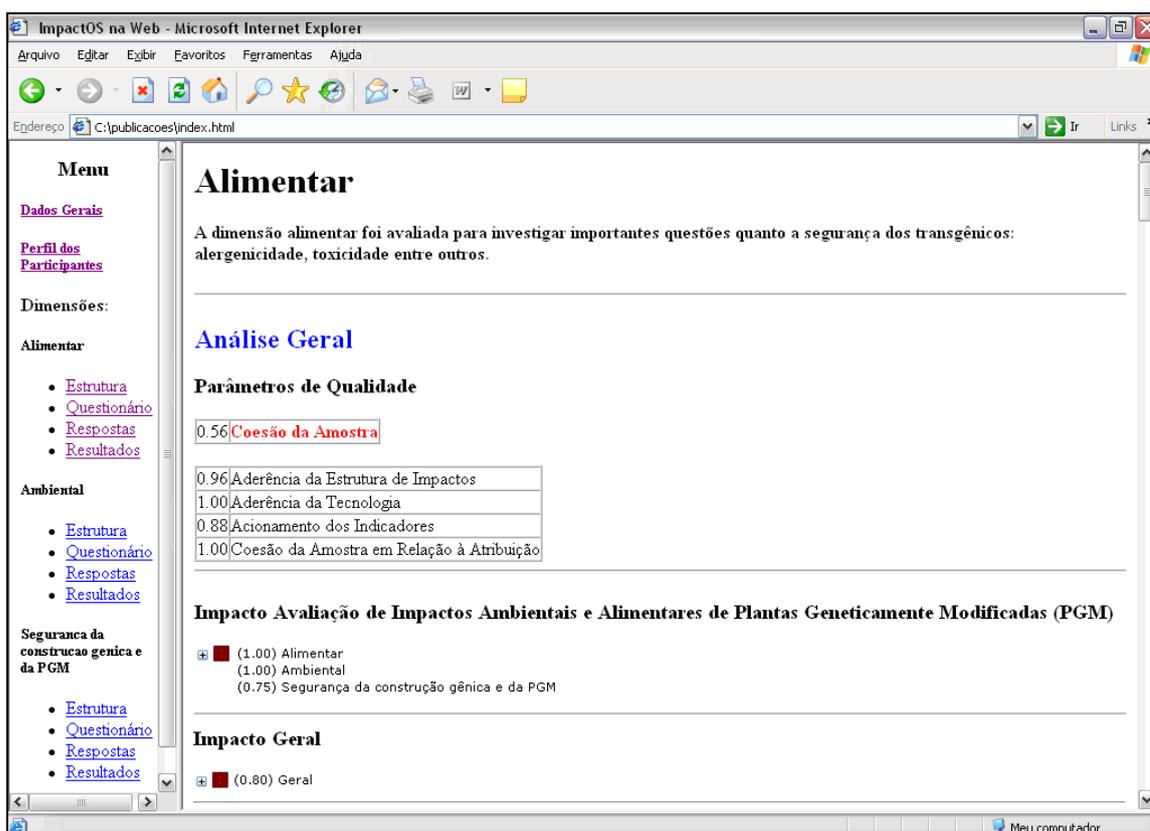


Figura 40 - Modelo de relatório gerado pelo Método Impactos-PGM.

Quando o impacto encontrado for igual a 1, significa que o impacto é positivo/desejável; já quando o impacto encontrado for -1 significa que o impacto é negativo/indesejável. Por fim, quando o impacto encontrado for igual a 0, significa que inexistente impacto.

O *software*/metodologia permite ao usuário ampliar a consulta aos especialistas, pois este possibilita o envio da avaliação por e-mail aos pesquisadores que tenham colaborado em alguma etapa da construção do transgênico ou que possam contribuir na sua avaliação. Este recurso garante a acuidade e robustez ao resultado da avaliação de impactos da PGM nas dimensões: Ambiental, Alimentar e Segurança da construção gênica e da PGM.

O próximo passo no estudo da biossegurança para a avaliação dos impactos de transgênicos seria o aprimoramento da Metodologia Impactos-PGM por meio da elaboração de um *software* específico para torná-lo uma plataforma amigável e com acesso web para facilitar que cada especialista preenchesse uma parte da avaliação. Além disso, esse novo *software* poderia apresentar os resultados no formato de tabelas, gráficos e relatórios para a melhor visualização dos resultados encontrados.

7 CONCLUSÕES

As conclusões serão apresentadas por etapas para melhor compreensão.

7.1 Primeira rodada de consulta aos especialistas: questionário on-line formato Delphi

O resultado da consulta realizada conforme a técnica Delphi reforçou a importância da criação de uma metodologia dedicada de simples uso que permita a análise caso a caso e que apresente diretrizes mínimas para direcionar a avaliação de PGMs. Este posicionamento dos especialistas consultados demonstra o descontentamento com o modo de avaliação de PGMs atualmente preconizado pela CTNBio. Alguns entrevistados desconhecem o atual modelo de avaliação o que pode ser indício de uma deficiência na divulgação das resoluções normativas que apresentam um roteiro de avaliação de risco a ser seguido. Além disso, a Resolução n° 5 também foi criticada por não ser objetiva e nem definir claramente as diretrizes para a avaliação.

Outra consideração importante que deve ser salientada seria o fato dos questionários e das entrevistas presenciais terem sido realizados antes da promulgação das Resoluções n° 6, 7 e 8 da CTNBio o que poderia ter modificado um pouco o panorama das respostas encontradas, pois, estas Resoluções apresentam as diretrizes para a liberação planejada no meio ambiente de organismos geneticamente modificados (OGMs) de origem vegetal, de classe de risco I e seus derivados (Resolução n° 6 e 8), assim como para microrganismos e animais geneticamente modificados de classe de risco I e seus derivados (Resolução n° 7) disponibilizando informações de como proceder no caso da liberação planejada, informação que não estava disponível.

Podemos concluir com os resultados obtidos nesse trabalho que os especialistas das áreas correlatas da biossegurança apresentam opiniões críticas ou não estão satisfeitos com as diretrizes atuais existentes para a avaliação de impactos de PGMs e/ou seus derivados. Para tanto sugerem a criação de uma metodologia dedicada de simples uso que permita a análise caso a caso e que apresente diretrizes mínimas para direcionar a avaliação de PGMs. Segundo os especialistas a revisão bibliográfica e a consulta aos especialistas das áreas

correlatas da biotecnologia e biossegurança seriam os procedimentos mais adequados para a elaboração dos indicadores e parâmetros que devem ser utilizados na metodologia. Essas sugestões são condizentes com a estratégia estabelecida para a elaboração do **Método Impactos-PGM** o que reforçou a importância da metodologia proposta.

7.2 Segunda rodada de consulta aos especialistas: entrevistas presenciais – conclusões dos questionários padrão

Os indicadores utilizados para compor o **Método Impactos-PGM** foram apontados como relevantes ou de relevância intermediária por pelo menos 50% dos especialistas para a avaliação dos impactos ambientais, alimentares e Segurança da construção gênica e da PGM. Já os outros, considerados irrelevantes pela óptica dos especialistas, não foram utilizados no método, já que não representam uma preocupação de suma importância por parte dos entrevistados.

7.2.1 Conclusões das Entrevistas Presenciais - Área Alimentar

O resultado obtido por meio das entrevistas presenciais da área alimentar que teve como objetivo a validação dos indicadores que farão parte do **Método Impactos-PGM** pelos especialistas, mostra que os especialistas consultados não apontaram como preocupantes as possíveis modificações na PGM como a composição nutricional e as características organolépticas, pois, afirmaram que alterações desse tipo dificilmente acontecem, já que a construção e/ou modificação da PGM é controlada. Mas consideraram importante a avaliação da ocorrência de efeitos negativos em organismos não-alvo como carcinogenicidade, mutagenicidade e efeitos da PGM sobre a reprodução, demonstrando preocupação referente a alterações em organismos que não são alvo da modificação genética.

7.2.2 Conclusões das Entrevistas Presenciais - Área Ambiental

A análise dos indicadores validados pelos especialistas nas entrevistas presenciais da área ambiental demonstra que os indicadores que compõe o Método

refletem que os especialistas consultados consideraram importante a avaliação do fluxo gênico em decorrência da mobilidade e disseminação do pólen e análise do histórico do uso seguro da PGM, pois dependendo da PGM em questão os cuidados com relação ao fluxo gênico são imprescindíveis. Entretanto, potenciais indicadores: transferência de genes das PGMs para plantas sexualmente compatíveis alterando o período de floração e/ou alterando a atração por polinizadores, efeitos residuais a curto e/ou longo prazo no campo onde são plantadas as PGMs não foram apontadas como relevantes de avaliação, pois os especialistas afirmaram que a inserção/alteração de um gene na planta dificilmente alteraria essas características.

7.2.3 Conclusões das Entrevistas Presenciais - Área Genética/Biologia Molecular

Os indicadores validados nas entrevistas presenciais como relevantes da área de genética/biologia molecular que entraram na composição do **Método Impactos-PGM** representam as principais preocupações dos especialistas quanto à avaliação dos impactos como características da planta receptora e a existência de espécies caboclas aparentadas da planta receptora na área do plantio da PGM. Entretanto, potenciais indicadores como ocorrência de modificações na PGM em decorrência da resistência à doenças (atributo inserido na PGM) e geração de plantas com aspecto daninho ou indesejável não foram apontadas como relevantes para compor o Método, pois a construção e/ou modificação da PGM é controlada, logo se for verificado algum problema como os citados acima a modificação é reavaliada.

7.2.4 Conclusões das Entrevistas Presenciais - Área Agronômica

A análise dos indicadores validados pelos especialistas nas entrevistas presenciais da área agronômica demonstra que os indicadores que compõe o Método refletem que os especialistas consultados consideraram importante para a avaliação dos impactos da PGM a análise do centro de origem/dispersão da PGM e o tipo de polinização, enquanto que questões do tipo contaminação pela PGM em água, terra, espécies em extinção, habitats naturais etc. e disseminação do OGM devido aos eventos climáticos extremos não foram apontados como relevantes. O

resultado encontrado confirma a ótica dos especialistas que afirmaram que dificilmente uma contaminação e/ou disseminação do OGM ocorreria, pois há muito cuidado nos experimentos que envolvem OGM como bordadura e distância mínima de segurança tanto das plantas convencionais como das geneticamente modificadas e também para evitar acidentes e/ou roubo de PGMs.

7.3 Conclusões Método Impactos-PGM

Este trabalho permitiu a construção da **Metodologia Impactos-PGM** com vistas a auxiliar a avaliação de impactos de PGMs nas dimensões: alimentar, ambiental e segurança da construção gênica e da PGM. Essa metodologia permite a avaliação de impactos por meio dos resultados gerados pelo *Software/Método*, o qual apresenta valores referentes à intensidade de impacto apontando se a PGM analisada poderá causar algum dano ou não ao meio ambiente e/ou à saúde das pessoas.

Com a utilização desse Método o usuário dispõe de uma ferramenta que facilitará a avaliação dos impactos das PGMs, pois este possui indicadores específicos que foram compilados da literatura especializada e de relatórios internacionais e validados pelos especialistas. Deste modo, a avaliação das PGMs pode ser realizada com mais segurança e possibilita a divulgação desses dados para a comunidade científica permitindo um avanço nos estudos de OGMs. A Metodologia Impactos-PGM possibilita a inserção de indicadores dependendo da PGM a ser analisada, ou seja, possibilita a análise caso a caso por ser um método inclusivo e dedicado. Esse recurso é importante, pois na área de biossegurança sempre há atualização de dados, novas construções e descobertas.

Futuramente, seria interessante a elaboração de métodos específicos para cada tratamento e por cultivar como, por exemplo, uma metodologia específica com indicadores dedicados para plantas resistentes a herbicidas, facilitando o trabalho dos pesquisadores, professores ou especialistas que desejam avaliar essas plantas.

Uma próxima etapa deste trabalho poderá ser a realização de estudos de caso empregando essa metodologia/*software* permitindo uma rodada de revalidação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS*

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 9000**: Sistemas de gestão da qualidade: fundamentos e vocabulário. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE BIOSSEGURANÇA. **Uma ficção jurídica denominada conselho nacional de biossegurança – CNBS**. 23 out. 2006. Disponível em: <<http://www.anbio.org.br>>. Acesso em: 25 out. 2007.

ARANTES, O. M. N.; VILAS-BÔAS, L. A.; VILAS BÔAS, G. T. Bacillus thuringiensis: estratégias no controle biológico. In: SERAFINI, L. A.; BARROS, N. M.; AZEVEDO, J. L. **Biotecnologia**: avanços na agricultura e na agroindústria. Caxias do Sul: EDUCS, 2002. p. 272-90.

ALMEIDA, J. R.; BASTOS, A. C. S. Métodos para análise e gestão ambiental: III – Avaliação de impactos ambientais. In: Almeida, J. R. (Org.). **Ciências Ambientais**. Rio de Janeiro: Thex Ed., 2002.

BASILI, V. R.; SELBY, R. W.; HUTCHENS, D. H. Experimentation in software engineering. **IEEE Transactions on Software Engineering**, Piscataway, v. 12, n. 7, p. 733-743, July 1986.

BAUER, M. W.; GASKELL, G. **Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som**: um manual prático. Tradução de Pedrinho A. Guareschi. Petrópolis: Editora Vozes, 2002.

BISSET, R. Methods for assessing direct impacts. In: CLARK, B. D.; GILAD, A.; BISSET, R.; TOMLINSON, P. **Perspectives on Environmental Impact Assessment**. Dordrecht: D. Reidel, 1983. p. 195-212.

BOLEA, M. E. **Evaluación de impacto ambiental**. Madrid: Fundación MAFPRE, 1984.

BORGES, I. C.; SILVEIRA J. M. F. J. **Difusão e impactos econômicos dos cultivos geneticamente modificados**. Campinas: Unicamp, 2009. (Texto interno para discussão do Instituto de economia da Unicamp).

* De acordo com:

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6023**: Informação e documentação: referências: elaboração. Rio de Janeiro, 2002.

BORÉM, A. **Escape gênico e transgênico**. Viçosa: Editora Suprema da UFV, 2002.

BOYD, H. W. J.; WETFALL, R. **Pesquisa mercadológica: texto e caso**. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1964.

BRASIL. Lei nº 6.803, de 02 de julho de 1980. Dispõe sobre as diretrizes básicas para o zoneamento industrial nas áreas críticas de poluição, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 03 jul. 1980. Seção 1, p. 13210.

BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a política nacional do meio ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e da outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 2 set. 1981. Seção 1, p. 16509.

BRASIL. Lei nº 8.974, de 5 de janeiro de 1995. Regulamenta os incisos ii e v do par. 1. Do art. 225 da constituição federal, estabelece normas para o uso das técnicas de engenharia genética e liberação no meio ambiente de organismos geneticamente modificados, autoriza o poder executivo a criar, no âmbito da presidência da república, a comissão técnica nacional de biossegurança, e da outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 6 janeiro 1995. Seção 1, p. 4-299.

BRASIL. Instrução Normativa nº 02, de 10 de setembro de 1996. Normas provisórias para Importação de Vegetais Geneticamente Modificados Destinados à Pesquisa. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 12 set. 1996a. Seção 1, p. 18091.

BRASIL. Instrução Normativa nº 04, de 19 de dezembro de 1996. Normas para o transporte de organismos geneticamente modificados. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 20 dez. 1996b. Seção 1, p. 27820.

BRASIL. Instrução Normativa nº 08, de 09 de julho de 1997. Dispõe sobre a manipulação genética e sobre a clonagem de seres humanos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 11 jul. 1997. Seção 1, p. 14774.

BRASIL. Instrução Normativa nº 17, de 17 de novembro de 1998. Dispõe sobre as normas que regulamentam as atividades de importação, comercialização, transporte, armazenamento, manipulação, consumo, liberação e descarte de produtos derivados de OGM. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 23 dez. 1998a. Seção 1, p. 47.

BRASIL. Instrução Normativa nº 18, de 15 de dezembro de 1998. Dispõe sobre a liberação planejada no meio ambiente e comercial da soja Roundup Ready. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 30 dez. 1998b. Seção 1-E, p. 101.

BRASIL. Lei nº 9.605, 12 de fevereiro de 1998. Artigo 54: dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 13 fev. 1998c. Seção 1, p. 1.

BRASIL. Instrução Normativa nº 19, de 19 de abril de 2000. Dispõe sobre os procedimentos para a realização de audiências públicas pela Comissão Técnica Nacional de Biossegurança. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 20 abr. 2000. Seção 1-E, p. 57.

BRASIL. Decreto nº 4.680, de 24 de abril de 2003. Regulamenta o direito à informação, assegurado pela Lei nº 8.078, de 11 de setembro de 1990, quanto aos alimentos e ingredientes alimentares destinados ao consumo humano ou animal que contenham ou sejam produzidos a partir de organismos geneticamente modificados, sem prejuízo do cumprimento das demais normas aplicáveis. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 28 abr. 2003a. Seção 1, p. 1.

BRASIL. Lei nº 10.688, de 13 de junho de 2003. Estabelece normas para a comercialização da produção de soja da safra de 2003 e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 16 jun. 2003b. Seção 1, p. 1.

BRASIL. Decreto nº 5.591, de 22 de novembro de 2005. Regulamenta dispositivos da Lei nº 11.105, de 24 de março de 2005, que regulamenta os incisos II, IV e V do § 1º do art. 225 da Constituição, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 23 nov. 2005a. Seção 1, p. 1.

BRASIL. Lei nº 11.105, de 24 de março de 2005. Estabelece normas de segurança e mecanismos de fiscalização de atividades que envolvam organismos geneticamente modificados - OGM e seus derivados, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 28 mar. 2005b. Seção 1, p. 1.

BRASIL. Decreto nº 5.705, de 16 de fevereiro de 2006. Promulga o Protocolo de Cartagena sobre Biossegurança da Convenção sobre Diversidade Biológica. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 17 fev. 2006a. Seção 1, p. 3.

BRASIL. Resolução Normativa nº 1, de 20 de junho de 2006. Dispõe sobre a instalação e o funcionamento das Comissões Internas de Biossegurança (CIBios) e sobre os critérios e procedimentos para requerimento, emissão, revisão, extensão, suspensão e cancelamento do Certificado de Qualidade em Biossegurança (CQB). **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 21 jun. 2006b. Seção 1, p.7.

BRASIL. Resolução Normativa nº 2, de 27 de novembro de 2006. Dispõe sobre a classificação de riscos de Organismos Geneticamente Modificados (OGM) e os níveis de biossegurança a serem aplicados nas atividades e projetos com OGM e seus derivados em contenção. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 28 nov. 2006c. Seção 1, p.90

BRASIL. Lei nº 11.460, de 21 de março de 2007. Dispõe sobre o plantio de organismos geneticamente modificados em unidades de conservação; acrescenta dispositivos à Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, e à Lei nº 11.105, de 24 de março de 2005; revoga dispositivo da Lei nº 10.814, de 15 de dezembro de 2003; e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 22 mar. 2007a. Seção 1, p. 1.

BRASIL. Resolução Normativa nº 3, de 16 de agosto de 2007. Dispõe sobre as normas de monitoramento de milho geneticamente modificado em uso comercial. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 23 ago. 2007b. Seção 1, p.19.

BRASIL. Resolução Normativa nº 4, de 16 de agosto de 2007. Dispõe sobre as distâncias mínimas entre cultivos comerciais de milho geneticamente modificado e não geneticamente modificado, visando à coexistência entre sistemas de produção. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 23 ago. 2007c. Seção 1, p.19.

BRASIL. Resolução Conselho Nacional de Biossegurança - CNBS nº 1, de 29 de janeiro de 2008. Aprova o regimento interno do Conselho Nacional de Biossegurança. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 7 fev. 2008a. Seção 1, p.1.

BRASIL. Resolução Normativa nº 5, de 12 de março de 2008. Dispõe sobre normas para liberação comercial de Organismos Geneticamente Modificados e seus derivados. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 13 mar. 2008b. Seção 1, p.6.

BRASIL. Resolução Normativa nº 6, de 6 de novembro de 2008. Dispõe sobre as normas para liberação planejada no meio ambiente de Organismos Geneticamente

Modificados (OGM) de origem vegetal e seus derivados. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 7 nov. 2008c. Seção 1, p.10.

BRASIL. Resolução Normativa nº 7, de 27 de abril de 2009. Dispõe sobre as normas para liberação planejada no meio ambiente de Microorganismos e Animais Geneticamente Modificados (MGM e AnGM) de Classe de Risco I e seus derivados. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 28 abr. 2009a. Seção 1, p.10.

BRASIL. Resolução normativa nº 8, de 3 de junho de 2009. Dispõe sobre normas simplificadas para liberação planejada no meio ambiente de Organismos Geneticamente Modificados (OGM) da Classe de Risco I e seus derivados. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 4 jun. 2009b. Seção 1, p.6.

BROOKES, G.; BARFFOOT, P. G. **GM crops**: the global socio-economic and environmental impact of the first nine years 1996-2004. Dorchester: PG Economics, 2005. 97 p.

BROOKES, G; BARFOOT, P. G. Global Impact of Biotech Crops: Socio Economic and Environmental Effects in the First Ten Years of Commercial Use. **AgBioForum**, v. 9, n. 3, p. 139-151, 2006.

CAMPANHOLA, C.; RODRIGUES, G. S.; DIAS, B. F. Agricultural biological diversity. **Ciência e Cultura**, v. 50, n.1, p.10-13, 1998.

CARNEIRO, P. **Benefícios ambientais da biotecnologia no Brasil**: O caso da soja RR. Uberlândia: Céleres, 2009 13 p. Disponível em: <http://www.celeres.com.br/estudos/SumarioExecutivoBeneficioAmbiental_SojaRR_Port_090202.pdf>. Acesso em: 30 mar. 2009.

CARDOSO, T. A. O.; SCHATZMAYR, H. G. Panorama histórico do processo construtivo de normas relativas a risco na elaboração da ciência. In: COSTA, M. F. B.; COSTA, M. A. F. (Org.). **Biossegurança de OGM**: saúde humana e ambiental. Rio de Janeiro: Papel Virtual Editora, 2003. v. único, p. 27-47.

CERDEIRA, A. L.; DUKE, S. O. The Current Status and Environmental Impacts of Glyphosate-Resistant Crops: A Review. **Journal of Environmental Quality**, v. 35, p. 1537-1658, 2006.

CHADE, J. **OMS não acha prova de que os transgênicos ameacem a saúde.** Disponível em: <<http://www.jornaldaciencia.org.br/Detail.jsp?id=29306>>. Acesso em: 14 abr. 2007.

CIBELLE, M. **Legislação de biossegurança no Brasil: cenário atual, 2004.** Disponível em: <<http://www.cib.org.br>>. Acesso em: 15 dez. 2007.

COLLI, W. Audiência Pública discute pedido de liberação comercial de arroz transgênico. **Agência CT**, Brasília, DF, 2009. Disponível em: <<http://www.agenciact.mct.gov.br/index.php/content/view/50282.html>>. Acesso em: 13 fev. 2009.

COLLI, W. CTNBio aprova liberação comercial de mais uma variedade de milho transgênico. **Agência CT**, Brasília, DF, 2008. Disponível em: <<http://agenciact.mct.gov.br/index.php/content/view/50013.html#>>. Acesso em: 9 jan. 2009.

COMISSÃO TÉCNICA NACIONAL DE BIOSSEGURANÇA. **Liberação comercial de algodão geneticamente modificado, algodão Roundup Ready, evento MON1445.** Brasília, DF, 2008a. (Parecer Técnico nº 1598/2008). Disponível em: <<http://www.ctnbio.gov.br/index.php/content/view/12385.html>>. Acesso em: 9 nov. 2008.

COMISSÃO TÉCNICA NACIONAL DE BIOSSEGURANÇA. **Liberação comercial de algodão geneticamente modificado, resistente a insetos e tolerante ao glufosinato de amônio evento 281-24-236/3006-210-23.** Brasília, DF, 2009a. (Parecer Técnico nº 1757/2009). Disponível em: <<http://www.ctnbio.gov.br/index.php/content/view/12884.html>>. Acesso em: 7 abr. 2009.

COMISSÃO TÉCNICA NACIONAL DE BIOSSEGURANÇA. **Liberação comercial de algodão geneticamente modificado, resistente a insetos, algodão Bollgard II, evento MON 15985.** Brasília, DF, 2009b. (Parecer Técnico nº 1832/2009). Disponível em: <<http://www.ctnbio.gov.br/index.php/content/view/13565.html>>. Acesso em: 7 abr. 2009.

COMISSÃO TÉCNICA NACIONAL DE BIOSSEGURANÇA. **Liberação comercial de algodão geneticamente modificado resistente a insetos evento 531.** Brasília, DF, 2005. (Parecer Técnico nº 513/2005). Disponível em: <<http://www.ctnbio.gov.br/index.php/content/view/10950.html>>. Acesso em: 9 jan. 2008.

COMISSÃO TÉCNICA NACIONAL DE BIOSSEGURANÇA. **Liberação comercial de algodão geneticamente modificado tolerante a herbicida Evento LLCotton25.** Brasília, DF, 2008b. (Parecer Técnico nº 1521/2008). Disponível em: <http://www.ctnbio.gov.br/upd_blob/0000/608.doc>. Acesso em: 9 nov. 2008.

COMISSÃO TÉCNICA NACIONAL DE BIOSSEGURANÇA. **Liberação comercial de milho geneticamente modificado resistente a insetos da ordem Lepidoptera e pragas do milho, evento TC1507.** Brasília, DF, 2008c. (Parecer Técnico nº 1679/2008). Disponível em: <http://www.ctnbio.gov.br/upd_blob/0000/625.doc>. Acesso em: 29 dez. 2008.

COMISSÃO TÉCNICA NACIONAL DE BIOSSEGURANÇA. **Liberação comercial de milho geneticamente modificado resistente a insetos evento BT 11.** Brasília, DF, 2007a. (Parecer Técnico nº 1255/2008). Disponível em: <http://www.ctnbio.gov.br/upd_blob/0000/610.doc>. Acesso em: 10 jan. 2008.

COMISSÃO TÉCNICA NACIONAL DE BIOSSEGURANÇA. **Liberação comercial de milho geneticamente modificado resistente a insetos evento MON810.** Brasília, DF, 2007b. (Parecer Técnico nº 1.100/2007). Disponível em: <<http://www.ctnbio.gov.br/index.php/content/view/10931.html>>. Acesso em: 9 jan. 2008.

COMISSÃO TÉCNICA NACIONAL DE BIOSSEGURANÇA. **Liberação comercial de milho geneticamente modificado tolerante ao glifosato, milho GA21, evento GA21.** Brasília, DF, 2008d. (Parecer Técnico nº 1597/2008). Disponível em: <http://www.ctnbio.gov.br/upd_blob/0000/568.doc>. Acesso em: 11 dez. 2008.

COMISSÃO TÉCNICA NACIONAL DE BIOSSEGURANÇA. **Liberação comercial de milho geneticamente modificado tolerante ao glifosato, milho Roundup Ready 2, evento NK603.** Brasília, DF, 2008e. (Parecer Técnico nº 1596/2008). Disponível em: <http://www.ctnbio.gov.br/upd_blob/0000/550.doc>. Acesso em: 20 dez. 2008.

COMISSÃO TÉCNICA NACIONAL DE BIOSSEGURANÇA. **Liberação comercial de milho geneticamente modificado tolerante a herbicida evento T25.** Brasília, DF, 2007c. (Parecer Técnico nº 987/2007). Disponível em: <http://www.ctnbio.gov.br/upd_blob/0000/612.doc> <http://www.ctnbio.gov.br/upd_blob/0000/612.doc>. Acesso em: 9 jan. 2009.

COMISSÃO TÉCNICA NACIONAL DE BIOSSEGURANÇA. **Liberação comercial de soja geneticamente modificada tolerante a herbicida evento GTS-40-3-2** (Comunicado Nº 54). Brasília, DF, 1998. Disponível em: <<http://www.ctnbio.gov.br/index.php/content/view/10966.html>>. Acesso em: 9 jan. 2008.

CONSELHO DE INFORMAÇÕES SOBRE BIOTECNOLOGIA. **Protocolo de cartagena sobre biossegurança**: reflexos para o Brasil. CIB. Disponível em: <<http://www.cib.org.br/protocolodecartagena.pdf>>. Acesso em: 15 set. 2008.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA Nº 001/1986, de 23 de janeiro de 1986. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para o Relatório de Impacto Ambiental - RIMA. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 17 fev. 1986. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>>. Acesso em: 18 out. 2007.

DEE, N.; BAKER, J.; DROBNY, N.; DUKE, K.; WHITMAN, I.; FAHRINGER, D. An environmental evaluation system for water resource planning. **Water Resources Research**, v. 9, n. 3, p. 523-535, 1973.

DIETZ, T. Methods for analyzing data from delphi Panels: some evidence from a forecasting study. **Technological Forecasting & Social Change**, v. 31, p. 79-85, 1987.

EGLER, P. C. G. Perspectivas de uso no Brasil do processo de avaliação ambiental estratégica. **Revista Parcerias Estratégicas**, n. 11, jun. 2001.

ERICKSON, P. A. **A practical guide to environmental impact assessment**. San Diego: Academic, 1994. 266 p.

ESTES, G. M.; KUESPERT, D. Delphi in industrial forecasting. **Chemical and Engineering News**, Washington, DC, 1976. p. 40-47.

EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY. **About EFSA**. Disponível em: <http://www.efsa.europa.eu/EFSA/efsa_locale-1178620753812_home.htm>. Acesso em: 09 jun. 2009.

EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY. Guidance document of the scientific panel on genetically modified organisms for the risks assessment of genetically modified plants and derived food and feed. Parma: **The EFSA Journal**, 2006. p. 1-115.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. Esquema pressão – pressão – situação – resposta e indicadores ambientais. **Lead Virtual Center**, 2004. Disponível

em: <<http://www.lead.virtualcenter.org/pt/dec/toolbox/Refer/Envindi.htm>>. Acesso em: 12 dez. 2007.

FOOD AND DRUG ADMINISTRATION. **Guideline on general principles of process validation.** Rockville, 1987. Disponível em: <<http://www.fda.gov/cdrh/ode/425.pdf>>. Acesso em: 30 out. 2007.

FOOD AND DRUG ADMINISTRATION. **General principles of software validation; final guidance for industry and FDA staff.** Rockville, 2002. Disponível em: <<http://www.fda.gov/cdrh/comp/guidance/938.html/>>. Acesso em: 1 nov. 2007.

FENKER, E. **Impacto ambiental e dano ambiental.** Disponível em: <<http://www.ambientebrasil.com.br/noticias/index.php3?action=ler&id=35501>>. Acesso em: 9 jan. 2008.

FURTADO, A. T.; SALLES-FILHO, S. **Políticas públicas para a inovação tecnológica na agricultura do estado de São Paulo:** métodos para avaliação de impactos de pesquisa. Relatório Final de Atividades GEOPI/DPCT/UNICAMP. Programa Políticas Públicas/Fapesp e Fundo Verde Amarelo/Finep. Campinas: Departamento de Política Científica e Tecnológica, Unicamp, 2003. Pt. 1/2.

FURTADO, A. T.; BONACCELLI, M. B.; BIN, A.; MIGLINO, M. A. P.; PAULINO, S.; CASTRO, P. F. D. **Avaliação da Pesquisa e Desenvolvimento em Saneamento no Brasil:** resultados e impactos do Prosab. Relatório Final de Atividades GEOPI/DPCT/UNICAMP – FINEP. Campinas: Departamento de Política Científica e Tecnológica, Unicamp, 2005.

GALVÃO, A. **Benefícios econômicos da adoção da biotecnologia no Brasil: O custo de não participar do desenvolvimento tecnológico.** Cascavel: Céleres, 2007. 36 p.

GALVÃO, A. **Benefícios econômicos da biotecnologia no Brasil: O caso da soja RR.** Uberlândia: Céleres, 2009. 15 p. Disponível em: <http://www.celeres.com.br/estudos/SumarioExecutivoBeneficioEconomico_SojaRR_Port_090202.pdf>. Acesso em: 30 mar. 2009.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisas.** São Paulo: Atlas, 1991.

GIRARDIN P.; BOCKSTALLER, C.; WERF H. Assessment of potential impacts of agricultural practices on the environment: the AGRO*ECO method. **Environmental Impact Assessment Review**, v.20, p. 227-239, 2000.

GRISI, C. C. H.; BRITTO, R. P. Técnica de cenários e o método Delphi: uma aplicação para o ambiente brasileiro. In: SEMINÁRIOS EM ADMINISTRAÇÃO FEA-USP, 6., 2003, São Paulo. **Anais...** Disponível em: <<http://www.ead.fea.usp.br/Semead/6semead/MKT.htm>>. Acesso em: 19 nov. 2004.

HARRISON, T. H. **Intranet data warehouse**. São Paulo: Berkeley, 1998.

IBAMA. **Avaliação de impacto ambiental**: agentes sociais, procedimentos e ferramentas. Brasília, DF, 1995. 134 p.

JAMES, C. **Global status of commercialized biotech/GM crops**: 2006. Ithaca: ISAAA, 2006. 12 p. (ISAAA Brief, 35). Disponível em: <<http://www.isaaa.org/Resources/Publications/briefs/35/executivesummary/pdf/Brief%2035%20-%20Executive%20Summary%20-%20English.pdf>>. Acesso em: 6 dez. 2007.

JAMES, C. **Global status of commercialized biotech/GM crops**: 2007. Ithaca: ISAAA, 2007. 16 p. (ISAAA Brief, 37). Disponível em: <<http://www.isaaa.org/resources/Publications/briefs/37/executivesummary/pdf/Brief%2037%20-%20Executive%20Summary%20-%20Portuguese.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2008.

JAMES, C. **Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops**: 2008. Ithaca: ISAAA, 2008. 20 p. (ISAAA Brief, 39). Disponível em: <<http://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/39/executivesummary/pdf/Brief%2039%20-%20Executive%20Summary%20-%20Portuguese.pdf>>. Acesso em: 2 mar. 2009.

JESUS, K. R. E.; LANNA, A. C.; VIEIRA, F. D.; ABREU, A. L.; LIMA, D. U. A proposed risk assessment method for genetically modified plants. **Journal of Applied Biosafety**, v. 11, n. 3, p. 127-137, 2006a.

JESUS, K. R. E.; PLONSKI, G. A.; DELLACHA, J. M.; CARULLO, J. C. **Biotecnologia e biossegurança**: integração e oportunidades no Mercosul. Brasília, DF: Embrapa, 2006b. v. 1, 439 p.

JESUS-HITZSCHKY, K. R. E.; CREMONEZI, S. M. N.; LIMA, D. U. **Método GMP-RAM para avaliação dos riscos ambientais de plantas geneticamente modificadas (PGM)**: estudo de caso do mamão geneticamente modificado para resistência ao vírus da mancha anelar. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2007. 59 p. (Embrapa Meio Ambiente. Boletim de Pesquisa, 45). Disponível em: <http://www.cnpma.embrapa.br/download/boletim_45.pdf>. Acesso em: 7 jan. 2008.

LAJOLO, F. M.; NUTTI, M. R. **Transgênicos**: bases científicas da sua segurança. São Paulo: SBAN, 2003. 112 p.

LIKERT, R. **A technique for the measurement of attitudes**. New York: Archives of Psychology, 1932.

LINSTONE, H. A.; TUROFF, M. **The delphi method**: techniques and applications. Reading: Addison-Wesley, 1975. 620 p.

MARCONI, M. D. A.; LAKATOS, E. M. **Técnicas de pesquisa**: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisas, elaboração, análise e interpretação de dados. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1996.

MARTINO, J. P. **Technological forecasting for decision making**. 3. ed. New York: Mc Graw-Hill, 1993. 460 p.

MATTAR, F. N. **Pesquisa de marketing**: edição compacta. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2001.

NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. **About the EFSA**. Disponível em: <http://www.nasonline.org/site/PageServer?pagename=ABOUT_main_page>. Acesso em: 09 jun. 2009.

NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. Committee on Environmental Impacts Associated with Commercialization of Transgenic Plants. Board on Agriculture and Natural Resources. Division on Earth and Life Sciences. National Research Council. **Environmental effects of transgenic plants: The scope and adequacy of regulation**. Washington: The National Academies Press, 2002.

NODARI, R. O.; GUERRA, M. P. Avaliação de riscos ambientais de plantas transgênicas. **Cadernos de Ciência e Tecnologia**, Brasília, DF, v. 18, n. 1, p. 81-116, 2001.

NODARI, R. O.; GUERRA, M. P.; VALLE, S. Proposta para uma política nacional de biossegurança (PNB). **Jornal da Ciência e-mail**, 07 mar. 2002.

NOSSAL, G. J. V. **A engenharia genética**. Lisboa: Editorial Presença, 1987. 159 p.

PEJTERSEN, A. M.; RASMUSSEN, J. Effectiveness testing of complex systems. In: SALVENDY, G. (Ed.). **Handbook of human factors and ergonomics**. 2. ed. New York: John Wiley, 1997. p. 1514-1541.

PELAEZ, V.; ALBERGONI, L.; GUERRA, M. P. Soja transgênica versus soja convencional: uma análise comparativa de custos e benefícios. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 21, n. 2, p.279-309, maio/ago. 2004.

PESSOA, L. T. G. **Metodologia de Avaliação Ambiental Estratégica de Organismo Geneticamente Modificado na Agricultura**. 2007. 265 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Engenharia Química/ Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

PESSOA, L. T. G.; CARVALHO, D. D.; PEREIRA JR, N. Transgênicos e indicadores ambientais. **Engenharia Ambiental Pesquisa e Tecnologia**, Espírito Santo do Pinhal, v. 3, n. 2, p. 086-106, 2007.

PFLIEGER, S. L. **Engenharia de Software: teoria e prática**. 2. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2004. 537 p.

RAMOS, T. B. Utilização de indicadores na gestão e avaliação ambiental. In: Painel sobre Gestão Ambiental e Desenvolvimento Sustentável. In: ENCONTRO NACIONAL DO COLÉGIO DE ENGENHARIA DO COLÉGIO DE ENGENHARIA DO AMBIENTE (ENCEA), 2., 2002, Porto. **Atas...** Porto: Ordem dos Engenheiros, 2002. p. 13.

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

RODRIGUES, G. S. Impacto das atividades agrícolas sobre a biodiversidade: causas e consequências. In: GARAY, I.; DIAS, B. (Org.). **Conservação da biodiversidade em ecossistemas tropicais: avanços conceituais e revisão de novas metodologias de avaliação e monitoramento**. Petrópolis: Vozes, 2001. p.128-139.

RODRIGUES, G. S.; CAMPANHOLA, C. Sistema integrado de avaliação de impacto ambiental aplicado a atividades do novo rural. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 4, p. 445-451, abr. 2003.

RODRIGUES, G. S.; JESUS, K. R. E. DE; CAPALBO, D.; MEISSNER, P. **Avaliação ambiental integrada para Licenciamento de Operação de Áreas de Pesquisa (LOAP) com plantas geneticamente modificadas - estudo de caso do mamão geneticamente modificado para resistência ao vírus da mancha anelar.** Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2005. 56 p. (Embrapa Meio Ambiente. Boletim de Pesquisa, 30). Disponível em: <http://www.cnpma.embrapa.br/download/boletim_30.pdf>. Acesso em: 4 dez. 2007.

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de Impacto Ambiental: Conceitos e Métodos.** São Paulo: Oficina de Textos, 2006. v. 1. 496 p.

SANTOS, A. B. **Desenvolvimento de ferramenta de geração e análise de complexidade estrutural de código.** Disponível em: <http://www.inf.unisinos.br/alunos/arquivos/RA_AndersonBestetti.pdf>. Acesso em: 18 out. 2007.

SANTOS, R. F. **Planejamento ambiental: teoria e prática.** São Paulo: Oficina dos Textos, 2004. 184 p.

SCHLINDWEIN, S. L. Introdução de plantas transgênicas no Brasil: basta avaliar o risco ambiental? **Cadernos de Ciência e Tecnologia**, Brasília, DF, v. 21, n. 2, p. 343-353, 2004.

SILVA, D. A. **Geração de objetivos de teste para sistemas reativos baseada na técnica de verificação de modelos CTL.** 2006. 102 f. Dissertação (Mestrado em Informática) - Ciência da Computação, Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba, 2006. Disponível em: <<http://copin.ufcg.edu.br/wiki-public/pub/COPIN/DissertacoesMestrado/DanielAguiar.pdf>>. Acesso em: 30 nov. 2007.

SIQUEIRA, J. O.; TRANNIN, I. C. B.; RAMALHO, M. A. P.; FONTES, E. M. G. Interferências no agrossistema e riscos ambientais de culturas transgênicas tolerantes a herbicidas e protegidas contra insetos. **Cadernos de Ciência e Tecnologia**, Brasília, DF, v. 21, p.11-81, n. 1, 2004.

SOMMERVILLE, I. **Software engineering.** 6. ed. Reading: Addison-Wesley, 2000.

STEIGLEDER, A. M. **Responsabilidade civil ambiental: as dimensões do dano ambiental no direito brasileiro.** Porto Alegre: Livraria do Advogado, 2004. v. 1. 287 p.

THOMPSON, M. A. **Java 2 & Banco de dados.** São Paulo: Érica, 2003.

UNIÃO EUROPÉIA. **Perguntas e respostas sobre a regulamentação comunitária em matéria de OGM**. Bruxelas, 2004. 22 p. (UE MEMO/04/102). Disponível em: <<http://europa.eu/rapid/pressReleasesAction.do?reference=MEMO/04/102&format=PDF&aged=1&language=PT&guiLanguage=en>>. Acesso em: 15 jan. 2008.

VIANNA, C. M. M.; CAETANO, R. **Avaliação tecnológica em saúde**: introdução a alguns conceitos básicos. Rio de Janeiro: Instituto de Medicina Social, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2001. 33 p. Disponível em: <<http://www.nates.ufjf.br/novo/saudecoletiva/2007/materias/epidemiologia/14-03-07/Avaltecsaude.pdf>>. Acesso em: 9 dez. 2007.

VILLELA, J. R. A. **Validação de processos**: um modelo utilizando ferramentas de qualidade e estatísticas. 2004. 102 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica/Gestão da Qualidade Total) - Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

WESTMAN, W. E. **Ecology, impact assessment and environmental planning**. New York: J. Wiley, 1985. 532 p.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **General information about biotechnology (GM foods)**. Disponível em: <http://www.who.int/foodsafety/biotech/general/en/index.html>. Acesso em: 02 mar. 2009.

WRIGHT, J. T. C. **A técnica Delphi**: programa de estudos do futuro. São Paulo: FEA, USP, 1994. 31 p.

WRIGHT, J. T. C. A técnica Delphi: uma ferramenta útil para o planejamento do Brasil? In: ENCONTRO BRASILEIRO DE PLANEJAMENTO EMPRESARIAL, 3., 1986, São Paulo. Como planejar 86. **Anais...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Planejamento Empresarial, 1986. p. 199-207.

WRIGHT, J. T. C.; GIOVINAZZO, R. A. Delphi – uma ferramenta de apoio ao planejamento prospectivo. **Caderno de Pesquisas em Administração**, São Paulo, v. 1, n. 12, p. 54-65, 2000.

ZACKIEWICZ, M. **Trajatórias e desafios da avaliação em ciência, tecnologia e inovação**. 2005. 229 f. Tese (Doutorado em Política Científica e Tecnológica) - DPCT/IG/Unicamp, Campinas, 2005.

ANEXOS

Anexo A - Painelistas Consultados: Primeira rodada de consulta aos especialistas questionário formato Delphi

1-) Nome: Ailton Reis

Instituição: Embrapa Hortaliças.

E-mail: ailton@cnph.embrapa.br

Área: Melhoramento genético de hortaliças visando resistência a doenças fúngicas.

2-) Nome: Alberto Duarte Vilarinhos

Instituição: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical.

E-mail: vila@cnpmf.embrapa.br

Área: Genética molecular. Membro da Comissão Interna de Biossegurança (CIBio).

3-) Nome: Alda Luiza Santos Lerayer

Instituição: Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL).

E-mail: alda.lerayer@cib.org.br

Área: Métodos de Análise - detecção e quantificação de OGM em alimentos.

4-) Nome: Alexandre Lima Nepomuceno

Instituição: Embrapa Soja.

E-mail: nepo@cnpso.embrapa.br

Área: Obtenção de Plantas Geneticamente Modificadas e biossegurança de OGM. Membro da Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio) (Especialista em Biotecnologia).

5-) Nome: Aluizio Borém

E-mail: borem@ufv.br

Instituição: Universidade Federal de Viçosa (UFV), Depto de Fitotecnia.

Área: Melhoramento de Plantas, Biossegurança Ambiental, Biotecnologia e OGMs. Membro suplente da CTNBio (Especialista da Área Vegetal).

6-) Nome: Amaury da Silva dos Santos

Instituição: Embrapa Tabuleiros Costeiros.

E-mail: amauryasantos@cpatc.embrapa.br

Área: Fitopatologia, atuando principalmente com melhoramento genético para resistência a patógenos causadores de doenças em plantas.

7-) Nome: Ana Clara Guerrini Schenberg

Instituição: Universidade de São Paulo (USP), Depto de Microbiologia.

E-mail: acgschen@usp.br

Área: Genética Molecular e de Microorganismos. Membro da Comissão Interna de biossegurança (CIBio).

8-) Nome: Ana Claudia Mamede Carneiro

Instituição: Dannemann Siemsen Advogados

E-mail: acmamede@dannemann.com.br

Área: Patentes, desenhos industriais, biotecnologia, biossegurança e cultivares.

9-) Nome: André Luís de Abreu

Instituição: Bayer CropScience Ltda.

E-mail: andre.abreu@bayercropscience.com

Área: Regulamentação de biossegurança: gerente de tecnologia da área de ciências.

10-) Nome: André Nepomuceno Dusi

Instituição: Embrapa Hortaliças.

E-mail: dusi@cnph.embrapa.br

Área: Epidemiologia de Víruses em hortaliças e na área de biossegurança de plantas geneticamente modificadas. Membro da CIBio.

11-) Nome: Andrea Balan

Instituição: Laboratório Nacional de Luz Síncrotron.

E-mail: abalan@usp.br

Área: Expressão de proteínas heterólogas, construção de sistemas de biossegurança para microrganismos.

12-) Nome: Antônio José Loureiro Cerqueira Monteiro

Instituição: Pinheiro Neto Advogados.

E-mail: ajmonteiro@pinheironeto.com.br

Área: Legislação de biossegurança. Conselheiro do CIB (Conselho de Informação sobre Biotecnologia).

13-) Nome: Antonio Luiz Cerdeira

Instituição: Embrapa Meio Ambiente.

E-mail: cerdeira@cnpma.embrapa.br

Área: Herbicidas e meio ambiente, água, plantas transgênicas resistentes a herbicidas.

14) Nome: Ariano Martins de Magalhães Júnior

Instituição: Embrapa Clima Temperado

E-mail: ariano@cpact.embrapa.br

Área: Melhoramento Genético como fitomelhoramento do arroz. Conselheiro do CIB.

15-) Nome: Arthur da Silva Mariante

Instituição: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia.

E-mail: mariante@cenargen.embrapa.br

Área: Conservação de recursos genéticos animais e caracterização genética animal.

16-) Nome: Carlos Alberto Arrabal Arias

Instituição: Embrapa Soja.

E-mail: arias@cnpso.embrapa.br

Área: Melhoramento Vegetal, resistência genética a pragas e doenças, adaptabilidade, estabilidade. Membro da CIBio.

17-) Nome: Carlos Alberto Moreira-Filho

Instituição: Universidade de São Paulo (USP), Faculdade de Medicina

E-mail: carlos.moreira@icr.usp.br

Área: Genética. Ex-membro da CTNBio.

18-) Nome: Cecília Helena Silvino Prata Ritzinger

Instituição: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical.

E-mail: cecilia@cnpmf.embrapa.br

Área: Avaliação de segurança alimentar e ambiental de mamoeiro geneticamente modificado para resistência ao vírus da mancha anelar (PRSV).

19-) Nome: Celso Omoto

Instituição: ESALQ - USP, Depto de Entomologia.

E-mail: celomoto@esalq.usp.br

Área: Avaliação de risco e manejo da resistência em plantas geneticamente modificadas que expressam proteínas Bt no Brasil. Ex-Membro da CTNBio.

20-) Nome: Claudete Teixeira Moreira

Instituição: Embrapa Cerrados.

E-mail: claudete@cpac.embrapa.br

Área: Soja-Melhoramento genético. Membro da CIBio.

21-) Nome: Cleber Carvalho de Castro

Instituição: Universidade Federal de Lavras.

E-mail: clebercastro@ufla.br

Área: Agronegócio, logística, gestão da tecnologia, inovação. Conselheiro do CIB.

22-) Nome: Cyro Paulino da Costa

Instituição: SVS do Brasil Ltda. - Seminis Vegetable Seeds

E-mail: cpcosta@esalq.usp.br

Área: Melhoramento de Hortaliças. Membro da CIBio.

23-) Nome: Damares de Castro Monte

Instituição: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia.

E-mail: damares@cenargen.embrapa.br

Área: Genômica vegetal, bibliotecas de cDNA, hibridização diferencial, resposta molecular a patógeno. Conselheira do CIB.

24-) Nome: Daniela Gazoto Contri

Instituição: TECAM

E-mail: biomol@tecam.com.br

Área: Detecção de Alimentos Geneticamente Modificados. Membro da CIBio.

25-) Nome: Daniella Pascon Vianna Braga

Instituição: Monsanto.

E-mail: daniella.p.braga@monsanto.com

Área: Genética Vegetal.

26-) Nome: Débora Pires Paula

Instituição: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia.

E-mail: debora@cenargen.embrapa.br

Área: Ecologia Molecular e Biossegurança de Organismos Geneticamente Modificados.

27-) Nome: Deise Maria Fontana Capalbo

Instituição: Embrapa Meio Ambiente

E-mail: deise@cnpma.embrapa.br

Área: Biossegurança de Plantas Geneticamente Modificadas, especialmente nos assuntos relativos a impactos ambientais dos transgênicos.

28-) Nome: Denis Ubeda de Lima

Instituição: Bayer CropScience.

E-mail: denis.lima@bayercropscience.com

Área: Regulamentação em biotecnologia, produção de dados de suporte sobre biossegurança de culturas geneticamente modificadas.

29-) Nome: Denise Hammerschmidt

Instituição: Tribunal de Justiça do Estado do Paraná.

E-mail: deniseha@sercomtel.com.br

Área: Intimidade genética, discriminação genética, informação genética: biodireito, biossegurança e transgênicos.

30-) Nome: Denize Dias de Carvalho

Instituição: Universidade Federal do Rio de Janeiro, Departamento de Engenharia Bioquímica.

E-mail: denize@eq.ufrj.br

Área: Sistema de gestão ambiental.

31-) Nome: Edna Maria Moraes Oliveira

Instituição: Embrapa Agroindústria de Alimentos.

E-mail: edna@ctaa.embrapa.br

Área: Detecção e Quantificação de Organismos Geneticamente Modificados e Análise da Expressão Gênica e Biotecnologia. Membro da CIBio.

32-) Nome: Edison Ryoiti Sujii

Instituição: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia.

E-mail: sujii@cenargen.embrapa.br

Área: Controle biológico, biossegurança e impacto de plantas geneticamente modificadas sobre a biodiversidade.

33-) Nome: Edson Watanabe

Instituição: Embrapa Agroindústria de Alimentos.

E-mail: edswat@ctaa.embrapa.br

Área: Avaliação de segurança alimentar de alimentos geneticamente modificados.

34-) Nome: Eduardo Romano de Campos Pinto

Instituição: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia.

E-mail: romano@cenargen.embrapa.br

Área: desenvolvimento de plantas transgênicas tolerantes a estresses bióticos e abióticos, avaliação de riscos de OGMs.

35-) Nome: Ekkehard Ernst Theodor Hansen

Instituição: Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Laboratório de Biotecnologia.

E-mail: ekki@uenf.br

Área: Biologia molecular, transformação genética, transgênicos. Membro da CIBio.

36-) Nome: Eliana Maria Gouveia Fontes

Instituição: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia.

E-mail: eliana@cenargen.embrapa.br

Área: avaliação de risco de organismo geneticamente modificado. Membro de Assessoramento em biossegurança de OGMs do Ministério da Agricultura e Abastecimento (MAPA) (2005-atual).

37-) Nome: Elíbio Leopoldo Rech Filho

Instituição: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia.

E-mail: rech@cenargen.embrapa.br

Área: Obtenção de plantas transgênicas de leguminosas.

38-) Nome: Eliana Setsuko Kamimura

Instituição: Universidade de São Paulo, Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos.

E-mail: elianask@usp.br

Área: Biotecnologia de Alimentos: produção de enzimas de interesse industrial através de processos fermentativos, processos de purificação de bioprodutos.

39-) Nome: Elisabete José Vicente

Instituição: Universidade de São Paulo, Instituto de Ciências Biomédicas.

E-mail: bevicent@usp.br

Área: Microbiologia aplicada: transformação de levedura, transformação estável de cepas industriais de leveduras.

40-) Nome: Ernesto Paterniani

Instituição: ESALQ - USP, Depto de Genética.

E-mail: epater@merconet.com.br

Área: Genética, melhoramento vegetal do milho. Ex-membro da CTNBio e membro da Academia de Ciências.

41-) Nome: Flávio Finardi Filho

Instituição: Universidade de São Paulo, Depto de Alimentos e Nutrição Experimental.

E-mail: ffinardi@usp.br

Área: Segurança e inocuidade de alimentos e alimentos geneticamente modificados.

42-) Nome: Francisco Pinheiro Lima Neto

Instituição: Embrapa Semi-Árido

E-mail: pinheiro.neto@cpatsa.embrapa.br

Área: Genética e Melhoramento de Plantas.

43-) Nome: Francisco José Lima Aragão

Instituição: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia.

E-mail: aragao@cenargen.embrapa.br

Área: Aspectos fisiológicos em plantas pelo silenciamento de genes, biossegurança de plantas geneticamente modificadas visando sua liberação no meio ambiente.

44-) Nome: Francys Mara Ferreira Vilella

Instituição: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente (IBAMA) e dos Recursos Naturais Renováveis.

E-mail: francys.vilella@ibama.gov.br

Área: Biologia Molecular.

45-) Nome: Gabriel Di Blasi

Instituição: Di Blasi, Parente, Soerensen Garcia & Associados

E-mail: diblasi@diblasi.com.br

Área: Biotecnologia e patentes. Conselheiro do CIB.

46-) Nome: Galdino Andrade Filho

Instituição: Universidade Estadual de Londrina, Departamento de Microbiologia, Depto. Microbiologia, Laboratório de Ecologia Microbiana.

E-mail: andradeg@uel.br

Área: Microbiologia e bioquímica do solo, atuando principalmente com: análise de risco ambiental de OGMs.

47-) Nome: Geraldo Ubirajara Berger

Instituição: Monsanto

E-mail: geraldo.u.berger@monsanto.com

Área: gerente técnico de biotecnologia: pesquisas com soja da multinacional em todo o Brasil. Ex-membro da CTNBio.

48-) Nome: Gonçalo Amarante Guimarães Pereira

Instituição: UNICAMP, Depto de Genética e Evolução.

E-mail: goncalo@unicamp.br

Área: Genética molecular e de microorganismos: transcrição e sequenciamento. Membro da CIBio.

49-) Nome: Goran Kuhar Jezovsek

Instituição: Dupont do Brasil S A, Divisão Pioneer Sementes.

E-mail: goran.kuhar@pioneer.com

Área: Biossegurança de plantas geneticamente modificadas, genética de populações de pragas do milho. Membro da CIBio.

50-) Nome: Helaine Carrer

Instituição: ESALQ - USP, Depto de Ciências Biológicas.

E-mail: hecarrer@esalq.usp.br

Área: Transformação genética nuclear e de cloroplastos de plantas, genômica funcional e interação planta-microrganismo. Membro da CIBio.

51-) Nome: Homero Dewes

Instituição: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Depto de Biofísica.

E-mail: hdewes@ufrgs.br

Área: Biotecnologia nos Agronegócios, atuando principalmente com: inovação nos agronegócios, agricultura do futuro, bioenergia e cadeias produtivas.

52-) Nome: Itamar Soares de Melo

Instituição: Embrapa Meio Ambiente.

E-mail: itamar@cnpma.embrapa.br

Área: Fitossanidade, biossegurança, atuando em controle biológico e patogenicidade.

53-) Nome: Jean Luiz Simões de Araújo

Instituição: Embrapa Agrobiologia.

E-mail: jean@cnpab.embrapa.br

Área: Biologia molecular e genômica.

54-) Nome: Jesus Aparecido Ferro

Instituição: Alellyx Applied Genomics.

E-mail: jesus.ferro@alellyx.com.br

Área: Biotecnologia vegetal, genômica funcional, bactérias fitopatogênicas e biossegurança de transgênicos. Membro da CIBio.

55-) Nome: João Carlos Bespalhok Filho

Instituição: UFPR - Setor de Ciências Agrárias

E-mail: bespa@ufpr.br

Área: Melhoramento vegetal, atuando principalmente com: cultura de tecidos, transformação genética, Membro da CIBio.

56-) Nome: João Maria Charchar

Instituição: Embrapa Hortaliças.

E-mail: charchar@cnph.embrapa.br

Área: Controle de nematoides em hortaliças.

57-) Nome: José Alberto Noldin

Instituição: EPAGRI - Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina S.A.

E-mail: noldin@epagri.rct-sc.br

Área: Arroz irrigado, manejo de plantas daninhas, resistência de plantas a herbicidas e qualidade ambiental. Membro da CIBio.

58-) Nome: José Luiz de Lima Filho

Instituição: Universidade Federal de Pernambuco, Depto de Bioquímica e Biofísica.

E-mail: joseluiz60@gmail.com

Área: Biologia molecular (Diagnóstico molecular), bioinformática e instrumentação. Membro da CTNBio (Especialista da Área de Saúde Humana).

59-) Nome: José Maria Ferreira Jardim da Silveira

Instituição: UNICAMP, Depto de Política e História Econômica.

E-mail: jmsilv@eco.unicamp.br

Área: Biotecnologia, biossegurança e agronegócio. Membro do conselho de informações sobre biotecnologia da UNICAMP.

60-) Nome: Josias Correa de Faria

Instituição: Embrapa Arroz e Feijão.

E-mail: josias@cnpaf.embrapa.br

Área: Biossegurança de organismos geneticamente modificados e fitossanidade. Membro da CIBio.

61-) Nome: Ladislau Araújo Skorupa

Instituição: Embrapa Meio Ambiente.

E-mail: skorupa@cnpma.embrapa.br

Área: Avaliação de interferência biológica de OGM sobre populações de plantas não-alvo, avaliação de segurança alimentar.

62-) Nome: Leandro Oliveira e Silva

Instituição: Agência Goiânia de Desenvolvimento Rural e Fundário

E-mail: los@genetic.com.br

Área: Genética e Melhoramento de Plantas. Membro da CIBio.

63-) Nome: Leda Cristina Santana Mendonça-Hagler

Instituição: Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Instituto de Microbiologia Prof. Paulo de Góes.

E-mail: leda@mls.com.br

Área: Biossegurança. É membro Comitê Executivo da Sociedade Internacional para Pesquisa em Biossegurança (ISBR), ex-membro da CTNBio e vice-presidência da Associação Nacional de Biossegurança (ANBio).

64-) Nome: Leila Macedo Oda

Instituição: Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ).

E-mail: l.oda@uol.com.br

Área: Biossegurança: Ex-Presidente da Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio) e Presidente da Associação Nacional de Biossegurança (ANBio).

65-) Nome: Lenise Aparecida Martins Garcia

Instituição: Universidade de Brasília, Depto de Biologia Celular.

E-mail: lgarcia@unb.br

Área: Biotecnologia, Educação Ambiental e Engenharia Genética: aspectos técnicos e éticos.

66-) Nome: Lílian Aguiar Saldanha

Instituição: Syngenta Seeds Ltda.

E-mail: lilian.saldanha@syngenta.com

Área: Regulamentação. Membro da CIBio.

67-) Nome: Luciana Di Ciero

Instituição: ESALQ - USP, Depto de Ciências Florestais.

E-mail: ldiciero@esalq.usp.br

Área: Biotecnologia, transgênicos, biossegurança, agricultura e organismos geneticamente modificados.

68-) Nome: Lucila Teresa de Gusmão Pessoa

Instituição: Instituto Nacional da Propriedade Industrial, Diretoria de Patentes.

E-mail: lucila@inpi.gov.br

Área: Transgênicos, impacto ambiental, agricultura, avaliação ambiental estratégica, gestão ambiental e OGM.

69-) Nome: Lucio Antonio de Oliveira Campos

Instituição: Universidade Federal de Viçosa, Depto de Biologia Geral.

E-mail: lcampos@ufv.br

Área: Biologia e Genética, com ênfase em genética animal.

70-) Nome: Luis Eduardo Aranha Camargo

Instituição: ESALQ - USP, Depto de Fitopatologia.

E-mail: leacamar@carpa.ciagri.usp.br

Área: mapeamento de genes de resistência e genômica de fitopatógenos, Membro da CIBio.

71-) Nome: Luiz Alberto Silveira Mairesse

Instituição: Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Curso Superior de Tecnologia em Agropecuária.

E-mail: mairesse@terra.com.br

Área: Melhoramento e fisiologia vegetal. Coordenador do Conselho do CIB.

72-) Nome: Luiz Antonio Barreto de Castro

Instituição: Ministério da Ciência e Tecnologia, Secretaria de Políticas e Programas de Pesquisa e Desenvolvimento.

E-mail: lbarreto@mct.gov.br

Área: Agronomia, melhoramento genético de plantas. Membro Titular da CTNBio.

73-) Nome: Luiz Carlos Louzano

Instituição: BASF S.A

E-mail: luiz.louzano@basf.com

Área: Biotecnologia. Membro da CIBio.

74-) Nome: Luiz Eduardo Rodrigues de Carvalho

Instituição: ESALQ - USP, Depto de Fitopatologia.

E-mail: luizeduardo@ufrj.br

Área: Avaliação e controle de qualidade de alimentos, educação alimentar e nutricional, e legislação e vigilância sanitária.

75-) Nome: Marcelo Gravina de Moraes

Instituição: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Departamento de Fitossanidade.

E-mail: mgm@ufrgs.br

Área: Expressão gênica, resistência sistêmica adquirida e detecção de organismos geneticamente modificados em produto vegetal.

76-) Nome: Marcelo Menossi Teixeira

Instituição: UNICAMP, Instituto de Biologia, Departamento de Genética e Evolução.

E-mail: menossi@unicamp.br

Área: genética vegetal: genômica funcional, bioinformática e biotecnologia aplicadas ao estudo da acumulação de sacarose e tolerância a estresses abióticos. Membro da CIBio.

77-) Nome: Márcia Maria Auxiliadora Naschenveng Pinheiro Margis

Instituição: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Depto de Genética.

E-mail: marcia.margis@ufrgs.br

Área: Respostas de defesa dos vegetais contra estresses abióticos, enzimas do metabolismo antioxidante e genômica funcional de plantas.

78-) Nome: Marco Antônio Ferreira da Costa

Instituição: Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ).

E-mail: costa@fiocruz.br

Área: Biossegurança: biossegurança de OGMs na saúde humana e ambiental: impactos, desafios e perspectivas.

79-) Nome: Marcos Gino Fernandes

Instituição: Universidade Federal da Grande Dourados, Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais.

E-mail: mgfernandes@ufgd.edu.br

Área: Impactos das Plantas Geneticamente Modificadas na entomofauna e amostragem de insetos em agroecossistemas e ecossistemas naturais.

80-) Nome: Marcos Paiva Del Giudice

Instituição: Universidade Federal de Viçosa, Depto de Fitotecnia.

E-mail: mgjudice@mail.ufv.br

Área: Biotecnologia, biossegurança, alimentos transgênicos, soja e melhoramento de plantas.

81-) Nome: Marcos Pileggi

Instituição: Universidade Estadual de Ponta Grossa, Depto de Biologia Estrutural Molecular e Genética.

E-mail: mpileggi@uepg.br

Área: Genética molecular e de microorganismos, biotecnologia agrícola, biodegradação e biologia.

82-) Nome: Marcos Rodrigues de Faria

Instituição: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia.

E-mail: faria@cenargen.embrapa.br

Área: Fitossanidade.

83-) Nome: Maria Cristina Prata Neves

Instituição: Embrapa Agrobiologia.

E-mail: mcpneves@cnpab.embrapa.br

Área: Fixação biológica de nitrogênio, interação estirpes e cultivares, análise de risco na segurança dos alimentos e segurança dos alimentos.

84-) Nome: Maria Fátima Grossi de Sá

Instituição: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia.

E-mail: fatimasa@cenargen.embrapa.br

Área: Engenharia genética vegetal e biologia molecular de plantas: proteínas de defesa vegetal, proteínas inseticidas.

85-) Nome: Maria José Amstalden Moraes Sampaio

Instituição: Embrapa Sede.

E-mail: zeze.sampaio@embrapa.br

Área: Biologia molecular, propriedade intelectual, transferência de tecnologias e avaliação de biotecnologias. Membro titular do CTNBio.

86-) Nome: Maria Lúcia Carneiro Vieira

Instituição: Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Departamento de Genética.

E-mail: mlcvieir@esalq.usp.br

Área: Mapas genético-moleculares e mapeamento de genes; cultura in vitro e transformação de plantas.

87-) Nome: Marília Regini Nutti

Instituição: Embrapa Agroindústria de Alimentos

E-mail: marilia@ctaa.embrapa.br

Área: Consultor ad hoc no grupo de trabalho responsável por elaborar uma proposta de normas de segurança alimentar para organismos geneticamente modificados.

88-) Nome: Mario Hiroyuki Hirata

Instituição: Universidade de São Paulo, Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Departamento de Análises Clínicas e Toxicológicas.

E-mail: mhirata@usp.br e tsakuda@usp.br

Área: Genotipagem, polimorfismo genético, Presidente da comissão interna de biossegurança da Faculdade de Ciências Farmacêuticas da USP.

89-) Nome: Maurílio Alves Moreira

Instituição: Universidade Federal de Viçosa, Depto de Bioquímica e Biologia Molecular.

E-mail: moreira@ufv.br

Área: melhoramento do feijoeiro visando resistência a doenças, seleção assistida aplicada ao melhoramento genético. Membro do Comitê Nacional de Biotecnologia como representante do MEC.

90-) Nome: Mayana Zatz

Instituição: Universidade de São Paulo, Depto de Genética e Biologia Evolutiva do Instituto de Biociências.

E-mail: mayazatz@usp.br

Área: Genética humana e médica, atuando em biologia molecular com enfoque em doenças neuromusculares e pesquisas em células tronco.

91-) Nome: Milton Kaster

Instituição: Embrapa Soja.

E-mail: kaster@cnpsa.embrapa.br

Área: melhoramento genético da qualidade da semente de soja; programa sistemas de produção de grãos.

92-) Nome: Mônica Cibele Amâncio

Instituição: Embrapa Sede

E-mail: monica.amancio@embrapa.br

Área: legislação de biossegurança e aspectos regulatórios na área de transgênicos no Brasil.

93-) Nome: Norma Gouvêa Rumjanek

Instituição: Embrapa Agrobiologia.

E-mail: norma@cnpab.embrapa.br

Área: Ecologia microbiana: diversidade de microrganismos do solo. Membro da CIBio.

94-) Nome: Neuza Maria Brunoro Costa

Instituição: Universidade Federal de Viçosa, Depto de Nutrição e Saúde.

E-mail: nmbc@ufv.br

Área: Biodisponibilidade de minerais, alimentos funcionais e valor nutricional dos alimentos. Biossegurança: análise da microbiota do solo.

95-) Nome: Odair Aparecido Fernandes

Instituição: Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Departamento de Fitossanidade.

E-mail: oafernandes@fcav.unesp.br

Área: Controle biológico através de parasitoides e predadores e manejo integrado de pragas.

96-) Nome: Paulo Arruda

Instituição: UNICAMP, Instituto de Biologia.

E-mail: parruda@unicamp.br

Área: Genética vegetal.

97-) Nome: Paulo Augusto Vianna Barroso

Instituição: Embrapa Algodão

E-mail: pbarroso@cnpa.embrapa.br

Área: Genética Vegetal, biossegurança, recursos genéticos e fluxo gênico. Membro Suplente da CTNBio (Especialista da Área Vegetal) (2005 – Atual).

98-) Nome: Paulo de Bessa Antunes

Instituição: Dannemann Siemsen Advogados

E-mail: pbessa@dannemann.com.br

Área: Direito Ambientalista.

99-) Nome: Paulo Ernesto Meissner Filho

Instituição: Embrapa de Mandioca e Fruticultura Tropical.

E-mail: meissner@cnpmf.embrapa.br

Área: Fitopatologia, biossegurança, OGM e mamoeiro transgênico. Membro da CIBio.

100-) Nome: Patrícia Fukuma

Instituição: Fukuma - Advogados e Consultores Jurídicos.

E-mail: abiad@uol.com.br ou contato@fukumaadvogados.com.br

Área: Ex-gerente jurídica da ABIA (Associação Brasileira da Indústria de Alimentos para Fins Especiais e Congêneres). Integra a Comissão de Bioética da OAB/SP.

101-) Nome: Pedro Jacob Christoffoleti

Instituição: ESALQ - USP, Depto de Produção Vegetal.

E-mail: pjchrist@esalq.usp.br

Área: Biologia e manejo de plantas daninhas, resistência de plantas daninhas a herbicidas.

102-) Nome: Raul Narciso Carvalho Guedes

Instituição: Universidade Federal de Viçosa, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Depto de Biologia Animal.

E-mail: guedes@ufv.br

Área: Ecotoxicologia de inseticidas, particularmente resistência de insetos a inseticidas, ecofisiologia de insetos e entomologia agrícola.

103-) Nome: Regina Célia Lopes Kopp Silva

Instituição: Fraga, Bekierman e Pacheco Neto Advogados.

E-mail: fblaw@fblaw.com.br

Área: Legislação sobre transgênicos.

104-) Nome: Ricardo Antonio Ayub

Instituição: Universidade Estadual de Ponta Grossa, Setor de Ciências Agrárias e de Tecnologia, Departamento de Fitotecnia e Fitossanidade.

E-mail: rayub@uepg.br

Área: Fruticultura e fisiologia pós-colheita. Membro da CIBio.

105-) Nome: Roberta Jardim de Moraes

Instituição: Centro de Atualização em Direito Universidade Gama Filho.

E-mail: rjmorais@gold.com.br

Área: Ciências jurídico-econômicas, rotulagem, transgênicos, direito comunitário, biossegurança.

106-) Nome: Robinson Antonio Pitelli

Instituição: Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Depto de Biologia Aplicada a Agropecuária.

E-mail: rapitelli@ecosafe.agr.br

Área: Ecologia Aplicada. Conselheiro do CIB.

107-) Nome: Rogério Margis

Instituição: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Centro de Biotecnologia.

E-mail: rogerio.margis@ufrgs.br

Área: Biologia Molecular: expressão gênica e marcadores moleculares. Avaliação do risco para mamíferos no consumo de OGM.

108-) Nome: Rubens Onofre Nodari

Instituição: Universidade Federal de Santa Catarina, Depto de Fitotecnia.

E-mail: nodari@cca.ufsc.br

Área: Genética Vegetal, atuando principalmente com: diversidade e conservação genética, melhoramento de plantas e biossegurança de OGM. Membro Titular da CTNBio (representante do Ministério do Meio Ambiente).

109-) Nome: Rupércio Alvares Cançado

Instituição: Greensky Consultoria e Assessoria Alimentícia.

E-mail: cancado@sbcta-pr.org.br

Área: Microbiologia, micotoxicologia, micotoxinas, segurança de laboratório, desenvolvimento de produtos, biotecnologia OGM.

110-) Nome: Sérgio Herminio Brommonschenkel

Instituição: Universidade Federal de Viçosa, Depto de Fitopatologia.

E-mail: shbromo@ufv.br

Área: Fitopatologia, Genética Vegetal, Genética Molecular e de Microrganismos e Melhoramento Vegetal. Membro da CIBio.

111-) Nome: Silvio Valle Moreira

Instituição: Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ).

E-mail: valle@fiocruz.br

Área: Regulação em biossegurança, membro do conselho de Gestão do Patrimônio Genético do Ministério do Meio Ambiente e da Comissão de avaliação da segurança de alimentos contendo OGMs da ANVISA.

112-) Nome: Spartaco Astolfi Filho

Instituição: Universidade Federal do Amazonas, Centro de Apoio Multidisciplinar (CAM).

E-mail: sastolfi@ufam.edu.br

Área: Biotecnologia: diagnóstico e análise de variabilidade genética, regulação da expressão gênica e produção de proteínas heterólogas. Membro da CIBio.

113-) Nome: Tânia Maria Araujo Domingues Zucchi

Instituição: Universidade de São Paulo, Depto de Parasitologia.

E-mail: tzucch@uol.com.br

Área: Biossegurança da saúde animal, vegetal e ambiental.

114-) Nome: Urbano Gomes Pinto de Abreu

Instituição: Embrapa Pantanal.

E-mail: urbano@cpap.embrapa.br

Área: Conservação e avaliação genética animal.

115-) Nome: Urbano Ribeiral

Instituição: Sementes Agrocere S.A

E-mail: claudiam@agrocere.com.br

Área: Regulamentação. Membro da CIBio.

116-) Nome: Vânia Moda – Cirino

Instituto Agrônomo do Paraná, Secretaria da Agricultura e do Abastecimento.

E-mail: vamoci@pr.gov.br

Área: Melhoramento genético Vegetal, resistência as doenças, biossegurança Membro Titular da CTNBio

117-) Nome: Vera Maria Quecini

Instituição: Instituto Agrônomo de Campinas (ITAL), Divisão de Biologia Fitotécnica, Seção de Genética.

E-mail: vquecini@iac.sp.gov.br

Área: Genoma funcional do café, Membro da CIBio.

118-) Nome: Victor Manoel Pelaez Alvarez

Instituição: Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Sociais Aplicadas, Depto de Economia.

E-mail: victor@ufpr.br

Área: Mudança Tecnológica, atuando principalmente com: inovação, regulamentação da tecnologia, biotecnologia e agrotóxicos.

119-) Nome: Wallace Ignácio Torres

Instituição: Roche -Produtos Químicos e Farmacêuticos S. A.

E-mail: wallace.torres@roche.com.

Área: Regulamentação. Membro da CIBio.

120-) Nome: Walter Cirillo

Instituição: Rhodia Agro Ltda.

E-mail: comunicabr@br.rhodia.com

Área: Regulamentação. Membro da CIBio.

121-) Nome: Walter Colli

Instituição: Universidade de São Paulo, Instituto de Química, Departamento de Bioquímica.

E-mail: walcolli@usp.br

Área: Regulamentação. Presidente da CTNBio.

122-) Nome: Weber Antonio Neves do Amaral

Instituição: Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Departamento de Ciências Florestais.

E-mail: wanamara@esalq.usp.br

Área: Biocombustíveis, biotecnologia, biossegurança e políticas públicas. Conselheiro do CIB.

Anexo B - Questionário Delphi aplicado em 10/04/2008

Questionário disponível no site da Embrapa Meio Ambiente (<http://www.cnpma.embrapa.br/ogm> chave de acesso: vulcanet).



Ministério da Agricultura,
Pecuária e Abastecimento



O(A) Senhor(a) está recebendo o questionário da 1ª rodada da consulta aos especialistas que deve ser respondido individualmente com informações apoiadas por justificativas.

Este questionário visa à obtenção de informações que nos possibilitarão elucidar questões relevantes quanto aos impactos ambientais e alimentares da tecnologia da transgenia e da utilização ou destinação dos seus produtos. O questionário faz parte do projeto de mestrado da aluna Simone Marchini Naves Cremonezi (bolsista FAPESP), sob a orientação da pesquisadora da Embrapa Meio Ambiente Dr^a Katia Regina Evaristo de Jesus-Hitzschky, desenvolvido no Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia da Universidade de São Paulo (USP – Instituto Butantan – IPT), em parceria com a Embrapa Meio Ambiente. Os resultados serão utilizados para formular uma metodologia para avaliar os impactos, caso a caso, das plantas geneticamente modificadas nas **Dimensões Ambiental e Alimentar**.

Esta proposta metodológica tem por objetivo minimizar as incertezas geradas pelo descontentamento da sociedade quanto ao tema, a partir do momento que as informações sobre os impactos dessa tecnologia estiverem disponíveis. O questionário prevê a consulta aos especialistas (Método Delphi) com o objetivo de fazer o primeiro levantamento dos dados e a partir deste, proporcionar a convergência das respostas representando uma consolidação do julgamento intuitivo do grupo de especialistas das áreas correlatas da Biotecnologia. O anonimato dos respondentes e o *feedback* das respostas do grupo são partes inerentes do método.

As informações fornecidas servirão unicamente para o projeto acima referido.

Para o correto preenchimento do questionário siga as instruções fornecidas nas questões.

Agradecemos antecipadamente a sua colaboração. Informações adicionais podem ser obtidas com Simone, tel. (19) 3311-2641 ou e-mail: simone@cnpma.embrapa.br.

Obs.: Favor retornar os questionários respondidos até 10 de maio de 2008.

Assinale a área na qual trabalha atualmente:

Saúde/Nutrição

Ambiental

Regulamentação

Genética/Biologia Molecular

Outra caso tenha assinalado esta opção especificar:

1. O(A) Senhor(a) acredita que haverá ampliação no desenvolvimento de produtos geneticamente modificados (GMs) no Brasil? Em caso afirmativo aponte quais as novas características com grande potencial de desenvolvimento. (1, Concordo pouco; 5, Concordo completamente).

Concordo pouco

1 2 3 4 5

Concordo completamente

2. Tem conhecimento de efeitos adversos (ou não intencionais) causados pelas plantas geneticamente modificadas (PGMs) e/ou seus derivados? Em caso afirmativo solicitamos que os descreva (se possível, cite a referência do artigo ou, caso a informação ainda não tenha sido publicada, o contato do(s) pesquisador(es) que levantou(aram) o(s) dado(s) descrito(s).

a)

Fauna

Flora

Saúde humana

Saúde animal

Alimento: _____

Construção genética: _____

b)

 Brasil Exterior, apontar o país: _____Comentário, referência ou contato: _____

3. O anexo I da Resolução N° 05 da CTNBio de dezembro/2007 descreve as diretrizes mínimas para a elaboração do plano de monitoramento pós-liberação comercial: o(a) Senhor(a) acha suficiente as informações fornecidas neste Anexo I? Em caso negativo ou caso desconheça a resolução 5, aponte as principais necessidades de informação para a elaboração do plano.

 Desconhece; as informações constantes na Resolução são suficientes; as informações constantes na Resolução são insuficientes;Pontos que necessitam de mais esclarecimento:

4. Como o(a) Senhor(a) vê a obrigação de fornecer informações que permitam identificar e detectar os organismos geneticamente modificados (OGMs)? As considera efetivas para fins de facilitar o controle e a inspeção após a comercialização? (1, Pouco eficiente; 5, Muito eficiente).

Pouco eficiente

1 2 3 4 5

Muito eficiente

Comentário ou sugestão: _____

5. A avaliação dos riscos ambientais prevê a análise das características do OGM e dos riscos potenciais associados aos novos produtos. Como o(a) Senhor(a) avaliaria o atual processo preconizado pela Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio) para avaliações de riscos de PGMs? (1, Pouco eficaz; 5, Muito eficaz).

Desconhece

Pouco eficaz

1 2 3 4 5

Muito eficaz

Comentário ou sugestão: _____

6. O(A) Senhor(a) já verificou ou tem conhecimento do fluxo gênico de alguma plantação GM para convencional? Se sim, relate o caso (o tipo de cultivo, localização etc). Cite a referência do artigo ou, caso a informação ainda não tenha sido publicada, o contato do(s) pesquisador(es) que levantou(aram) o(s) dado(s) reportado(s).
-

Referências ou contatos: _____

7. Há alguma informação adicional importante que não foi citada acima e que mereça ser relatada sobre os impactos das PGMs sejam eles positivos ou negativos para o meio ambiente ou para saúde humana/animal?
-

8. Na sua opinião quais opções seriam as mais eficientes para a avaliação da segurança dos transgênicos (assinale **as alternativas** que julgar necessárias):

a)

- | | | |
|--|--|---|
| <input type="checkbox"/> Modelo ou método para realizar a avaliação dos impactos ambiental e alimentar | <input type="checkbox"/> <i>Check list</i> para realizar a avaliação de impactos ambiental e alimentar | <input type="checkbox"/> Protocolos definidos |
|--|--|---|

b)

- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Modelos ou métodos específicos por tecnologia (resistência a herbicida/insetos etc.) | <input type="checkbox"/> Modelos ou métodos gerais |
|---|--|

c)

- | | | |
|--|--|--|
| <input type="checkbox"/> Diretrizes para o monitoramento do plantio GM | <input type="checkbox"/> Diretrizes para a contenção do plantio GM | <input type="checkbox"/> Diretrizes para a rastreabilidade do plantio GM |
|--|--|--|

Caso tenha assinalado alguma alternativa acima, acrescente a justificativa ou comentário/sugestão _____

9. No seu ponto de vista qual deveria ser a principal preocupação de uma metodologia que tenha por finalidade a realização da avaliação de impactos de PGMs? Marque as alternativas que julgar necessárias.

Formulação dos indicadores ou parâmetros para a avaliação

Definição dos critérios da avaliação

Atribuição de pesos por indicador

Consenso dos especialistas e da comunidade em geral

Outras: _____

10. Na sua opinião seria importante ter um método que permita a avaliação caso a caso e que funcione como um norteador para a avaliação dos impactos de PGMs?

11. No seu ponto de vista como deve ser um método de avaliação de impacto de PGM?

12. Como o(a) Senhor(a) sugeriria o levantamento de dados para a definição dos indicadores ou parâmetros para a avaliação de impactos de PGMs?

13. Como o(a) Senhor(a) sugeriria o levantamento de dados para a atribuição dos pesos dos indicadores para a avaliação de impactos de PGMs?

Anexo C - Questionário
Entrevista Presencial – Dimensão ALIMENTAR

Abaixo apontamos alguns indicadores para a avaliação das características da dimensão alimentar. Solicitamos que avalie cuidadosamente cada um deles.

1-) Proteína exógena é expressa?

a) Fase do ciclo de vida da planta que é expressa a proteína exógena?

b) Proteína exógena é encontrada em partes comestíveis da planta?

c) Especificidade da Proteína exógena?

d) Proteína exógena expressa tem homologia com proteínas alergênicas ou tóxicas?

e) Estabilidade Proteica?

2-) Ocorrência de efeitos negativos em organismos não-alvo

a) Toxicidade da PGM ao homem e/ou animal?

b) Efeitos reprodutivos (aumento no número de abortos e nascimentos prematuros - efeitos da PGM sobre a reprodução).

c) Carcinogenicidade (maior frequência de tumores e câncer nas cobaias?)

d) Mutagenicidade (alterações genéticas indesejáveis).

e) Alergenicidade da PGM no homem e/ou animal

3-) Houve alteração de alguns dos itens da composição alimentar da PGM: umidade, proteína, lipídios totais, cinzas, fibra alimentar, carboidratos, energia, colesterol, ácidos graxos, vitaminas, sódio?

4-) Foi realizada a análise das características organolépticas (sabor, olfato, tato, paladar) da planta transgênica em relação a convencional?

5-) Existe a necessidade de diferença no acondicionamento, transporte e/ou processamento da PGM?

6-) Equivalência Substancial (ES) da PGM

7-) Efeitos secundários do consumo do alimento geneticamente modificado (AGM) não previstos (sonolência, secura na boca, desconforto gástrico, perturbações da visão)

8-) Homologia entre as proteínas expressas do transgênico com toxinas conhecidas?

Anexo D - Questionário
Entrevista Presencial – Dimensão AMBIENTAL

Abaixo apontamos alguns indicadores para a avaliação das características da dimensão ambiental. Solicitamos que avalie cuidadosamente cada um deles.

1-) Fluxo Gênico

a) Espécies que se alimentam da semente da PGM

2-) A mobilidade e distância do pólen?

3-) Presença de polinizadores na região do plantio?

Pássaros Morcegos Insetos

4-) Distribuição geográfica e de cultivo da PGM incluindo sua distribuição em relação às espécies compatíveis (próxima ao rio; regiões com muito vento; próximo a mata nativa; área de proteção)

5-) Transferência de genes das PGMs para plantas sexualmente compatíveis:

a) altera o período de floração?

b) altera a atração por polinizadores?

6-) Análise do histórico de uso seguro da PGM

7-) Gerenciamento dos dados da colheita: fertilizantes, proteção de colheitas e rotação de culturas?

8-) Efeitos residuais a curto e/ou longo prazo no campo onde são plantadas as PGMs?

9-) Exposição de organismos não-alvo na biota do solo com cultura de PGM (minhocas, microorganismos, decomposição de material orgânico)

10-) Alterações na biodiversidade em decorrência da PGM?

11-) Efeitos da PGM sobre a diversidade da população de espécies no ambiente receptor

12-) Alterações na susceptibilidade da PGM às pragas, doenças e agentes patogênicos

13-) Alteração da tolerância da PGM à estresse?

Anexo E - Questionário
**Entrevista Presencial – Dimensão GENÉTICA/
BIOLOGIA MOLECULAR**

Abaixo apontamos alguns indicadores para a avaliação das características da dimensão Genética/Biologia Molecular da PGM. Solicitamos que avalie cuidadosamente cada um deles.

1-) Caracterização molecular da PGM

2-) PGM com gene marcador de resistência a antibiótico

3-) Ocorrência de rearranjos genéticos (ORFs – *Open Reading Frames*)

4-) Alteração do perfil metabólico

5-) Ocorrência de modificações na PGM:

- a) alterações de fenótipo (pleiotropia, interações gênicas, mutação de sentido errado, estrutural, bioquímica, fisiológica e comportamental)

- b) alterações no ritmo de crescimento da PGM

c) alterações no rendimento (produtividade) da PGM

d) alterações quanto à resistência às doenças

6-) Necessidades de medidas a serem tomadas para a segurança do plantio GM (controle do fluxo gênico, distância mínima de segurança tanto das plantas convencionais como das geneticamente modificadas e também para evitar acidentes como roubo de PGMs)

7-) Existem espécies caboclas aparentadas da planta receptora?

8.a-) Geração de plantas com aspecto daninho ou indesejável

b-) Características do receptor

c-) Incremento na reprodutividade, competitividade ou habilidade adaptativa.

9-) Aparecimento de atributos adicionais

Anexo F - Questionário
Entrevista Presencial – Dimensão AGRONÔMICA

Abaixo apontamos alguns indicadores para a avaliação das características da dimensão agronômica. Solicitamos que avalie cuidadosamente cada um deles.

1-) Centro de origem/dispersão da PGM ser coincidente com a área do cultivo

2-) Incremento da resistência da PGM alvo da modificação. Se a PGM apresenta capacidade de formar estruturas de sobrevivência ou dormência (características secundárias)?

3-) Foram necessárias mudanças nos métodos de cultivos devido a introdução da planta geneticamente modificada (PGM)?

4-) Foram constatadas alterações na fertilidade do solo da cultivar da PGM?

5-) Há efeitos indiretos na cadeia trófica quanto a predadores, parasitas e organismos patogênicos de plantas?

6-) Foram verificados efeitos indiretos do OGM devido a eventos causados na cadeia como:

a) interações com outros organismos;

b) transferência de material genético;

7-) Tipo de polinização (autofecundação e polinização cruzada)

8-) Compatibilidade sexual com outras espécies de plantas cultivadas ou selvagens

9-) Geração de espécies resistentes, persistentes e invasivas?

10-) Disseminação de OGM devido aos eventos climáticos extremos

a) As condições climáticas (chuvas, ventos e secas) interferem na distribuição geográfica da PGM?

b) Localização geográfica da região em relação às áreas susceptíveis, ou seja, a propriedade é situada numa região sujeita à intempéries?

c) Localização do plantio (por exemplo, posição do experimento dentro da propriedade)

d) Qual é o período da ocorrência do evento climático extremo? É coincidente com o da fecundação?

e) Qual é a extensão da disseminação do pólen?

11-) Histórico de uso seguro da área reservada do plantio de PGM?

12-) Foi registrada alguma contaminação pela PGM em água, terra, espécies em extinção, habitats naturais etc.

Anexo G - Painelistas Entrevistados:
Consolidação dos Indicadores de Impactos de PGMs

Nome	Instituição
Adriana Capella	Alellyx Applied Genomics
Alda Lerayer	CIB
Alexandre Moraes do Amaral	Centro APTA Citros "Sylvio Moreira"
Anibal Eugenio Vercesi	Unicamp
Antonio Luiz Cerdeira	Embrapa Meio Ambiente
Carlos Alberto Moreira-Filho	FMUSP
Deise Maria Fontana Capalbo	Embrapa Meio Ambiente
Denis Lima	Bayer Cropscience LTDA
Eduardo Fermino	Centro APTA Citros "Sylvio Moreira"
Ernesto Paterniani	ESALQ
Eugenio Cesar Ulian	Monsanto
Flávio Finardi Filho	USP
Gonçalo Guimarães Pereira	Unicamp
Gustavo Astúa Monge	Alellyx Applied Genomics
Helaine Carrer	ESALQ
João Lúcio de Azevedo	ESALQ
José Maria Gusman Ferraz	Embrapa Meio Ambiente
Juliana Freitas-Astua	Centro APTA Citros "Sylvio Moreira"
Ladislau Araújo Skorupa	Embrapa Meio Ambiente
Lilian Saldanha	Syngenta Seeds Ltda
Luciana Di Ciero	Amyris Crystalsev
Maria Lucia Carneiro Vieira	ESALQ
Mirian Perez Maluf	Embrapa Café
Raquel L. Boscariol Camargo	Centro APTA Citros "Sylvio Moreira"
Vera Lucia S. S. de Castro	Embrapa Meio Ambiente
Walter Colli	USP

**Anexo H - Entrevista Presencial:
Confirmação dos potenciais indicadores**

MESTRANDA: Simone Marchini Naves Cremonezi

ORIENTADORA: Katia Regina Evaristo de Jesus-Hitzschky

DISSERTAÇÃO: Avaliação de Impactos de Plantas Geneticamente Modificadas (PGM): uma proposta metodológica.

1. Nome: _____

2. Empresa/Unidade: _____

3. Cargo/Função: _____

4. Telefones para contato: _____

5. E-mail: _____

Considerações finais do entrevistado: _____

Estou de acordo com as informações transcritas neste documento:

Local e Data: _____

Assinatura: _____