

Maria Olandina Machado

**GLIFOSATO:
A EMERGÊNCIA DE UMA CONTROVÉRSIA CIENTÍFICA
GLOBAL**

Tese submetida ao Programa de
Doutorado Interdisciplinar em Ciências
Humanas da Universidade Federal de
Santa Catarina para a obtenção do Grau
de doutor em Ciências Humanas.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Julia Silvia
Guivant

Coorientador: Prof. Dr. Adilson
Francelino Alves

Florianópolis
2016

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Machado, Maria Olandina

Glifosato : A emergência de uma controvérsia científica global / Maria Olandina Machado ; orientadora, Julia Silvia Guivant ; coorientador, Adilson Francelino Alves. Florianópolis, SC, 2016.
315 p.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Filosofia e Ciências Humanas. Programa de Pós-Graduação Interdisciplinar em Ciências Humanas.

Inclui referências

1. Ciências Humanas. 2. Cartografia de Controvérsias. 3. Uso de agrotóxicos. 4. Cultivos Geneticamente Modificados. 5. Estudos Sociais da Ciência e Tecnologia. I. Guivant, Julia Silvia. II. Alves, Adilson Francelino . III. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação Interdisciplinar em Ciências Humanas. IV. Título.

Maria Olandina Machado

GLIFOSATO: A EMERGÊNCIA DE UMA CONTROVÉRSIA CIENTÍFICA GLOBAL

Esta Tese foi julgada adequada para obtenção do Título de “doutor em Ciências Humanas” e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação Interdisciplinar em Ciências Humanas.

Florianópolis, 14 de julho de 2016.

Prof.^a Teresa Kleba Lisboa, Dr.^a
Coordenadora do Curso

Banca Examinadora:

Prof.^a Julia Silvia Guivant, Dr.^a
Orientadora
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Adilson Francelino Alves, Dr.
Coorientador
Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Prof. Fabrício Monteiro Neves, Dr.
Universidade de Brasília

Clovis Dorigon, Dr.
Epagri

Prof.^a Tade-Ane de Amorim, Dr.^a
Universidade do Sul de Santa Catarina

Prof. Sérgio Luís Boeira, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina

Paulo de Freitas Castro Fonseca, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina (videoconferência)

À minha mãe...
“Não morre aquele
que deixou na terra
a melodia de seu cântico
na música de seus versos”
(Cora Coralina)

AGRADECIMENTOS

Esta tese é resultado de uma construção coletiva. Muito do que está escrito aqui é fruto de discussões, leituras individuais e coletivas, conversações, silêncios... e por conta disso, é muito difícil resumir todo o sentimento de gratidão que me toma nesse momento. A trajetória não foi fácil, embora tenha vivido os melhores momentos da minha vida nesse período. Momentos de descobertas e muita aprendizagem, momentos de paixão e amor, novos mundos vistos e vividos. Paradoxalmente também foi o período da perda mais dolorosa, de angústias e medos, de dúvidas e desânimos. Indubitavelmente eu saio diferente e, espero, melhor. Relendo tudo que está escrito relembro da infinidade de pessoas que contribuíram para eu chegar até aqui. Infelizmente não será possível mencionar todas, mas algumas tiveram papel preponderante e não poderia deixar de destacar.

Muito especialmente eu gostaria de agradecer à minha orientadora, prof.^a Dr.^a Julia Silvia Guivant, ou à Julia, como carinhosamente nos permite chamá-la. Seja o que for que eu escreva aqui, não dará a dimensão da sua importância para a realização dessa tese. Desde a indicação do tema de pesquisa, o “background” teórico, os “pitos”, os constantes incentivos, a liberação para o estágio no Canadá, a oportunidade de doutorado-sanduiche na Bélgica, e enfim, sua dedicação na orientação desta tese. Serei eternamente grata por ter me permitido aprender e crescer como pesquisadora. Construímos uma relação de amizade, além da relação orientando-orientador que pretendo preservar.

Gostaria de expressar também meu especial apreço ao meu coorientador, prof. Dr. Adilson Francelino Alves, pelo incentivo, disponibilidade e importante apoio na elaboração deste trabalho. Seus comentários deram-me interessantes insights.

À amiga Manuela Diamico, agora também doutora, agradeço pelos momentos compartilhados no doutorado sanduiche, pelas discussões acadêmicas nos jardins da Boulevard d’Avroy, pela companhia nas viagens, e até pela tentativa de me fazer gostar de academia de ginástica. Mas além disso, agradeço pela amizade que se construiu nesse período, que será eterna. Muito do que está escrito na tese, tem um pouco de você também.

Aos colegas do IRIS pelas trocas acadêmicas, pelos artigos compartilhados, pelas discussões intelectuais e pelos momentos de descontração. Espero que nossa parceria não se encerre aqui. Aos colegas do DICH pela parceria e bons debates, tanto em sala quanto nas “reuniões” não oficiais do grupo. Agradeço especialmente às “meninas”

Renata, Izabela e Simone, pelas boas risadas, pelo carinho e pelo fortalecimento da amizade.

Agradeço também ao programa de Doutorado Interdisciplinar em Ciências Humanas, o nosso querido DICH, pela competência dos servidores docentes e técnicos administrativos, pela gentileza que é inerente a todos do programa. Fazer parte de um programa nota 6 na Capes só me enche de orgulho.

Ao governo do Canadá agradeço pela oportunidade de bolsa de estudos na Universidade de Montréal durante o ano de 2013. Esse momento foi um divisor de águas na minha vida e contribuiu para meu enriquecimento pessoal e profissional. Agradeço especialmente ao professor Reinaldo Fleuri e à professora Marie McAndrew que oportunizaram esse estágio.

Agradeço à Capes pela bolsa de doutorado-sanduíche através do convênio Capes/WBI, que permitiu-me um ano de trocas maravilhosas na Universidade de Liège junto ao grupo Spiral, que me recebeu carinhosamente e tornou meu período lá muito mais agradável.

Ao Instituto Federal Catarinense – Campus Camboriú um agradecimento especial por ter me oportunizado a liberação integral durante os quatro anos. Destaco que sem esse incentivo teria muito mais dificuldades de terminar o trabalho e não teria sido possível usufruir todas as experiências que vivi.

Aos amigos, que tiveram a paciência de lidar com minhas ausências nos finais de semana, ou longas ausências durante o período fora do país. Obrigada pelo constante incentivo e pelo imenso carinho que sempre recebo. Especialmente “azamigas” Jô, Lili, Cris, Amélia e Clau por simplesmente existirem e fazerem parte da minha vida. Não poderia esquecer também da Michele Arend, que me ajudou a preparar a apresentação do projeto para entrar no programa.

Ao meu filho Rodrigo, por entender a ausência da mãe e pelo imenso amor que compartilhamos um pelo outro. À minha família também, que soube entender que em alguns momentos eu não podia participar de momentos familiares importantes, mas que sempre me incentivaram a continuar.

Ao Toni, por me permitir conhecer o amor e transformar minha estada na Bélgica na melhor coisa que me aconteceu na vida.

Ao Jimmy e Romeo, porque são minhas companhias silenciosas na solidão da escrita.

“Não se equivoca quem acreditar perceber aqui e ali entre as linhas o cintilar de um lago. Largas porções do texto foram escritas ao ar livre, sobre uma colina às margens do lago Starnberger, com seu vívido envolvimento. Assim, vários comentários feitos pela luz, pelo vento ou pelas nuvens foram imediatamente incorporados.” Ulrich Beck, 1986 (Prefácio do livro “Sociedade de Risco”, que li para a prova do doutorado, na praia).

RESUMO

Esta tese analisa a trajetória e a emergência de controvérsias em torno do herbicida glifosato, ingrediente ativo do Roundup, produto da Monsanto. Alicerçados nas bases teórico-metodológicas da Teoria Ator-Rede e na metodologia da Cartografia de Controvérsias, partimos do questionamento sobre como e por que o glifosato, considerado por muito tempo o mais seguro/sustentável de todos os herbicidas, passa a ser questionado quanto à sua sustentabilidade e segurança. A partir dessa questão central caracterizamos a trajetória do glifosato descrevendo o processo de construção de sua imagem de sustentabilidade e segurança, por um lado, e a construção dos discursos de risco associados a ele, por outro. Além disso, demonstramos como os discursos sobre o glifosato se transformaram nessa trajetória e como os diferentes atores se posicionam a favor e contra seus riscos e sustentabilidade. Argumentamos que a trajetória do glifosato para ser aceito no mercado não enfrentou grandes desvios até final da década de 1990, quando não havia “inimigos” declarados do herbicida. As estratégias de tradução mobilizadas pela Monsanto foram bem sucedidas. Sustentamos que, por conta do sucesso de sua tradução, ele foi mobilizado para fazer parte de outro projeto da Monsanto: o dos cultivos geneticamente modificados. No entanto, este segundo momento, de associação aos cultivos GM, coloca o herbicida no meio de uma controvérsia global. Destacamos quatro principais controvérsias associadas ao herbicida: 1) as análises de riscos e as discussões sobre padrões científicos de determinação de segurança; 2) a resistência de “ervas daninhas”; 3) os fungos e doenças em plantas; e 4) os riscos à saúde humana. Ao descrever a trajetória do glifosato e as negociações para transformá-lo no “herbicida do século” colocamos em evidência as complexas relações entre agências governamentais, indústrias privadas e os cientistas. Parte da legitimidade do glifosato decorre do argumento de que a aprovação do glifosato por diversas agências reguladoras internacionais é indicativo incontestável de sua segurança. Questionamos isto a partir de dados levantados sobre os processos de aprovação em diferentes países. Esperamos trazer elementos para contribuir na compreensão interdisciplinar da discussão em torno dos discursos dominantes do uso de agrotóxicos e os conflitos de interesses na sua regulamentação.

Palavras-chave: Glifosato. Agrotóxicos. Organismos Geneticamente Modificados. Processo Regulatório. Controvérsias Científicas; Teoria Ator-Rede.

ABSTRACT

This thesis analyzes the history and the emergence of controversies surrounding the herbicide glyphosate, the active ingredient in Roundup, a Monsanto's product. Anchored in the theoretical and methodological approach of Actor-Network Theory and Cartography of Controversies, our departed question is how and why the glyphosate, long considered the safest and most sustainable of all herbicides, currently in strong questioning. From this key issue we characterized the trajectory of glyphosate describing the process of construction of its image as representing sustainability and safety, on the one hand, and the construction of risk discourses associated with it, on the other. Furthermore, we demonstrate how the discourses around glyphosate have been changed in this trajectory and how the different actors perceive and take side for and against its risks and sustainability. We argue that the trajectory of glyphosate for acceptance in the market faced no major detours until the end of the 1990s, when there was no "enemy" declared to the herbicide. The translation strategies deployed by Monsanto were successful. We sustain that, because of the success of its translation the glyphosate was mobilized to take part in other Monsanto's project: the one on genetically modified crops (GMOs). However, this second stage, with the association with GM crops, put the herbicide in the middle of the global controversy. We emphasize four major controversies associated with the herbicide: 1) the risk analysis and discussions on scientific safety standards determination; 2) the "weed" resistance; 3) fungi and plant diseases; and 4) risks to human health. By describing the trajectory of glyphosate and the negotiations to make it the "once-in-a-century herbicide" we put in evidence the complex relationships between government agencies, private industries, and scientists. The allegation that the herbicide has the approval of many international regulatory agencies becomes an incontestable indicative of its safety, is questioned in this thesis from data raised over the approval processes in different countries. We hope that these elements will contribute to understand from an interdisciplinary perspective the discussion around the mainstream discourse on pesticide uses and the conflict of interest around its regulation.

Key-words: Glyphosate. Pesticides. Genetically modified organisms. Regulatory Process. Scientific Controversies. Actor-Network Theory.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Formas de classificação de herbicidas.....	28
Figura 2 - Tradução e composição.....	58
Figura 3 - Diagrama da tradução.....	59
Figura 4 - Linha de frente de um projeto.....	61
Figura 5 –Das Alegações para o debate.....	63
Figura 6 - Do debate para os atores.....	64
Figura 7 - Dos atores para as redes.....	65
Figura 8 - Da rede para o cosmos.....	67
Figura 9 - Do cosmos para a cosmopolítica.....	68
Figura 10 - Caminho do ácido chiquímico e efeito do glifosato.....	85
Figura 11 - Mapa cognitivo da controvérsia em torno dos padrões de análise de risco.....	160
Figura 12 - Representação esquemática da mudança genética na população suscetível para uma população resistente, provocada pela pressão de seleção imposta pelo herbicida.....	163
Figura 13 - Mapa cognitivo da controvérsia sobre resistência de ervas daninhas ao glifosato.....	178
Figura 14 - Mapa cognitivo da controvérsia sobre fungos e doenças em plantas e glifosato.....	181
Figura 15 - Conflitos de interesse entre cientistas da indústria e órgãos reguladores na Europa.....	191
Figura 16 - Resultado pesquisa no Twitterarchivist – períodos 02/09 a 12/09/2014 e 23/06 a 28/06/2015.....	196
Figura 17 - Mapa cognitivo da controvérsia sobre os riscos à saúde do glifosato.....	204
Figura 18 - Linha de frente do glifosato - Parte 1.....	206
Figura 19 - Linha de frente do glifosato - parte 2.....	207
Figura 20 - Mapa cognitivo sobre as controvérsias em torno do glifosato.....	211

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Artigos com o termo “glyphosate” no título – 1960 - 2014.....	121
Gráfico 2 - Artigos com o termo “glyphosate” (título) e “risk assessment” (palavras-chave) – 1960 - 2014.....	122
Gráfico 3 - Evolução da área plantada com cultivos GM (em milhões de hectares)	130
Gráfico 4 - Artigos científicos de 1964 a 2014 que contenham no título, resumo ou palavra-chave os termos “glyphosate”, “weed” e “resist*”	161
Gráfico 5 - Aumento da resistência de “ervas daninhas” ao glifosato no mundo.....	164
Gráfico 6 - Crescimento do número de “ervas daninhas” resistentes a dois ou mais sítios de ação.....	170
Gráfico 7 - Artigos com os termos “glyphosate”, “carcinog*”, “genotox*” e “cancer” nas palavras-chave – 1960 - 2014.....	182
Gráfico 8 - Associação entre glifosato e câncer	187
Gráfico 9 - Resumo Odd ratio dos estudos sobre Linfoma non-Hodgkin – NHL	188

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Evolução da área sob plantio direto nos Estados Unidos e Brasil (área em milhões de hectares).....	113
Quadro 2 - Extensão do plantio direto por continente.....	114
Quadro 3 - Demanda de volume de glifosato por Região – 1995	118
Quadro 4 - Categorias de Perigo de Toxicidade Aguda da OMS - 2009.....	134
Quadro 5 - Evolução LMR (mg/kg) do glifosato no JMPR, para os cultivos de algodão, canola, milho e soja.....	139
Quadro 6 - Proposta da Monsanto para LMR do glifosato - 1974	141
Quadro 7 - Harmonização das tolerâncias (EUA) com LMR (Codex).....	142
Quadro 8 - Índices de LMR para os cultivos nos EUA.....	144
Quadro 9 - Evolução do LMR na União Europeia.....	147
Quadro 10 - Evolução do LMR no Brasil	150
Quadro 11 - Classificação toxicológica dos agrotóxicos no Brasil.....	150
Quadro 12 - Quadro comparativo MRLs do glifosato.....	152
Quadro 13 - Diferenças entre os parâmetros de Ingestão Diária Aceitável – IDA no mundo.....	157
Quadro 14 - Categorias de carcinogenicidade do IARC	195

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Herbicidas por ingredientes ativos mais consumidos na União Europeia - 2003	119
--	-----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

2,4,5-T - 2,4,5 – triclofenoxiacético
2,4-D - ácido diclorofenoxiacético
Abrange - Associação Brasileira de Produtores de Grãos não Geneticamente Modificados
ABRASCO - Associação Brasileira de Saúde Coletiva
AHS - United States Agricultural Health Study (Estudo de Saúde Agrícola dos Estados Unidos)
AMPA - ácido aminomethylphosphonic
ANT - Actor-Network Theory (Teoria Ator-Rede)
Anvisa - Agência Nacional de Vigilância Sanitária
APROSOJA - Associação dos Produtores de Soja e Milho do Estado de Mato Grosso
ARfD - Acute Reference Dose – (Dose de Referência Aguda)
ASD - Analysis of Scientific Discourse (Análise do Discurso Científico)
BCPC - British Crop Protection Conference-Weeds
BfR - Bundesinstitut für Risikobewertung (Instituto Federal de Avaliação de Riscos)
BPA - Boas Práticas Agrícolas
BPL - Boas Práticas de Laboratório (GLP - Good Laboratory Practices)
BST - bovine somatotropin (somatotropina bovina)
CAGP - Core Assessment Group on Pesticides (Núcleo de Avaliação dos Pesticidas)
CCPR - Codex Committee on Pesticide Residues (Comitê do Codex sobre Resíduos de Pesticidas)
CDA - controlled droplet application
CEO - Corporate Europe Observatory (Observatório Corporativo da Europa, em português)
CGCRE - Coordenação Geral de Acreditação do Inmetro
CTNBio - Comissão Técnica Nacional de Biossegurança
DDT - dicloro-difenil-tricloroetano
eCFR - Electronic Code of Federal Regulations (Código Eletrônico de Regulamentos Federais)
EFSA - European Food Safety Authority (Autoridade Europeia para Segurança dos Alimentos)
ENSSER - European Network of Scientists for Social and Environmental Responsibility (Rede Europeia de Cientistas para a Responsabilidade Ambiental e Social)
EPA - United States Environmental Protection Agency (Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos)

EPOR - Empirical Programme of Relativism (Programa Empírico do Relativismo)

EPPPO - European and Mediterranean Plant Protection Organisation (Organização Europeia e Mediterrânea para a Proteção das Plantas)

EPSPS - 5-enolpyruvylshikimate 3-phosphate Sintase

Esalq/USP - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz da Universidade de São Paulo

EWG-A - Expert Working Group for Pesticide Application

FAMATO - Federação da Agricultura e Pecuária de Mato Grosso

FAO - Food and Agriculture Organization (Organização para Alimentação e Agricultura)

FDA - Food and Drug Administration (Administração Federal de Alimentos e Medicamentos)

FFDCA - Federal Food, Drug and Cosmetic Act (Lei Federal de Alimentos, Medicamentos e Cosméticos)

FIFRA - Federal Insecticide, Fungicide, & Rodenticide Act (Lei Federal sobre Inseticidas, Fungicidas e Raticidas)

Fiocruz - Fundação Oswaldo Cruz

FOIA - Freedom of Information Act (Lei de Liberdade de Informação)

GHS - Globally Harmonised System of Classification and Labelling (Sistema Mundial Harmonizado de Classificação e Rotulagem)

GLP - Genetic Literacy Project (Projeto de Alfabetização Genética)

GRC - Glyphosate Resistant Crops (Cultivos Resistentes ao Glifosato)

HRC - Herbicide Resistant Crops (Cultivos Resistentes à Herbicidas)

HSE - Health and Safety Executive

IARC - International Agency for Research on Cancer (Agência Internacional de Pesquisa do Câncer)

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

IBT - Industrial Biotest Laboratories

IDA - Ingestão Diária Aceitável (Acceptable Daily Intake – ADI)

IDEC - Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor

IMEA - Instituto Mato-grossense de Economia Agropecuária

IMRLD - International Maximum Residue Limit Database (Base de Dados Internacional de Limite Máximo de Resíduos)

INCA - Instituto Nacional de Câncer

INDEA-MT - Instituto de Defesa Agropecuária do Estado do Mato Grosso

IPCS - International Programme on Chemical Safety (Programa Internacional sobre Segurança Química)

JECFA - Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (Comitê Misto FAO/OMS de Especialistas em Aditivos Alimentares)

JMPR - Joint FAO/WHO Meeting on Pesticide Residues (Comitê Misto FAO/OMS sobre Resíduos de Agrotóxicos)

JMPS - Joint FAO/WHO Expert Meetings on Pesticide Specifications (Comitê Misto FAO/OMS sobre Especificações de Agrotóxicos)

LD50 - dose letal média

LMR - Limites Máximos de Resíduos (Maximum Residue Levels – MRLs)

LOAEL - Lowest-Observed-Adverse-Effect-Level (menor dose em que o efeito adverso foi observado)

MACOSPOL - Mapping Controversies on Science for Politics (Mapeamento de Controvérsias em Ciência Política)

MACP - Multi Annual Pesticide Control Program (Programa de Controle Multi-Anual de Agrotóxicos)

MAPA - Ministérios da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

MDA - Ministério do Desenvolvimento Agrário

Mercosul - Mercado Comum do Sul

MMA - Ministério do Meio Ambiente

MPF - Ministério Público Federal

MRL - Maximum Residue Level

MRM - multi-residue methods (métodos multiresíduos)

MS - Ministério da Saúde

NEAD - Núcleo de Estudos Agrários e Desenvolvimento Rural

NHL - non-Hodgkin lymphoma (Linfoma não-Hodgkin)

NOAEL - No-Observed Adverse-Effect-Level (Nenhum efeito adverso observado)

NPIRS - National Pesticide Information Retrieval System (Sistema Nacional de Recuperação de Informações sobre Agrotóxicos)

NRDC - Natural Resources Defense Council (Conselho de Defesa dos Recursos Naturais, em português)

OCA - Organic Consumers Association (Associação de Consumidores Orgânicos)

OCDE - Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico

OGMs - Organismos Geneticamente Modificados

OMS - Organização Mundial da Saúde

OSHA - Occupational Safety and Health Administration

PAN - Pesticide Action Network

PARA - Programa de Análise de resíduos em Alimentos

PCB - polychlorinated biphenyl (bifenilos policlorados)

POPs - Persistent Organic Pollutants

PPO - Ponto de Passagem Obrigatório
PSD - Pesticides Safety Directorate (Direção de Segurança de Pesticidas)
rBGH - recombinant bovine growth hormone (hormônio recombinante do crescimento, bovino)
RED - Reregistration Eligibility Decision (Decisão de Elegibilidade para re-Registro)
RfD - Reference Dose (Dose de Referência)
RTK - Right to Know (Direito de Saber)
SBCPD - Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas
SCOT - Social Construction of Technology (Construção Social da Tecnologia)
Sindiveg - Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Vegetal
SRMS - Selective or Single Residue Methods (métodos de resíduos seletivos ou individuais)
STS - Science, Technology and Society
TCC - Triclorocarbanilida
TDS - Total Diet Study (Estudo de Dieta Total)
TSCA - Toxic Substances Control Act (Departamento de Substâncias Tóxicas)
UFPEL - Universidade Federal de Pelotas
UFPR - Universidade Federal do Paraná
USDA - United States Department of Agriculture (Departamento de Agricultura dos Estados Unidos)
USDA-ARS - United States Department of Agriculture - Agricultural Research Service (Serviço de Pesquisa Agrícola do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos)
WSSA - Weed Science Society of America (Sociedade Americana da Ciência das Planta Daninhas)

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	27
1.1 A TRAJETÓRIA DA PESQUISA	30
1.2 O DESENVOLVIMENTO DA TESE	34
2 A TEORIA ATOR-REDE E AS SUAS CONTRIBUIÇÕES PARA A ANÁLISE SOCIOTÉCNICA	37
2.1 TÉCNICA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO	37
2.2 AS RELAÇÕES ENTRE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE	40
2.3 A TEORIA ATOR-REDE	44
2.4 O ESTUDO DAS CONTROVÉRSIAS CIENTÍFICAS	51
2.5 CARTOGRAFIA DE CONTROVÉRSIAS: UM MÉTODO PARA INVESTIGAR AS DISPUTAS PÚBLICAS	57
3 SEGUINDO O ARTEFATO	69
3.1 O CENÁRIO: O CONTROLE DE “PRAGAS” NA AGRICULTURA	74
3.2 A INOVAÇÃO: O NASCIMENTO DO GLIFOSATO, O “HERBICIDA DO SÉCULO”	81
3.3 O PROCESSO DE TRADUÇÃO	86
3.3.1 Monsanto: o ator-mundo	87
3.3.2 interdefinição dos atores	90
3.3.3 O primeiro desvio	97
3.3.4 Mobilizando novos aliados	100
3.3.4.1 Os dispositivos técnicos	100
3.3.4.2 Os alvos	103
3.3.4.3 Estratégias adicionais de persuasão.....	108
3.4 O GLIFOSATO E O PROCESSO DE TRADUÇÃO PARA UMA “AGRICULTURA SUSTENTÁVEL”	109
O plantio direto	110
3.5 NOVOS DESVIOS.....	114
3.6 O HERBICIDA DO SÉCULO.....	116
4. O SURGIMENTO DOS CULTIVOS GM: A EMERGÊNCIA DAS CONTROVÉRSIAS EM TORNO DO GLIFOSATO	121
4.1 O CENÁRIO.....	123
4.2 CONTROVÉRSIA 1: MUDANÇAS NOS PADRÕES REGULATÓRIOS QUANTO AOS ÍNDICES DE RESÍDUOS E TOLERÂNCIA AO GLIFOSATO.....	131
4.2.1 Padrões internacionais	136
4.2.2 Padrões nos EUA	140
4.2.3 Padrões na União Europeia	146

4.2.4 Padrões no Brasil	149
4.3 CONTROVÉRSIA 2: A RESISTÊNCIA DE ERVAS DANINHAS.....	160
4.3.1 A emergência de “ervas daninhas” resistentes ao glifosato está associada aos cultivos GMs?	167
4.3.2 Os cultivos GM fizeram surgir novas formas de resistência?.....	168
4.3.3 Então, afinal, a quem se atribui a responsabilidade da emergência de “ervas daninhas” resistentes ao glifosato?	174
4.4 CONTROVÉRSIA 3: FUNGOS E DOENÇAS NAS PLANTAS..	178
4.5 CONTROVÉRSIA 4: AS ALEGAÇÕES DE RISCOS À SAÚDE CAUSADOS PELO GLIFOSATO	181
4.5.1 O relatório do IARC e o possível banimento	194
4.5.2 A reação dos aliados: a avaliação da EFSA	201
5 CONCLUSÃO	205
REFERÊNCIAS	215
APÊNDICE A – QUADRO DE ATORES (ONGS) IDENTIFICADOS DURANTE A PESQUISA	255
APÊNDICE B – LINHA DO TEMPO DO GLIFOSATO	259
APÊNDICE C - ARTIGOS QUE DISCUTEM SOBRE FUNGOS E DOENÇAS NAS PLANTAS A PARTIR DO USO DO GLIFOSATO.....	279
APÊNDICE D – RELAÇÃO DE ARTIGOS SOBRE A RELAÇÃO ENTRE GLIFOSATO E PROBLEMAS À SAÚDE	283

1 INTRODUÇÃO

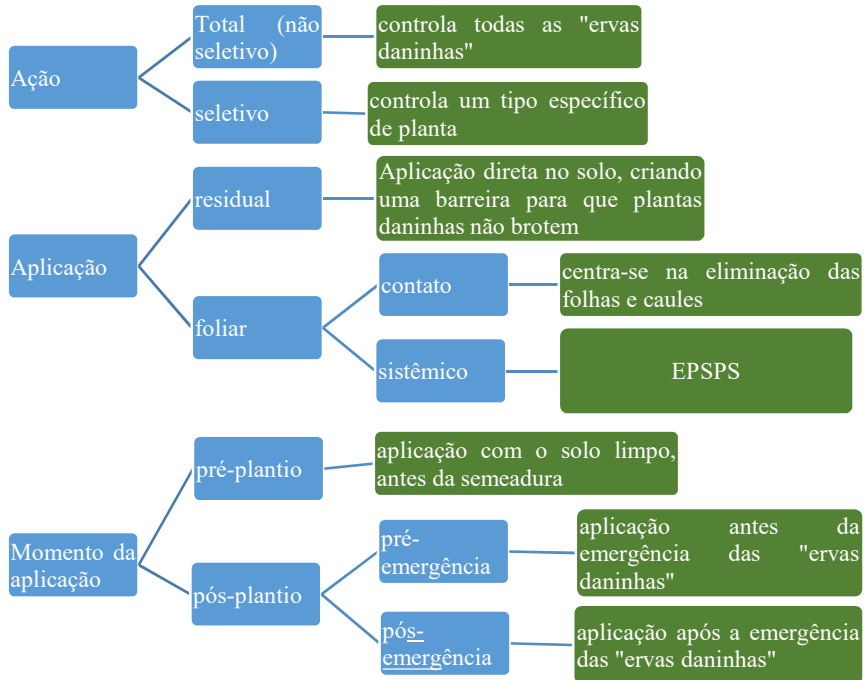
O glifosato, ingrediente ativo de alguns herbicidas, inibe a ação de uma enzima que é essencial para o crescimento das plantas. Em termos químicos, o glifosato é um ácido orgânico, mas suas formulações geralmente são comercializadas como uma mistura líquida formada essencialmente por sal e surfactante, além de outros componentes menores como agentes colorantes, biocidas e íons inorgânicos para ajustamento do pH, que conferirão diferentes possibilidades de ajustamentos. O Roundup, uma das principais formulações comerciais, usa o sal de isopropilamina, que é o mais comumente utilizado, mas vários outros sais tem sido utilizados nos produtos comerciais, como os sais de sódio, trimethylsulfonium (TMS), potássio, amônia, monoethanolamina, e dimethylamina. (DILL et al., 2010). A eficácia das formulações é definida pelos surfactantes, aditivos cuja finalidade é impedir a formação de gotas e o alcance de áreas além das folhas que são pulverizadas, para facilitar a aderência às plantas (AMARANTE JUNIOR; SANTOS, 2002).

Esse ácido orgânico, através de suas formulações, é utilizado na agricultura para eliminar plantas consideradas “indesejáveis” ao processo produtivo, pois competem por nutrientes com os cultivos. O mais utilizado deles é o glifosato, por ser considerado o mais efetivo no combate a estas plantas indesejáveis. A designação de mais efetivo leva em consideração principalmente sua eficácia no controle de pragas, mas também outras características como a demanda de trabalho para sua aplicação, o impacto à saúde ou ao meio ambiente, o grau de toxicidade, além do preço.

Na classificação geral de herbicidas, o glifosato é classificado como um herbicida sistêmico e não seletivo, isto é, pode ser aplicado para todos os tipos de plantas indesejadas, chamadas também de “ervas daninhas” (ver a forma de classificação de herbicidas na Figura 1). No Brasil, atualmente, o uso é liberado para 28 cultivos diferentes, para aplicação em pré-plantio dos cultivos, pós-emergência das plantas “daninhas” e da cultura da soja geneticamente modificada, pré-colheita da soja (dessecante), para áreas de pousio, para maturador da cana-de-açúcar, e usos não agrícolas tais como: aplicação em margens de rodovias e ferrovias, áreas sob a rede de transmissão elétrica, pátios industriais, oleodutos e aceiros¹, além de manutenção de jardins, os chamados domissanitários.

¹ “Aceiros são faixas ao longo das cercas onde a vegetação foi completamente eliminada da superfície do solo. A finalidade do aceiro é prevenir a passagem do

Figura 1 - Formas de classificação de herbicidas



Fonte: Elaborado pela autora. Adaptado de Oliveira Jr. (2011)

Além da eficiência em termos de amplitude de aplicação e eficácia no combate às plantas indesejadas, as outras características bastante difundidas dizem respeito à toxicidade, ligadas às alegações de seguro para a saúde humana e seguro para o meio ambiente. O glifosato, comercializado desde 1974, é amplamente aceito também por causa de sua suposta seguridade em termos toxicológicos. Sua imagem foi, inclusive, durante algum tempo associada a um tipo de panaceia dos herbicidas, devido a sua eficácia associada ao baixo nível de toxicidade. No entanto, a partir do final da década de 1990 passa-se a questionar esses índices para o glifosato e sua suposta seguridade é questionada.

Nosso interesse nessa tese é compreender como e porque o glifosato, considerado por muito tempo o mais seguro/sustentável de todos os herbicidas, passa a ser questionado quanto à sua sustentabilidade

fogo para área de vegetação, evitando-se assim queimadas ou incêndios”. Disponível em <<http://www.agrolink.com.br/sementes/NoticiaDetalhe.aspx?codNoticia=73752>>. Acesso em 20 mar. 2016.

e segurança. Nos perguntamos quais foram os fatores que levaram a essa mudança; se a formulação mudou ou foram as análises científicas, ou mesmo a exaustão de sua utilização. Além de questionar quem foram os atores que participaram e participam desses debates; quais seus argumentos.

A partir dessa pergunta central nos propomos a descrever a trajetória do glifosato e identificar os atores (actantes) responsáveis. Verificamos a existência de um choque de informações, por vezes contraditórias; então buscamos identificar e organizar os diferentes discursos e argumentos. Identificamos dois principais argumentos voltados para o que se denomina “segurança do glifosato”, defendendo a percepção tradicional do glifosato como um herbicida de baixa toxicidade (para a saúde humana e para o meio ambiente), ou, por outro lado, voltado para o que se caracteriza como “risco”, baseado na perspectiva da impremeditabilidade dos riscos, que considera o uso do glifosato um fator de risco tanto à saúde humana quanto ao meio ambiente. Pontuando apenas essas divergências já se evidenciam diferentes perspectivas, mas ao descrever a trajetória dessa tecnologia, observamos as variações tanto nos discursos e mobilização de argumentos, como de atores e sua transitoriedade nas negociações em torno do glifosato. Verifica-se então que a controvérsia entre risco e segurança não é recente, mas presente desde o início, mesmo que não relacionada especificamente ao glifosato. No entanto, em todo o seu trajeto, como também agora, o que se verifica nos veículos de comunicação, e mesmo entre os técnicos agrícolas é o resumo da controvérsia no argumento da má utilização/manejo da tecnologia. Ou seja, a controvérsia sobre a toxicidade do herbicida se resume superficialmente ao seu manejo; “quando bem utilizado não é tóxico, do contrário o é”. Trata-se de uma simplificação da controvérsia. Buscamos neste tese compreender esse argumento amplamente difundido e identificar a própria construção da controvérsia e da formação dos argumentos simplificadores.

Partimos do pressuposto que o herbicida glifosato desempenhou um papel central no processo de industrialização no campo que permite a expansão da produção agrícola, chamada de Revolução Verde. Sua importância se reafirmou diante da controvérsia do que viria a ser chamado de sustentabilidade, trazendo o debate sobre os efeitos dos herbicidas ao meio ambiente. A resposta que o glifosato traz é que é possível uma agricultura em escala industrial sustentável, ou seja, ele tornou possível associar o uso de agrotóxicos à ideia de sustentabilidade, sendo ele próprio a chave para resolução dos problemas ambientais. Porém, a partir do momento em que é mobilizado para a rede dos cultivos

geneticamente modificados, ele passa também a fazer parte das controvérsias relacionadas aos OGMs e, de aliado, passa a ser também inimigo. As controvérsias que emergem em torno do glifosato enfraquecem o discurso de sustentabilidade dos cultivos geneticamente modificados e evidenciam as incertezas do uso das novas tecnologias na produção de alimentos. De forma breve, sugere-se que a associação do glifosato aos cultivos GM fora uma estratégia de legitimação para ambos, mas que parece ter funcionado de maneira oposta ao pretendido.

Essa discussão é relevante, pois tal controvérsia permeia o modelo agrícola dominante no Brasil e na maior parte dos países do mundo. Trata-se de um debate que envolve questões de saúde e meio ambiente e, sendo o Brasil um dos maiores consumidores de agrotóxicos do mundo, de extrema relevância para os consumidores. Na tentativa de desconstruir a visão simplista da controvérsia apontamos alguns temas já bastante denunciados, mas que continuam presentes como o da culpabilização do agricultor pelo suposto mau uso dos agrotóxicos, bem como temas ainda pouco debatidos como a própria construção dos parâmetros de toxicidade. Este é um tema que envolve uma multiplicidade de atores e interesses que buscamos identificar e debater.

1.1 A TRAJETÓRIA DA PESQUISA

Esta tese se insere no conjunto de pesquisas desenvolvidas pela professora Julia Silvia Guivant, coordenadora do Instituto de Pesquisa em Riscos e Sustentabilidade – IRIS, da Universidade Federal de Santa Catarina, cujo foco principal são as complexas relações entre a sociedade e a percepção e governança dos riscos, sejam eles ambientais, alimentares ou tecnológicos, além das estratégias de sustentabilidade. Entre as diversas produções acadêmicas desenvolvidas pelo grupo, chamou-nos a atenção as discussões realizadas em torno da análise social de riscos e inovações científico-tecnológicas e, mais especificamente, aquelas que dizem respeito à temática dos agrotóxicos. Esse interesse decorre, em grande medida, de minha experiência em lecionar numa antiga escola agrícola (hoje Instituto Federal), cuja formação é voltada ao modelo agrícola baseado na grande produção e altamente dependente de insumos externos (máquinas, fertilizantes e agrotóxicos). A temática dos agrotóxicos e suas relações com o modelo produtivo é também um tema recorrente na disciplina que leciono, geografia. Além disso, durante o período de realização do mestrado no Programa de Pós-Graduação Interdisciplinar em Agroecossistemas tive o primeiro contato com a professora Julia Guivant, que ministrava a disciplina de Sociologia do

Meio Ambiente Rural e que me motivou a procurá-la para ser orientadora da tese de doutorado.

Esta tese situa-se, portanto, dentro de um campo de pesquisas que a professora Julia Guivant ajudou a criar no Brasil, a partir de um referencial teórico e empírico originais, num diálogo com diversos ângulos, e que me propiciou o contato com autores e teorias relacionados ao meu tema de interesse. É desta perspectiva teórica construída ao longo dos anos que elaboro minhas leituras e incorporo a perspectiva das controvérsias de Latour a partir da Teoria Ator-Rede.

No período de 2011-2015 o IRIS esteve envolvido numa pesquisa internacional sobre os cultivos geneticamente modificados, denominada GM Futuros, financiada pela Fundação John Templeton. Um estudo comparativo sobre os debates, percepções e práticas no Brasil, México e Índia em torno dos transgênicos². A pesquisa, coordenada pelo professor Phil Macnaghten da Universidade Durham, Inglaterra e a professora Guivant no Brasil, resultou na publicação do livro *Governing agricultural sustainability*³, e tinha como objetivo compreender os contextos que moldaram o debate sobre culturas geneticamente modificadas dentro e entre as três potências emergentes: Índia, México e Brasil. Durante o ano de 2013 foram realizadas diversas atividades relacionadas à pesquisa, tais como etnografia com pequenos agricultores, etnografia com pesquisadores, grupos focais com consumidores, questionários e workshop com *stakeholders*. A participação na pesquisa Templeton, ainda que parcial, contribuiu para identificar os primeiros sinais de controvérsia em torno do glifosato, principalmente relacionados à resistência de ervas daninhas ao herbicida, conforme relato dos primeiros resultados da pesquisa com agricultores, publicados por Guivant (2014a).

Os diversos outros projetos e parcerias internacionais fomentados pela professora Guivant permitem fortalecer as discussões do campo dos Estudos Sociais da Ciência e da Tecnologia no Brasil. Entre essas parcerias está o grupo de pesquisa Spiral da Universidade de Liège, Bélgica, que desenvolve pesquisas dentro dos campos de pesquisa sobre governança de riscos e a interação entre ciência, tecnologia e sociedade. Esta parceria se insere no projeto maior de cooperação bilateral WBI-CAPES, assinado entre o prof. Sebastian Brunet, da Universidade de

² Mais informações disponíveis em <<https://www.dur.ac.uk/ihrri/gmfuturos/>>. Acesso em 14 jun. 2016.

³ Um dos capítulos do livro discute os resultados da pesquisa no Brasil: An analysis of the GM crop debate in Brazil, de autoria de Julia Guivant e Phil Macnaghten (GUIVANT; MACNAGHTEN, 2015b).

Liège e a prof.^a Guivant, da Universidade Federal de Santa Catarina. Por conta dessa parceria, me foi aberta a possibilidade de doutorado sanduíche na Bélgica entre novembro de 2014 e dezembro de 2015, que permitiu participar das atividades de pesquisa e discussões teóricas do Spiral, proporcionando, além de maior aprofundamento teórico e a oportunidade de amadurecer o trabalho de tese, a participação em eventos relacionados aos cultivos geneticamente modificados e uso de agrotóxicos, bem como participação na reunião da Comissão de Agricultura e Meio Ambiente do Parlamento Europeu.

Em 2015 participei de dois eventos organizados pela Fundação Pró-Terra e pela Abrace (Associação de produtores de soja não transgênica). O primeiro deles aconteceu em Münster, na Alemanha, cujo título era *Brazilian non-GM soy: the strength of supply and the real facts about availability and trends* (Soja não GM brasileira: a força da oferta e os fatos reais sobre disponibilidade e tendências). Um seminário que discutiu temas críticos sobre as incertezas da alimentação e produção de produtos de origem animal. Os temas abordados foram a produção e disponibilidade de soja não GM – a porcentagem de área plantada e tonelage resultante, capacidade de moagem, e logística e contou com a participação de grandes produtores brasileiros, empresas de logística e portuárias, ONGs, produtores e varejistas europeus. O segundo evento foi em Hamburgo, denominado *Creating sustainable value chains* (Criando cadeia de valor sustentável). Esta conferência tinha por objetivo explorar a possibilidade de criação de valor agregado com a utilização de soja não GM. Nestes seminários entrevistei o secretário executivo da Abrace, o presidente da Fundação Pró-Terra, o diretor de *commodities* da Caramuru, um dos principais grupos de processamento de grãos do Brasil, além de estabelecer diálogos com diversos participantes, tanto brasileiros quanto europeus. A participação nestes eventos permitiu observar as diferentes redes ali presentes: a rede de produtores de soja não GM, a rede de certificadores, a rede de transporte e logística, bem como a rede de consumidores europeus.

Tive a oportunidade também de conhecer e entrevistar integrantes de duas organizações importantes na luta contra os cultivos geneticamente modificados e o uso de agrotóxicos: a responsável por coordenar campanhas contra os OGMs, e os acordos comerciais de produtos alimentícios entre União Europeia e Estados Unidos da ONG Amigos da Terra Europa (*Friends of the Earth Europe*) e o especialista em agricultura ecológica do Greenpeace. Essas entrevistas foram importantes para entender o trabalho dessas organizações na luta contra

os lobbies corporativos presentes no parlamento e agências regulatórias europeias.

De retorno ao Brasil, em abril de 2015 participei, juntamente com a professora Guivant, do Seminário Internacional da Integração do Agronegócio com o Sistema Judicial, em Cuiabá-MT, realizado pela Federação da Agricultura e Pecuária de Mato Grosso (Famato) em parceria com o Tribunal de Justiça (TJ-MT), uma ação visando trazer o sistema judicial como aliado do agronegócio. Os temas abordados giraram em torno do panorama geral da macroeconomia no Brasil e no Mundo; o cenário agrícola mundial; políticas agrícolas; legislação ambiental; negócios jurídicos e o direito aplicado ao agronegócio. Dentre as estratégias estava uma saída de campo destinada principalmente aos magistrados, para visitar uma das propriedades rurais do Grupo Bom Futuro, o maior produtor de soja individual do mundo. O grupo produz também milho, algodão e peixes em larga escala. Nesta saída de campo foi possível ver de perto a realidade do agronegócio e a possibilidade de se estabelecer contatos. No período que estivemos em Mato Grosso participei da entrevista com a diretora de sustentabilidade da Amaggi e com um representante técnico da Famato, realizadas pela professora Julia Guivant, e entrevistei um técnico de campo da Dow Agrosience que estava apresentando o Programa Enlist (ver item 4.3.3) para técnicos de cooperativas e assistentes técnicos da própria Dow. Além disso, aproveitamos o tempo para manter conversações com agricultores na saída de campo. Em 2015 também acompanhamos a formação e as reuniões do Fórum Catarinense de Combate aos Impactos dos Agrotóxicos e Transgênicos – FCCIAT, em Florianópolis, SC. No ano de 2015 também, mantive contato e realizei cinco entrevistas com ex-alunos técnicos agrícolas que hoje são agricultores.

A participação nesses eventos e as entrevistas realizadas representam diferentes momentos que contribuíram para situar e mapear o campo da pesquisa. Além disso, foram utilizados diversos instrumentos para a coleta de informações que contribuíram para detectar conexões entre o artefato tecnológico e a sociedade e ajudaram a delinear o caminho a ser seguido: artigos de jornais e revistas, conversas diversas com atores ligados ao tema da controvérsia, acompanhamento de páginas de internet de ONGs, de indústrias agroquímicas, entidades regulatórias, grupos de discussões em redes sociais, entre outros. O que consideramos importante foi estudar como e quando as associações foram realizadas e suas conexões. Para mapear essas conexões foi preciso seguir os atores em seu curso de associações para rastrear relações mais sólidas e descobrir padrões mais reveladores. Assim, foi necessário seguir os rastros do

glifosato a partir do momento que ele surgiu e sua trajetória dos laboratórios à mesa do consumidor.

Estudar essa temática da perspectiva da Teoria Ator-Rede exclui a possibilidade de enquadrá-la em uma única esfera do conhecimento, o que justifica a inclusão dessa tese numa abordagem interdisciplinar, cuja ideia se baseia no reconhecimento da complexidade dos problemas e práticas sociais e na crença de que estes requerem uma análise a partir de múltiplas perspectivas. Isso implica em compreender os processos químicos da molécula, a eficácia agrônômica, a dinâmica socioeconômica dos processos produtivos agrícolas, os atores envolvidos desde o processo de pesquisa até o uso da inovação tecnológica, entre outros. Dessa forma, dialogamos com a química, a agronomia, a antropologia (a partir da cartografia das controvérsias) e a sociologia.

Contudo, quando começamos a seguir uma controvérsia não temos a real noção de onde vamos chegar e da importância que ela poderá alcançar. É possível que a controvérsia se encerre antes mesmo de se iniciar o estudo, talvez ela se torne tão grande que seja impossível um único pesquisador mapear e identificar todos os atores e suas associações. Quando começamos a seguir o glifosato a controvérsia estava no início e sua rede de conexões parecia ser mais simples de ser mapeada, porém, com o passar do tempo ela foi se complexificando e se ramificando em subcontrovérsias. Assim, diante da grande quantidade de dados coletados e de sua complexidade, optamos por apontar os diferentes atores envolvidos e os argumentos mobilizados pelos diversos grupos em debate, mas principalmente dar ênfase em um ator considerado chave, a Monsanto, e na maneira como ela articula a rede de representação do glifosato, apresentando os processos aqui chamados de tradução, ou seja, a maneira como ela mobiliza aliados para sustentar a utilização do glifosato seu principal produto, em termos comerciais.

Seguimos a nossa inovação tecnológica, o glifosato, e descrevemos sua trajetória desde as alegações de segurança até as alegações de risco à saúde e ao ambiente.

1.2 O DESENVOLVIMENTO DA TESE

A tese está dividida em três capítulos, sendo o primeiro o capítulo de discussão teórica e os dois seguintes representando cada qual um momento na controvérsia seguida, divisão esta realizada como instrumento heurístico, pois as conexões não são bem delimitadas no tempo, mas esta divisão permite pontuar a centralidade de determinados argumentos em diferentes períodos. O capítulo 2 apresenta os principais

conceitos teóricos que foram utilizados e as ferramentas teóricas e analíticas adotadas no desenvolvimento da tese, fundamentadas na Teoria Ator-Rede (TAR) ou, em inglês, Actor-Network Theory (ANT), principalmente a partir da obra de Bruno Latour. Além disso, o capítulo discute a metodologia de análise denominada Cartografia de Controvérsias.

Dividimos nosso campo empírico em duas partes. Na primeira delas, capítulo 3, seguimos o glifosato desde sua concepção, descrevendo seus momentos de tradução e composição que o transformaram numa inovação de sucesso. Para o levantamento das informações fizemos pesquisa em documentos disponíveis online no site da empresa Monsanto e nos organismos regulatórios, principalmente dos EUA onde primeiro foi patenteada a substância. Realizamos também uma pesquisa bibliográfica a artigos científicos, além de referências nos sites de organizações não governamentais e arquivos online de jornais. Os dados foram trabalhados como fontes históricas e apresentados de forma a descrever a linha do tempo do glifosato destacando o que consideramos os principais eventos que pudessem representar o movimento de tradução desta inovação, para sua promoção enquanto “o herbicida do século”. Os atores (actantes) e sua relevância nesse processo de construção da rede de sustentação do glifosato vão sendo evidenciados na medida em que descrevemos o movimento de atuação na trajetória.

A segunda parte, capítulo 4, quando da associação do glifosato com os cultivos geneticamente modificados, é o momento que identificamos como a emergência das controvérsias em torno dele. Iniciamos o acompanhamento de notícias sobre problemas relacionados ao glifosato no ano de 2012. Para tal utilizamos a ferramenta “google alerts” que envia diariamente por *e-mail* links cada vez que um site menciona o termo selecionado. Inserimos na ferramenta as palavras “glifosato”, “glyphosate”, “pesticide”, “agrotóxico” e “Monsanto”. Ao mesmo tempo, fizemos assinatura dos boletins de notícias de sites ligados à área agrícola e ONGs contra e a favor dos transgênicos e/ou do uso dos agrotóxicos, bem como seguimos essas instituições nas redes sociais (Apêndice A). Essas informações, associadas aos dados históricos, foram utilizadas para construir a “linha” do tempo do glifosato (Apêndice B). A partir desse levantamento prévio identificamos os principais temas controversos e utilizamos as bases de dados científicos como o Scopus e google acadêmico para caracterizar o debate científico em torno das controvérsias relacionadas às análises de riscos e as discussões sobre padrões científicos de determinação de segurança, à resistência de “ervas daninhas”, aos fungos e doenças em plantas e aos riscos à saúde humana.

Com o objetivo de ilustrar as controvérsias lançamos mão de alguns aplicativos gratuitos, como o FreeMind para produção de mapas cognitivos como instrumento de visualização das controvérsias, e o tweetarchivist, aplicativo que salva tuítes a partir de busca de palavras-chave ou expressões. O programa faz análises dos usuários e expressões através de visualizações de gráficos e tabelas. O aplicativo tem algumas limitações, pois na versão gratuita oferece acesso aos arquivos somente dos últimos 2.000 tuítes ou durante uma semana de tuítes (o que alcançar primeiro).

2 A TEORIA ATOR-REDE E AS SUAS CONTRIBUIÇÕES PARA A ANÁLISE SOCIOTÉCNICA

Esse capítulo tem por objetivo apresentar as ferramentas teóricas e analíticas adotadas no desenvolvimento dessa tese. Inicialmente são apresentados os principais conceitos teóricos que serão utilizados no decorrer da tese e sua fundamentação. Em seguida, apresentamos as discussões em torno da relação entre ciência, tecnologia e sociedade, situadas no campo dos Estudos Sociais da Ciência (*Science and Technology Studies – STS*).

As bases teórico-metodológicas fundamentam-se na Teoria Ator-Rede (TAR) ou, em inglês, *Actor-Network Theory* (ANT), principalmente a partir da obra de Bruno Latour, pois é o representante que tem obra mais extensa na sistematização da ANT e o que segue as controvérsias no mundo científico de forma mais significativa e, mais recentemente, com a metodologia da Cartografia de Controvérsias.

2.1 TÉCNICA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

A diferença entre “técnica” e “tecnologia” não é consensual. Vários pesquisadores dos Estudos Sociais da Ciência e da Tecnologia (*Science, Technology and Society – STS*, em inglês), afirmam ser desnecessário e infrutífero dedicar muito esforço para definir com precisão a diferença entre os dois termos (BIJKER; HUGHES; PINCH, 1993). Porém, eles identificam pelo menos três diferentes significados em que o conceito de tecnologia frequentemente é usado. O primeiro significado é o da tecnologia como objeto físico ou artefato, como os instrumentos e materiais que usamos no dia a dia, por exemplo. No segundo, tecnologia pode significar atividades ou processos, tal como a fabricação ou moldagem do aço. E por fim, tecnologia pode se referir ao que as pessoas “sabem”, como também ao que elas “fazem”. O que parece ser consensual é que tecnologia está imbricadamente relacionada à ciência. Além disso, Pinch e Bijker (1993) argumentam que tanto a ciência quanto a tecnologia são socialmente construídas e que a fronteira entre elas é uma questão de negociação social e não representam qualquer diferença subjacente. E, por fim, Callon (1993) questiona porque devemos categorizar os elementos de um sistema ou rede quando na verdade esses elementos estão interagindo de forma permanente, sendo associados uns aos outros e sendo testados pelos atores. Dessa forma, Callon usa o termo “atores” que subordina a ciência, a tecnologia e outras

categorias. Atores são as entidades heterogêneas que constituem uma rede.

Outros dois conceitos importantes para nossa análise e frequentemente utilizados como sinônimos são “inovação” e “invenção”. Invenção remete à criação de uma novidade técnica ou organizacional (RIP; KEMP, 1998). O termo também traz consigo a ideia de tecnologia como artefato (dispositivos e aparelhos) e é tratado como algo exógeno que pode ser utilizado sem indicação da sua história e seu funcionamento interno (RIP; KEMP, 1998). Enquanto a inovação é o processo econômico e social que conduz a invenção a ser finalmente utilizada (HUGUES, 1993). Ela consiste, então, na possível implantação efetiva e durável das invenções em determinado meio social. Muitas invenções acabam não sendo adotadas por inúmeras razões que não cabem serem destacadas aqui.

Em seu estudo do histórico do conceito de inovação, Godin (2015) afirma que desde seu surgimento na Grécia antiga o conceito de inovação (*kainotomia*) tinha uma conotação política, significando introdução de mudanças na ordem estabelecida. O termo tinha sentido negativo na Idade Média, principalmente durante a Reforma Protestante, quando ambos os lados, reformadores e contra reformadores, usaram o conceito como uma palavra de acusação, como algo que poderia trazer consequências 'revolucionárias' – termo também utilizado de forma negativa à época, como sinônimo de violento e perigoso.

As reflexões sobre a inovação têm suas origens na obra do economista Joseph Schumpeter (2001 [1942]), onde a inovação é um fator endógeno ao capitalismo. Ela surge, segundo Schumpeter, de “empreendedores audaciosos” e se desenvolve através de “clusters”. Estes irrigam diversos campos da economia e empurram os setores tradicionais para trás. O economista denominou esse mecanismo de “destruição criativa”, que seria a destruição do tradicional considerado retrógrado que dá lugar ao “novo”, ao “moderno”, ao inovador. A partir daí ocorre uma fase em que as inovações passam a ser amplamente adotadas (momento de difusão) e se distinguem das invenções que as precederam. As inovações seriam, assim, o motor do crescimento econômico. Para Schumpeter o processo tecnológico da inovação passava por três fases: a invenção, a inovação e a difusão. Um processo não necessariamente linear, e com impacto social.

O conceito de inovação, assim como o de revolução, começou a ser usado de forma positiva ao longo do século XIX e atingiu seu auge no século XX. Após a II Guerra Mundial, a inovação passa a ser vista predominantemente como um meio para o progresso político, social e

material. A dicotomia tradição-inovação/conservador-inovador torna-se uma estrutura comum para entender o passado, o presente e o futuro. A representação dominante da inovação passa a ser a da economia: a inovação tecnológica que serve ao crescimento econômico (GODIN, 2015). É uma ferramenta para reduzir os atrasos ou lacunas na produtividade entre os países e é condizente com a disputa pela liderança industrial. Desenvolvem-se estatísticas para apoiar as “inovações”: pesquisas sobre inovação são administradas por empresas e os dados considerados evidências científicas são coletados de modo a subsidiar as decisões políticas. A inovação torna-se um conceito básico da política econômica contemporânea. Em algumas décadas a política científica transforma-se em política de inovação. Em todos esses esforços, os governos são apoiados por acadêmicos que atuam como consultores, que imaginam modelos de inovação como uma forma de enquadrar e orientar as políticas. Inovação torna-se a panaceia de todos os problemas socioeconômicos. Godin (2015) conclui que a inovação é uma construção linguística que é mantida por expectativas contínuas para o futuro; sobre como o futuro deve ser.

Porém, esse curto-circuito (no sentido de um curto processo) schumpeteriano entre empreendedor e inovação se transformou em uma longa cadeia interativa que se estende desde o laboratório da universidade para os departamentos de marketing das empresas, por meio de unidades de produção, centros de investigação industrial, laboratórios técnicos, departamentos de planejamento e até mesmo administrações públicas. A junção do mercado e da tecnologia, através dos quais tanto as invenções quanto os estabelecimentos que os transformam em inovações são pacientemente construídos, é cada vez mais o resultado de uma atividade coletiva e não mais do monopólio de um indivíduo inspirado e dedicado (AKRICH et al., 2002).

Callon (1993) critica a noção de inovação tecnológica como um processo linear. A sua principal crítica relaciona-se à alegação de que durante o processo de inovação os problemas técnicos ou científicos são separados dos outros (políticos, culturais, etc.), guiados por uma lógica econômica ou comercial. Por exemplo, muitas vezes acredita-se que no início do processo de inovação os problemas a serem resolvidos são basicamente técnicos e que as considerações econômicas, sociais, políticas ou mesmo culturais entram em jogo apenas numa fase posterior. Porém essa distinção não é clara. Tal heterogeneidade e complexidade presentes no final do processo, não são introduzidas progressivamente ao longo do caminho; elas estão presentes desde o início, afirma Callon.

Latour (2000) afirma que o modelo schumpeteriano é assimétrico porque nesse modelo, que considera “difusionista”, a única explicação razoável para a inovação está com os iniciadores, os primeiros cientistas, e esquece de todas as associações feitas, as longas cadeias de interações necessárias para transformar pessoas e objetos em “aliados”, ou seja, em atores que atuam em conjunto com uma finalidade em comum. Seguindo Latour (2014), vamos tratar as inovações técnicas, o glifosato em especial, não como objetos, mas como “projetos” que têm uma história e estão cheios de pessoas, inventores, financistas, advogados, especialistas em ética, funcionários do governo, políticos, consumidores; cada um deles com as suas estratégias, habilidades e trajetória de vida. Assim, cada projeto tenta formar um **sistema**, ou seja, fazer todos os outros artefatos ao redor dele servirem aos seus próprios objetivos. Como veremos nos capítulos três e quatro, pesquisadores, vias metabólicas, enzimas, moléculas químicas, eventos científicos, laboratórios, agências reguladoras, novos equipamentos agrícolas, *standards* de pesquisa, agricultores, etc., passaram a fazer parte da paisagem do glifosato e contribuíram para que ele se tornasse o herbicida mais utilizado no mundo.

A partir dessas críticas, os termos artefato técnico, inovação técnica ou inovação tecnológica serão utilizados aqui como sinônimos, desde que se tenha sempre em conta toda a rede heterogênea constituída de atores humanos e não humanos que os sustentam.

2.2 AS RELAÇÕES ENTRE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE

Yearley (2005) nos lembra que a sociedade atual está impregnada de tecnologias e suas percepções e crenças derivam das ciências. Para ele, nas culturas modernas cada vez mais os cidadãos pensam sobre si mesmos e sobre suas próprias vidas através das lentes da ciência. Portanto, segundo Yearley, as interpretações científicas e as tecnologias são, em algum sentido, “atores” nas sociedades atuais. Porém, a despeito dessa relação intrínseca entre ciência, tecnologia e sociedade, a Sociologia esteve por um longo tempo ausente das discussões da produção do conhecimento científico⁴.

⁴ Uma análise das principais escolas da Sociologia da Ciência é feita em Yearley no seu livro *Making Sense of Science* (YEARLEY, 2005). Outro interessante levantamento histórico sobre como as diferentes abordagens sociológicas têm

De acordo com Pinch e Bijker (1993), uma das principais características dos “estudos da ciência” nas décadas de 1980 e 1990 era a separação entre ciência (Sociologia da Ciência) e tecnologia (Sociologia da Tecnologia). A primeira, inicialmente preocupada com a ciência como instituição e o estudo das normas dos cientistas, os padrões de carreira e os mecanismos de recompensas, passa a se interessar pelo conteúdo real das ideias científicas, das teorias e dos experimentos como seu sujeito da análise (PINCH; BIJKER, 1993). Entre os autores identificados com a Sociologia da Ciência, preocupados com a ciência em si, destacamos Bloor, através do seu Programa Forte, cujo dogma central é o princípio da simetria: todo o conhecimento e todas as reivindicações de conhecimento devem ser tratados como sendo socialmente construídos (BLOOR, 1976). O que era forte no Programa era a insistência na noção de que a sociologia da ciência deveria tratar igualmente todo tipo de conhecimento. O cientista social deveria ser imparcial, explicando a crença das pessoas tanto sobre ciência ou matemática, quanto sobre religião ou ideologia política (YEARLEY, 2005). Nas palavras de Pinch e Bijker (1993), Dentro de tal programa, todo o conhecimento e todas as alegações científicas deveriam ser tratados como sendo socialmente construídos, isto é, as explicações para a gênese, a aceitação e a rejeição de alegações científicas devem ser buscadas no domínio do mundo social e não no mundo natural. A abordagem de Bloor gerou um forte programa de pesquisa empírica o que tornou possível entender os processos da construção do conhecimento científico em uma grande variedade de contextos.

Conforme afirmam Pinch e Bijker (1993) a Sociologia da Tecnologia tem suas bases na proposta de Thomas Kuhn, mas é a partir de Mulkay⁵ que se abre uma abordagem da tecnologia como socialmente construída. O argumento de Mulkay é que o sucesso da tecnologia não tem nada a dizer sobre a "verdade" do conhecimento científico no qual foi

trabalhado a ciência foi realizado no trabalho de tese de Tade-Ane de Amorim (AMORIM, 2011).

⁵ Michael Mulkay, sociólogo da ciência britânico, lançou o programa de análise de discurso científico (em inglês conhecido sob a sigla ASD – Analysis of Scientific Discourse), que é uma abordagem empírica cujo objetivo era a exploração sistemática dos discursos científicos para entender a cultura da ciência. Ele criticava a maneira pela qual os estudos da ciência e a sociologia do conhecimento científico tratavam o discurso científico. Para ele estes estudiosos apenas contavam histórias permeadas com os discursos dos próprios cientistas. Para maiores detalhes sobre a ASD, ver Yearley (2005, p. 83-98).

baseado (PINCH; BIJKER, 1993). A solução oferecida pela abordagem dele era focar não na ação como tal, mas nos métodos que os cientistas usam para relatar e dar sentido às suas próprias ações e a dos outros (YEARLEY, 2005). Porém, para Pinch e Bijker (1993) a verdade ou falsidade do conhecimento científico é irrelevante para a análise sociológica da crença. E, portanto, o sucesso da tecnologia não poderia ser explicado a partir da perspectiva de Mulkay. Para os autores, a única maneira eficaz de lidar com essas dificuldades seria adotar uma perspectiva que tentasse mostrar que a tecnologia, assim como a ciência, podem ser entendidas como uma construção social.

Assim, a partir do final dos anos 1980, com o trabalho de Wiebe E. Bijker, Thomas P. Hughes e Trevor Pinch, se delineia a possível ligação entre os estudos da ciência e os estudos da tecnologia, a partir de uma visão socioconstrutivista, através da associação do Programa Empírico do Relativismo (*Empirical Programme of Relativism* - EPOR) e a abordagem da Construção Social da Tecnologia (*Social Construction of Technology* – SCOT) (BIJKER; HUGHES; PINCH, 1993).

O EPOR é uma abordagem que procura demonstrar a construção social do conhecimento científico nas ciências "duras" e que emergiu da Sociologia do Conhecimento Científico. Sua principal característica é o foco no estudo empírico dos desenvolvimentos científicos contemporâneos e o estudo das controvérsias científicas. Pinch e Bijker (1993) explicam que há três estágios nos objetivos explicativos do EPOR: 1) a flexibilidade interpretativa⁶ das descobertas científicas, ou seja, estas são abertas a mais de uma interpretação, deslocando o foco da explicação do desenvolvimento científico do mundo natural para o mundo social; 2) o surgimento de mecanismos sociais para limitar a flexibilidade interpretativa e encerrar as controvérsias científicas através de um consenso científico sobre a "verdade"; e 3) relacionar tais "mecanismos de fechamento" ao meio sociocultural mais amplo. Segundo Yearley (2005), o EPOR defende que a confluência dos fatores sociais e culturais dentro da comunidade científica são os principais fatores explicativos para estabelecer o resultado de uma controvérsia científica. É a sociedade, e não a natureza, que tem a palavra final.

Na ideia de que objetos e fatos técnicos são uma construção social, a abordagem da Construção Social da Tecnologia (*Social Construction of Technology* – SCOT) (BIJKER; HUGHES; PINCH, 1993) teve um papel

⁶ Termo cunhado por de Harry Collins, sociólogo britânico, um dos pioneiros no estudo das controvérsias.

central. A abordagem SCOT critica a visão linear que descreve a história de uma inovação técnica como um processo evolutivo contínuo. Geralmente os estudos identificavam uma estrutura linear do desenvolvimento tecnológico seguindo seis passos: pesquisa básica - pesquisa aplicada - desenvolvimento tecnológico - desenvolvimento do produto - produção - uso. Esta noção descreve o desenvolvimento tecnológico como uma sucessão de etapas a partir do nascimento de uma ideia (invenção) para sua comercialização (inovação) por meio de seu desenvolvimento.

Na SCOT o processo de desenvolvimento de uma inovação tecnológica é descrito como uma alternância de variação e seleção, ou seja, é um processo multidirecional. A partir do conceito de “flexibilidade interpretativa”, Pinch e Bijker (1993), através do estudo sobre a criação e desenvolvimento da bicicleta, afirmam que as inovações tecnológicas são culturalmente construídas e interpretadas. Para esses autores, diferentes grupos vão utilizar e dar significados diferentes às inovações. Irão surgir controvérsias sobre sua utilidade ou problemas que elas causam. Essas controvérsias serão seguidas por um processo de fechamento e de estabilização. A visão que prevalecer é a que vai dar a forma dos objetos e definir sua utilização.

Além da flexibilidade interpretativa, o modelo SCOT define uma segunda etapa explicativa como estabilização da técnica que, como o EPOR, também diz respeito ao mapeamento de mecanismos para o encerramento do debate. A terceira etapa, que é a que relaciona os "mecanismos de fechamento" do debate com o meio sociocultural mais amplo, segundo Pinch e Bijker (1993) ainda não havia sido realizada em qualquer estudo da ciência contemporânea e poderia ser resolvida pelo método SCOT. A forma como tal abordagem descreve os artefatos tecnológicos, concentrando-se sobre os significados que lhes são dados por grupos sociais relevantes, parece sugerir um caminho a seguir. A situação sociocultural e política de um grupo social molda as suas normas e valores, que por sua vez influenciam o significado dado a um artefato.

Bijker, Hughes e Pinch (1993) argumentam que a tradição nas Ciências Sociais de estudar a ciência (Sociologia da Ciência) e a tecnologia (Sociologia da Tecnologia, Estudos da Inovação e História da Tecnologia) de forma separada tem contribuído para disseminar a ideia do determinismo tecnológico ao não conseguirem perceber as relações sociais que estão por trás.

Sally Wyatt (2008) afirma que o determinismo tecnológico possui dois argumentos. O primeiro é que o desenvolvimento tecnológico aconteceria fora da sociedade, independente de forças sociais,

econômicas e políticas. Assim, os produtos – novos ou aperfeiçoados, ou as novas maneiras de se fazer as coisas – surgem das atividades de inventores, engenheiros e designers, seguindo uma lógica técnica interna que não teria nada a ver com relações sociais. O segundo é que a mudança tecnológica causaria ou determinaria a mudança social. O problema é que assim sendo, não há espaço para a escolha ou intervenção humana. Segundo Wyatt, um dos aspectos mais enganosos e perigosos do determinismo tecnológico é sua equação da mudança tecnológica como sinônimo de progresso. Se a tecnologia segue um caminho inexorável, permite-nos negar as responsabilidades pelas escolhas tecnológicas que fazemos individual e coletivamente e permite que aquelas pessoas que desafiam o ritmo e a direção da mudança tecnológica sejam ridicularizadas.

A STS tem mostrado os riscos intelectuais e políticos de tratar a inovação tecnológica como um fator exógeno e da tentativa de internalizá-la. A tecnologia é estudada como parte do mundo e da sua dinâmica, sugerindo que ela pode ser um aspecto maleável da vida social. Embora haja algo duro, fixo, estruturado sobre tecnologia, essas qualidades não são atributos da tecnologia como tal. Latour (2000), por exemplo, chama os artefatos de “móveis imutáveis”, em que sua imutabilidade é o resultado da configuração sociocultural e material, não uma propriedade do artefato em si. Sociologicamente falando, a inovação não é um bem nem um mal, mas depende de onde estamos falando e dos indivíduos que estão falando (os que “ganham” ou os que “perdem” em relação a determinada inovação). Por conta disso, os pesquisadores da STS tem tentado demonstrar quão profundamente social são os processos de desenvolvimento tecnológico.

Apesar dos esforços dos proponentes da SCOT, essa abordagem não conseguiu eliminar em suas descrições a distinção entre o social e o tecnológico. Essa lacuna abriu caminho aos teóricos que insistiam na abordagem de explicação a partir da perspectiva sociotécnica, ou seja, a relação híbrida entre humanos e não humanos, proposta pela Teoria Ator-Rede (Actor-Network Theory – ANT), que veremos no próximo item.

2.3 A TEORIA ATOR-REDE

Para analisar as complexas interações socioambientais que moldam um sistema, como o agrícola, estudado nesta tese, é necessário um quadro de análise que seja capaz de lidar com múltiplas dimensões como os fatores ambiental, tecnológico, científico, político e econômico, ou seja, uma abordagem interdisciplinar que correlaciona ciência,

tecnologia e sociedade, como a ANT⁷ se propõe. A ANT surgiu durante os anos 1980, principalmente do trabalho de três acadêmicos da STS: Michel Callon (1986), Bruno Latour (1988) e John Law (1986).

Essa abordagem tem sua origem no campo dos Estudos de Ciência e Tecnologia (*Science and Technology Studies* – STS), que, por sua vez, é um campo interdisciplinar que analisa a forma como o conhecimento científico é produzido, distribuído e usado em diferentes contextos sociais. A ideia central é que a produção, disseminação e adoção do conhecimento científico é um processo social. A ciência e a tecnologia não evoluem do vácuo, ao contrário, participam do mundo social, são moldadas por ele, e simultaneamente o moldam também (LAW, 2004).

É uma tarefa extremamente complicada resumir, definir ou explicar a ANT. Como afirma um dos seus precursores, John Law, ela é melhor compreendida quando é aplicada do que quando explicada (LAW, 1999). Essas dificuldades acontecem por diversas razões: desde a introdução de novas categorias e conceitos, como também diferenças no modo de entendê-la e trabalhá-la entre os seus seguidores. Por conta disso, ela também recebeu diferentes nomes: Sociologia da Tradução (CALLON, 1986a), Sociologia das Associações (LATOUR, 2005, 2014), Ontologia Actante-Rizoma (LATOUR, 1999), *Co-Word Analysis* (CALLON et al., 1983), entre outros. Abordaremos nessa seção os principais aspectos teórico-metodológicos da ANT. Seus conceitos serão melhor trabalhados durante a nossa descrição da trajetória do glifosato.

O próprio Latour (1999) aponta problemas com o nome dado à teoria, o que ele denomina de “os quatro pregos no caixão” que são as palavras “rede”, “ator” e “teoria”, além do “hífen”. Mais tarde (LATOUR, 2005) volta a defender o conjunto de palavras e, inclusive, o hífen. Latour (1999) afirma que é um risco usar uma metáfora técnica como o termo “rede”, que é de uso comum de todos, principalmente por causa da existência da *World Wide Web*⁸, introduzida na década de 90, o que dá a

⁷ O acrônimo formado na expressão inglês, ANT, designa formiga em inglês. Por conta disso Bruno Latour prefere utilizar o nome Actor-Network Theory, apesar dele mesmo ter feito críticas a todas as palavras que formam o nome (LATOUR, 1999). Conforme ele explica no seu livro “Reassembling the social”, o acrônimo se encaixa bem no seu projeto: um pesquisador ANT tem que marchar como uma formiga, carregando uma pesada engrenagem para gerar até mesmo uma ínfima conexão. Uma formiga cega, míope, *workaholic*, farejadora, gregária escrevendo para outras formigas (LATOUR, 2005).

⁸ World Wide Web (WWW) é conceituada como um “ambiente virtual de busca de informações do mundo da mídia eletrônica” (NAHUZ, 1999).

sensação para todos de saber o que se trata. Até então, o termo era uma ferramenta crítica alternativa às noções tradicionais nas ciências sociais como instituição, sociedade, estado-nação, etc. A diferença é que o uso antigo de “rede” poderia ser comparado a um rizoma, significando uma série de transformações, translações, deslocamentos, que não poderiam ser capturados por qualquer termo tradicional da teoria social. Com a popularização da palavra rede, ela passou a significar transporte sem deformação, algo instantâneo, acesso direto a cada pedaço de informação. O que seria oposto do que queriam que significasse. Porém, em seu livro “Reagregando o Social” (LATOURE, 2005), o autor afirma que o termo “rede” define uma conexão ponto-a-ponto que está sendo estabelecida. Ela representa o “fluxo das traduções”; é o traço deixado para trás por algum agente em movimento; é fisicamente rastreável e, portanto, pode ser seguida e registrada empiricamente.

A conexão por hífen das palavras ator e rede também é um risco, pois isso poderia lembrar aos sociólogos do clichê agência/estrutura⁹ e a ideia inicial era justamente não ocupar uma posição nesse debate. O social, nessa perspectiva, pode não ter a característica de ser feito de agência e estrutura, mas ao invés disso ser uma entidade circulante, um artefato: tentando imaginar uma trajetória, um movimento, usando oposições entre duas noções, micro e macro, indivíduo e estrutura. A ANT concentra atenção sobre o movimento (LATOURE, 1999). A essa conexão Law (1998) chama de “oximoro”, ou seja, é intencionalmente paradoxal, pois em certo sentido a palavra é uma forma de realizar tanto uma elisão quanto uma diferença entre “agência” e “estrutura”. Mas uma diferença que é, ao mesmo tempo, uma forma de identidade. A resposta a essa contradição é que tudo pode ser considerado um ator e uma rede, dependendo da perspectiva (LATOURE, 2005). Tudo então pode ser um ator-rede, que não se reduz nem a um ator sozinho, nem a uma rede, mas simultaneamente, um ator cuja atividade é enredar elementos heterogêneos e uma rede que é capaz de redefinir e transformar o que a cria (CALLON, 1993). Assim, as duas partes são essenciais, o que justifica o hífen. A primeira parte (o ator) revela o espaço estreito em que todos os ingredientes grandiosos do mundo começam a ser incubados; a segunda parte (a rede) pode explicar através de quais veículos, quais

⁹ A Agência na Sociologia refere-se à capacidade que cada indivíduo tem de agir e fazer suas escolhas, enquanto estrutura está relacionada aos fatores que interferem (limitando ou determinando) essas escolhas e ações. A dicotomia entre as duas concepções está relacionada ao quão determinante são os sistemas sociais para a capacidade de agência do indivíduo (BARKER, 2005).

traços, quais trilhas, quais tipos de informação, o mundo está sendo trazido para dentro desses lugares e, então, depois de ter sido transformado, são bombeados de volta para fora de suas paredes estreitas. É por isso que a "rede" hifenizada não está lá como uma presença oculta do contexto, mas continua a ser o que conecta os atores (LATOUR, 2005).

Para Latour (1999), a ANT, longe de ser uma teoria do social ou, o que para ele seria pior, uma explicação sobre o que faz com que a sociedade exerça pressão sobre os atores, ela sempre foi, e isso desde o seu início, um método para aprender com os atores, sem impor-lhes uma definição a priori das suas capacidades de construção de mundo. Tem por objetivo deixar que os atores definam o mundo em seus próprios termos, usando suas próprias dimensões e seus próprios critérios. É uma teoria que diz que, seguindo circulações podemos obter mais do que através da definição de entidades, essência ou províncias. É um meio dos cientistas sociais acessarem os lugares, um método além de uma teoria, um meio de viajar de um ponto a outro, de um campo a outro, não uma interpretação do que os atores fazem camuflada em uma linguagem diferente, mais palatável e mais universalista. Apresenta uma nova ontologia com novos conceitos e novas categorias, trata-se também de um método de se olhar para um objeto, um método de análise; É uma nova ontologia na medida que considera os não humanos em sua análise e extrapola os limites das disciplinas. A ANT não diz como deve ser feito, apenas registra sistematicamente o mundo. Portanto, segundo a definição de ANT por Latour, não há nada por trás dos fenômenos coletivos, além das trajetórias dos atores e as redes que eles constroem. Portanto, o objetivo é descrever. E descrever não é um mero ato; é estar atento ao estado concreto das coisas, para que se possa encontrar uma descrição adequada de uma determinada situação.

A ANT é uma teoria de como estudar o social (LATOUR, 2005), ou, nas palavras de Callon (1993), é um instrumento de análise sociológica. Para Law (1992) esta teoria é interessada nos mecanismos de poder. O sucesso de uma inovação não é determinada apenas por sua utilização, mas é a rede de atores que apoiam a tecnologia que determinará seu sucesso, ou seja, ela é socialmente construída. Em outras palavras, é a criação de “redes heterogêneas” que ligam os vários elementos, humanos e não-humanos, que explicam a construção do conhecimento científico e das inovações tecnológicas.

Metodologicamente a abordagem ANT sugere seguir a construção e fabricação de fatos, em oposição aos estudos da ciência pronta e acabada (LATOUR, 2000). Para tal é necessário seguir os atores e tentar abrir a “caixa preta” da ciência e da tecnologia, traçando as complexas relações

que existem entre os diversos atores (governos, tecnologias, conhecimentos, artigos, dinheiro, cientistas, etc.) e descrevendo-as. O termo “caixa-preta”, como utilizado por Latour (2000), tem sua origem na cibernética e expressa um conjunto de coisas complexas que, por conta dessa complexidade, não é questionado. Essa analogia ajuda a entender como os conhecimentos científicos e técnicos são às vezes tomados como verdades incontestáveis e que não estão envolvidos em controvérsias.

Callon (1986a) indica três princípios metodológicos¹⁰ para a ANT. O primeiro deles é o agnosticismo: o observador deve ser imparcial com os argumentos técnicos e científicos e se abster de censurar os atores quando eles falam de si mesmos e do seu mundo social. Deve-se também evitar julgar como os atores analisam o mundo que os rodeia. Nenhum ponto de vista deve ser privilegiado e nenhuma interpretação censurada.

O segundo princípio é a simetria generalizada, cujo objetivo não é só explicar os pontos de vista conflitantes nos mesmos termos, mas também não alterar os registros quando passamos dos aspectos técnicos para os sociais. Como Latour (2005) também sugere, a natureza e a sociedade deveriam ser explicadas a partir de um quadro comum e geral de interpretação, num mesmo plano e levando em consideração que ambos são efeitos de redes heterogêneas. As **redes** congregam atores com interesses comuns e estes atores não são restritos a indivíduos humanos. A noção de “ator” é heterogênea, pois pode cobrir coletividade de humanos (grupos, organizações), não humanos (animais, máquinas, plantas, documentos) e também coisas não materiais (instituições, ideias). Para fugir da associação comum de “ator” com humanos, o termo **actante** tem sido utilizado. Assim, o social é uma rede heterogênea constituída de humanos e não humanos que devem ser igualmente considerados como actantes potenciais com habilidade para influenciar o mundo, ou seja, são as entidades que atuam (LATOUR, 2000). Busch e Juska (1997) explicam como os atores não humanos influenciam e modificam a realidade usando o exemplo dos agricultores estadunidenses em sua tentativa de se instalarem nas planícies norte americanas no final do século XIX. Estes agricultores exterminaram os indígenas que viviam na área que se opuseram à ocupação, porém as variedades de trigo que tinham levado

¹⁰ Law (1992), de modo diferente, embora confluyente, afirma que há dois princípios: 1) anti-dualismo, devido ao modo como a ANT entende os atores e as redes, sem pressupostos hierárquicos sobre o tamanho ou o poder. O que pode ser estendido à simetria generalizada que propõe; e 2) anti-determinismo, que rejeita os determinismos que afirmam que os fenômenos podem ser explicados por leis naturais, pela estrutura social ou propriedades tecnológicas.

não se adaptaram às condições áridas do local. Somente quando novas variedades foram desenvolvidas é que foram possíveis os assentamentos no local. Fazer essas mudanças técnicas envolveu dinheiro, equipamentos, laboratórios, pesquisadores, o trabalho de triagem entre diversas variedades, antes que a "natureza" permitisse o assentamento dos agricultores naquela paisagem. Os não humanos, portanto, também agem e interagem para construir fatos.

A ANT também rejeita a visão hierárquica do mundo. Noções como "global" e "local" não devem ser tratadas como um princípio de organização a priori, pois as redes são traçadas através do espaço. Latour (2005) orienta para a) "localizar o global", pois não há um global, mas uma cadeia de localidades conectadas; e b) "redistribuir o local", pois o local nunca ocorre apenas em um lugar. Latour afirma que o pesquisador percebe as interações menos óbvias, como algo que parece ser global, mas em algum momento foi local. Nenhum "contexto global", nem uma "interação face-a-face" podem ser tomados como dados; eles não são o que parecem ser. Isto pode transformar a forma como a política é entendida, permitindo ver várias escalas de poder e influência.

Essas observações de Latour ligam-se ao terceiro princípio de Callon, o princípio da livre associação, que é o abandono de todas as distinções a priori entre social e natural e rejeita a hipótese que há uma fronteira que separa os dois. O observador deve considerar que o repertório de categorias que ele usa, as entidades que são mobilizadas, e as relações entre todos estes são temas para discussões dos atores. Em vez de impor um quadro pré-estabelecido de análise sobre estes, o observador segue os atores a fim de identificar a maneira pela qual estes definem e associam os diferentes elementos pelos quais eles constroem e explicam seu mundo, seja ele social ou natural (CALLON, 1986).

Além de incentivar o pesquisador a observar os actantes não humanos, a ANT também o orienta a pensar relacionalmente, ou seja, não pensar os actantes de forma isolada e sim através de sua relação específica com os outros actantes. Isso significa, por exemplo, que nenhuma versão da ordem social, nenhuma organização e nenhum agente, é sempre completo, autônomo, e final. Tudo é resultado de redes heterogêneas. Não há "a ordem social", com um único centro, ou de um único conjunto de relações estáveis. Pelo contrário, há ordens – no plural –; há resistências. Isso não quer dizer que não exista desigualdade nos centros de poder, mas que os efeitos do poder são gerados de uma forma distribuída e relacional. O objetivo é explorar e descrever os processos locais de padronização, orquestração social, ordenação e resistência (LAW, 1992). O interesse de um pesquisador ANT deve ser mapear a maneira pela qual os atores

definem e distribuem papéis, e como eles mobilizam ou inventam outros atores para desempenhar esses papéis (LAW; CALLON, 1988). Para fazer isso a ANT estuda as associações entre atores heterogêneos, transformando o social em associação. Social não é um lugar, uma coisa, um domínio, ou um tipo de coisa, mas um movimento provisório de novas associações (LATOURE, 2005).

O processo pelo qual um ator se integra a uma rede é denominado de **tradução**¹¹, que significa um deslocamento de um status para outro, ou seja, quando um ator reinterpreta ou desloca os interesses (objetivos, problemas, soluções) ou mesmo identidades de outros atores com o objetivo de alinhar os interesses deles aos seus próprios interesses (LAW, 1992). Latour define tradução como a “criação de um vínculo que não existia e que, até certo ponto, modifica os dois originais” (2001, p. 206). Callon (1986a) afirma que o processo de tradução, durante o qual a identidade dos atores, a possibilidade de interação e as margens de manobra são negociadas e delimitadas, pode ser dividido em quatro momentos:

1) **Problematização**: momento em que o ator principal tenta tornar-se indispensável para outros atores definindo suas identidades, necessidades e objetivos. Esse ator (ou suas ideias ou seu artefato) busca torna-se o único meio para alcançar os objetivos, o que é descrito como Ponto de Passagem Obrigatório (PPO).

2) **Persuasão** ou “interessamento” (*interessment*)¹²: é o momento do ator principal manter os aliados do seu lado, pois estes também estão implicados na problematização de outros atores e suas identidades também são definidas em outras formas competitivas. Ele precisa enfraquecer as ligações dos outros atores e fortalecer o foco na sua problemática.

3) **Recrutamento** ou alistamento (*enrollment*): é o momento de colocar a persuasão em prática, quando o ator principal

¹¹ Latour (2000) contrapõe a ideia da tradução à ideia de difusão, bastante utilizada nos modelos explicativos considerados por ele deterministas. Segundo Latour, “[...] o modelo de difusão cria um mito onde desaparece todo o trabalho, as articulações, as redes. [...] Esse modelo esquece de todas as associações feitas, as longas translações necessárias para transformas pessoas e objetos em aliados”, pois a única explicação razoável para a inovação está com os iniciadores, os primeiros cientistas (p. 221; 225).

¹² O termo tem origem no termo francês “intéressement”, e tem seu significado ligado à economia: refere-se à participação dos trabalhadores no lucro da empresa; bônus; encorajamento; participação (Dicionário La Rousse).

utiliza diversas estratégias para definir e coordenar os papéis dos outros atores, e estes os aceitam. A persuasão não conduz automaticamente às alianças, portanto este momento é o resultado de negociações multilaterais, realizadas nos momentos anteriores.

4) Mobilização dos aliados: o ator principal toma emprestado a força de seus aliados e passa a ser também seu representante, seu porta-voz. Estes representantes mobilizam os atores tornando as proposições aceitas e indiscutíveis.

Porém, todo esse processo, que gera consensos e alianças, pode ser contestado a qualquer momento, tanto pelos próprios aliados quanto por outros grupos. Os papéis podem ser rejeitados pelos outros atores, e aí a tradução se transforma em dissidência ou **traição**, gerando as controvérsias, que, nas palavras de Yearley (2005), “são provas de fogo entre alianças em competição”. Construir uma robusta e extensa cadeia de associações é equivalente a vencer a controvérsia. Ao invés da controvérsia ser decidida pelo “lado” que tem o melhor acesso à verdade, a ideia central da ANT é que a verdade resulta da construção de uma aliança de sucesso. Em outras palavras, ao invés de entender a controvérsia buscando quem detém a verdade, a ANT entende que o que é considerado verdadeiro (ou vencedor) numa disputa científica é o lado que constrói a aliança mais forte.

A ANT é, portanto, uma ferramenta interessante para a análise de controvérsias científicas, pois o conceito de ator-rede pode ser usado para explicar as duas primeiras fases de um invento e sua institucionalização gradual do mercado. É aplicável a todo o processo, pois não descreve apenas alianças e interações que ocorrem em um determinado momento, mas também quaisquer mudanças e desenvolvimentos que ocorrem posteriormente. O conceito permite que os pesquisadores descrevam associações heterogêneas dadas de uma forma dinâmica e seguir, também, a passagem de uma configuração para outra (CALLON, 1993).

2.4 O ESTUDO DAS CONTROVÉRSIAS CIENTÍFICAS

O termo controvérsia pode cobrir todo tipo de dissidência, de minúsculos desentendimentos entre pequenos grupos de cientistas altamente especializados até questões públicas que mobilizam leigos na rua. A palavra "controvérsia" refere-se aqui a cada conhecimento/artefato de ciência e tecnologia que não está ainda estabilizado, fechado ou convertido em "caixa preta". As controvérsias são situações em que os atores não concordam (ou melhor, concordam com o seu desacordo). A noção de discordância relacionada ao termo controvérsia deve ser tomada

no sentido mais amplo: as controvérsias começam quando os agentes descobrem que não se pode ignorar o outro e que terminam quando os atores conseguem elaborar um compromisso sólido para coexistirem. Qualquer coisa entre esses dois extremos pode ser chamado de uma controvérsia, ou seja, um termo geral para descrever a “incerteza compartilhada” (VENTURINI, 2009).

Nelkin (1995), uma pesquisadora que se converteu em referência fundamental no estudo das controvérsias tecnocientíficas, desenvolveu uma tipologia de controvérsias em cinco grupos:

- Primeiro grupo: controvérsias que são motivadas por disputas morais e religiosas. Os conflitos que se travam neste grupo figuram como divergências entre a ideologia dos cientistas e preceitos morais. São questões que se impõem no âmbito do que é considerado certo ou errado, da eterna dicotomia entre o bem e o mal. Os principais atores que movem tais controvérsias são, por um lado, os cientistas, com suas teorias e práticas de pesquisa e, de outro, moralistas e religiosos que se sentem ameaçados em seus direitos de crença e valores.

- Segundo grupo: as tensões com questões ambientais, políticas e econômicas. Nestes tipos de controvérsias encontram-se envolvidos ambientalistas, trabalhadores, políticos e os mais variados setores da sociedade, desde que percebam que os interesses dos cidadãos se encontram ameaçados. A grande motivadora de conflitos é a degradação ou o uso indevido de bens comunitários, como recursos naturais, do meio ambiente, do ambiente de trabalho, mas também questões econômicas e políticas que se impõem a todo o corpo social. Os cidadãos passam a se interessar por tais assuntos em defesa de seus interesses, expressos na forma de direitos e na fixação de deveres, através da regulamentação e da legislação pública.

- Terceiro grupo: foca nos perigos e nos riscos que os desenvolvimentos tecnocientíficos podem oferecer. As controvérsias tecnocientíficas neste grupo estão relacionadas à insegurança e à desconfiança; têm mais a ver com a percepção da noção de risco que podem conter os avanços tecnocientíficos para a integridade da vida e da saúde das pessoas.

- Quarto grupo: sobre aplicações tecnológicas e a relação entre expectativas individuais e sociais e metas comunitárias. São controvérsias que questionam o papel regulatório dos governos e são apresentadas como uma forma de defesa dos “direitos” individuais ou coletivos. Muitos destes procedimentos, que são regulamentados pelos governos, podem aparentar uma afronta aos direitos individuais de privacidade e de liberdade de escolha. Muitas leis têm sido estabelecidas com base em

pareceres de peritos técnicos e impostas aos cidadãos; estes têm questionado este tipo de procedimento, exigindo uma maior participação no processo decisório dos países democráticos. Movimentos sociais e partidos políticos são os principais motivadores deste tipo de disputas.

- Quinto grupo: caracterizado por aquelas disputas que se estabelecem no interior do próprio corpo tecnocientífico. Despertam menos interesse público, pois reservam-se especificamente ao âmbito dos peritos, tais como cientistas, técnicos e especialistas. São exemplos deste tipo de controvérsias as disputas por financiamentos, por patentes e por competitividade no mercado.

Uma mesma controvérsia pode pertencer a mais de um grupo ao mesmo tempo. No caso do glifosato, por exemplo, veremos que as discussões se inserem no segundo, terceiro e quarto grupos, pois envolvem grupos heterogêneos que chamam a atenção para os riscos ambientais da utilização dos agrotóxicos, os custos maiores que os pequenos agricultores têm com a utilização de insumos industriais e reclamam que os grupos industriais fazem lobby político e econômico para obterem suas aprovações. E ainda no quinto grupo que, como veremos nos próximos capítulos, não há consenso científico sobre a segurança deste agrotóxico.

Venturini (2009), dentro da ANT, acrescenta que há muitos pontos em comum em todos os tipos de controvérsias. Em primeiro lugar, elas envolvem todo tipo de atores, não só humanos, mas também elementos biológicos e naturais, produtos industriais e artísticos, etc. As controvérsias são o lugar onde as relações mais heterogêneas são formadas. Toda controvérsia funciona como um "fórum híbrido", um espaço de conflito e negociação entre os atores.

Como veremos, as controvérsias em torno do glifosato se encaixam bastante nesse quesito: inúmeros atores humanos (agricultores – convencionais e orgânicos, pequenos¹³ e grandes –, ambientalistas, cientistas, reguladores, etc.); elementos naturais (emergência de pragas e doenças, desenvolvimento de resistência, poluição e degradação ambiental), produtos industriais (sementes modificadas, agrotóxicos, equipamentos), organizações governamentais (ministérios, regulação, órgãos de proteção ambiental), organizações não governamentais (associação de produtores, ONGs ambientalistas, associações das indústrias, partidos políticos); Universidades e institutos de pesquisa;

¹³ Alguns atores representam (ou dizem representar) os agricultores familiares, como por exemplo o ativista José Bové, agricultor europeu, e o Movimento Sem Terra, no Brasil.

revistas científicas (há debates, por exemplo, de revistas cuja revisão por pares é questionada por facilitar ou “prejudicar” pesquisas, tanto favoráveis quanto contrárias).

Um segundo aspecto destacado por Venturini (2009) é que as controvérsias apresentam o social em sua forma mais dinâmica. Não só alianças novas e surpreendentes surgem entre as mais diversas entidades, mas unidades sociais que pareciam indissolúveis de repente quebram-se em uma pluralidade de partes conflitantes. Em controvérsias, nenhum conjunto natural ou técnico pode ser tido como certo.

O caso da Abrace – Associação Brasileira de Produtores de Grãos não Geneticamente Modificados – pode ser usado como exemplo dessas alianças surpreendentes. Faziam¹⁴ parte desta associação os maiores produtores de transgênicos do Brasil, grupo que historicamente sempre foi acusado de praticar monocultura e degradação ambiental, e que passou a ter apoio de ONGs ambientalistas internacionais como a WWF e Greenpeace. Usavam um discurso anti-OGM e denunciavam as grandes corporações produtoras de semente por contribuir com a degradação ambiental.

A terceira característica é que controvérsias também são resistentes à redução, ou seja, à simplificação de um mundo complexo. Velhas simplificações são rejeitadas e novas simplificações estão ainda para ser aceitas ou impostas. A dificuldade nas controvérsias não é que os atores discordem sobre as respostas, mas que não podem até mesmo concordar com as perguntas. Um exemplo bastante revelador é a fala de uma das entrevistas realizadas para esta tese com a ativista Mute Schimpf, responsável por coordenar campanhas anti-OGMs da ONG Amigos da Terra Europa (*Friends of the Earth Europe*). Ela destaca a importância da ciência “independente” para que eles possam fazer as “perguntas certas”, ou seja, para que a verdade possa ser revelada sem a interferência da indústria.

Uma quarta característica é que as controvérsias surgem quando coisas e ideias que inicialmente eram tidas como certas começam a ser questionadas e discutidas. Controvérsias são discussões (mesmo que nem sempre verbais), onde mais e mais objetos são discutidos por mais e mais atores. Como veremos no capítulo 4, as controvérsias em torno do glifosato emergiram a partir do surgimento dos cultivos geneticamente modificados. Segundo a literatura agrônômica, até então, o glifosato não era visto como um problema ambiental nem de saúde. O levantamento de

¹⁴ A Associação foi dissolvida no ano de 2015.

artigos científicos que fizemos que indicam riscos ao uso do glifosato aponta um crescimento exponencial do debate a partir do ano 2000.

E, por fim, elas são conflitos. A construção de um universo compartilhado é muitas vezes acompanhada pelo choque de mundos conflitantes. As controvérsias decidem e são decididas pela distribuição de poder. Elas podem ser negociadas por meio de procedimentos democráticos, mas muitas vezes elas envolvem força e violência. Como iremos discutir no capítulo 3, o conflito sobre o uso de agrotóxicos na agricultura emergiu com força na década de 1960 quando se passou a evidenciar os seus riscos à saúde, tanto para o produtor rural quanto para os consumidores, como também os seus riscos ambientais no que diz respeito à poluição do solo, a água e o ar. Por conta disso, foram necessárias modificações nas legislações, criados novos protocolos e *standards* de avaliação de substâncias e se criou toda uma rede de pesquisas na temática. Além disso, fez emergir grupos que defendiam uma agricultura sem a utilização de insumos químicos.

Assim como as controvérsias podem ser abertas, elas também podem ser fechadas de alguma forma. Vários autores tentaram estabelecer tipologias sobre as formas de fechamento de controvérsias, cada qual com seu próprio conjunto tipológico: argumento sólido, consenso, fechamento processual, fechamento negociado e morte natural (BEAUCHAMP, 1989); resolução, fechamento e abandono (MCMULLIN, 1989); resolução e fechamento (MENDELSON, 1989). Todas as tipologias identificam fatores internos ou externos para explicar o fechamento de uma controvérsia, porém baseando-se naquela concepção que a verdade existe *a priori* bastando apenas ser revelada. Porém, Latour (2000) vai além. Ele afirma que devemos abandonar a ideia de que é a Natureza a responsável pelo fechamento da controvérsia, como se a resposta estivesse “lá” só faltando alguém descobrir. Devemos “contabilizar a longa e heterogênea lista de recursos e aliados que os cientistas estavam reunindo para tornar a discordância impossível” (p. 169).

As controvérsias oferecem uma vantagem metodológica por conta da relativa facilidade com que elas revelam a flexibilidade interpretativa dos resultados científicos, pois expõem opiniões fortes e divergentes sobre descobertas científicas (PINCH; BIJKER, 1993). Embora bastante complexas, elas continuam a ser uma das melhores ocasiões para observar o mundo social e sua realização. Para entender como os fenômenos sociais são construídos, não é suficiente observar os atores sozinhos, nem é suficiente observar as redes sociais, uma vez que estão estabilizadas. O que deve ser observado são os atores-redes – ou seja, as configurações fugazes onde os atores estão renegociando os vínculos de redes antigas e

o surgimento de novas redes para redefinir a identidade dos atores (VENTURINI, 2009).

Assim, metodologicamente, a ANT se configura como um recurso interessante para a observação e descrição das controvérsias tecnocientíficas. Sua perspectiva nos permite identificar e seguir os atores, suas redes, as associações e os movimentos de resistência. A ANT inova ao considerar diversos elementos, tais como relações de poder, estratégias de marketing, opinião dos leigos, entre outros, como elementos recrutados e também envolvidos na construção dos fatos e inovações tecnocientíficas. Dizendo de outra forma, a própria complexidade dessa abordagem, resultante de suas múltiplas trajetórias, a torna uma ferramenta com capacidade para revelar as complexidades do mundo sociotécnico.

Porém, para Venturini e Guido (2012), uma das principais dificuldades da ANT é a operacionalização. Ou seja, o problema é a diferença entre a originalidade de suas premissas e as ferramentas práticas que proporciona para materializá-las. A maioria dos estudos ANT ainda conta com as ferramentas convencionais da abordagem etnográfica, que são a observação e as entrevistas com foco nas interações locais, as quais podem ser observadas diretamente. Os autores lembram que o significado de “-rede” em “ator-rede” é justamente que suas interações são o cruzamento de trajetórias que começam e chegam em qualquer lugar e há uma infinidade de individualidades e coletivos que devem ser levados em conta. Assim, apelam para abordagens quanti e qualitativas que permitem ampliar a pesquisa e explorar uma grande diversidade de associações enquanto mantêm o traço a partir de um determinado ponto. Essa abordagem foi definida por Bruno Latour como Cartografia de Controvérsias.

Em resumo, integrando a tipologia de Nelkin com a da ANT podemos afirmar que quando se olha para as controvérsias deve-se buscar onde a vida coletiva fica mais complexa: onde a maior e mais diversa variedade de atores está envolvida, onde alianças e oposições transformam-se de forma imprudente, onde nada é tão simples como parece, onde todos estão gritando e brigando, onde os conflitos crescem mais severos. Lá encontraremos o objeto da cartografia de controvérsias (VENTURINI, 2009).

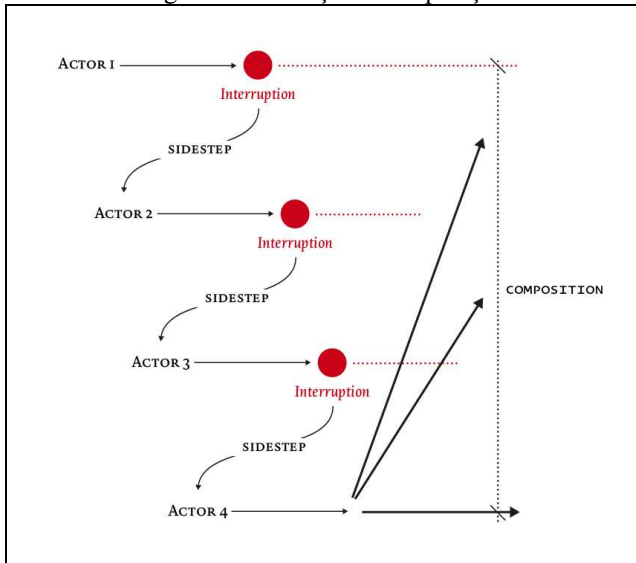
2.5 CARTOGRAFIA DE CONTROVÉRSIAS: UM MÉTODO PARA INVESTIGAR AS DISPUTAS PÚBLICAS

Em 2014 participamos da primeira turma do curso online “*Scientific Humanities*” (Humanidades Científicas) oferecido por Bruno Latour do *Science Po* – Instituto de Estudos Políticos de Paris, disponibilizado na plataforma FUN – *The Freedom to Study* (Liberdade para Estudar, em português)¹⁵. O objetivo do curso era desenvolver as habilidades interpretativas para aqueles que querem atravessar a lacuna entre a “cultura” das humanidades e a da ciência e aprender como fornecer uma descrição mais realista do nosso encontro diário com a tecnologia e a ciência através da metodologia da Cartografia de Controvérsias. Por um lado a metodologia desconstrói a ideia de que não há uma materialidade por trás das ideias, e por outro lado de que não há interesses por trás da materialidade da ciência. Qualquer objeto para existir depende de pessoas e coisas e há sempre relações de poder por trás das afirmações.

Inicialmente devemos ter em mente dois conceitos: o de tradução e de composição. Relembrando aqui que tradução é movimento, deslocamento, transportar enquanto transforma. Por isso também aceita-se o termo “translação” quando se traduz o conceito do inglês – translation. Ela é construída através dos desvios e da composição. A ciência (ou a inovação técnica) se tornará interessante ou não dependendo da sua capacidade de associar-se a outros cursos de ação, de ganhar aceitação para os desvios necessários, de cumprir suas promessas e de ganhar o reconhecimento como sendo a principal fonte do todo que é, no entanto, uma composição (LATOURE, 2014). A Figura 2 permite visualizar o processo que descrevemos.

¹⁵ Disponível em <<https://www.fun-mooc.fr/>>.

Figura 2 - Tradução e composição



Fonte: Curso “Scientific Humanities” (LATOUR, 2014).

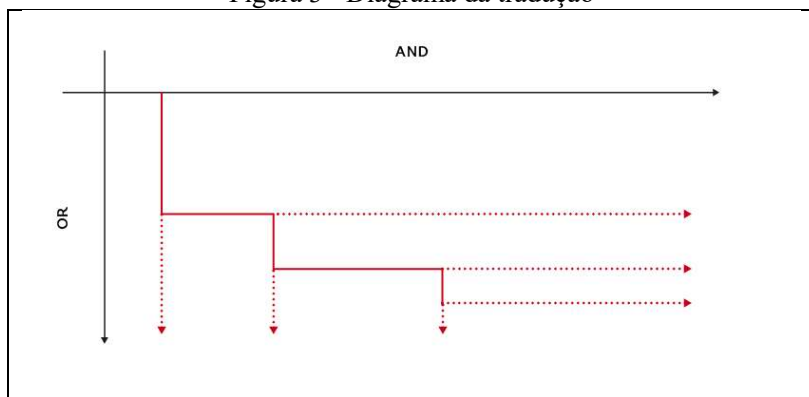
O diagrama tenta mapear esses movimentos de tradução – isto é, os desvios e a composição. Esses movimentos são sempre multiplicados e complicados pela controvérsia, tanto que navegar por eles antes que sejam assentados – em meio à controvérsia – não é uma tarefa fácil. Ele demonstra que a questão de quem é o responsável final pelo desenvolvimento global de uma inovação técnica é secundária – surge apenas após movimentos de tradução. Isto acontece somente depois do fato de que é possível avaliar o papel – sempre conjectural – dos diferentes atores (LATOUR, 2014).

Para se chegar a um diagrama de tradução é preciso levantar todo tipo de informação disponível sobre as conexões entre a inovação técnica e a sociedade. Portanto, inicialmente é preciso seguir notícias, discussões públicas, sites de instituições relacionadas ao tema, enfim tudo que possa fornecer dados para a cartografia. Nesse momento inicia-se a identificação daqueles atores (individuais ou coletivos) que tem um papel importante na controvérsia e os argumentos utilizados em cada lado da controvérsia.

Dos diferentes tipos de mídia somos levados para a literatura científica e aqui Latour (2014) orienta para começarmos pelo discurso e seguir o movimento que tenta torná-lo indiscutível. São muitas etapas

intermediárias, precauções a tomar, pessoas envolvidas, dinheiro, instrumentos, etc., e é graças a este processo coletivo lento e mediado de fabricação que existem fatos sólidos e robustos. Os discursos representam um bombardeio contínuo de palavras que atraem nossa atenção para um ou outro aspecto do mundo e os quais estão ligados a um certo rótulo que garante maior ou menor autoridade a essas palavras. Abaixo podemos observar o diagrama da tradução (Figura 3), que mostra o movimento pelo qual um enunciado sofre transformação no calor da controvérsia.

Figura 3 - Diagrama da tradução



Fonte: Curso “Scientific Humanities” (LATOUR, 2014).

Na Figura 3 há a dimensão da associação ou composição (AND) e o desvio e substituição (OR). Há os “prós” e “contras” que apoiam ou minam um enunciado, e também a linha de frente que marca o trabalho de tradução: o aspecto de um enunciado que tem que ser modificado para que tenha sucesso em convencer aqueles que são opostos a ele. Aqui ganha-se nas associações (em convicção) somente “pagando” o custo das transformações (novos começos, desvios). Depois de totalmente transformado (para o comprimento da dimensão OR) é que ele pode ser aceito (que é a dimensão AND). Mas nada é definitivo: há objetos técnicos que enferrujam e declarações que caem em desuso. Existir é sempre estar na linha de frente. A ciência não pode manter-se viva apenas pela inércia. A utilidade real deste diagrama é lembrar que o que é ordinariamente chamado de um enunciado inquestionável é somente o estágio final possível de uma controvérsia e não o seu início.

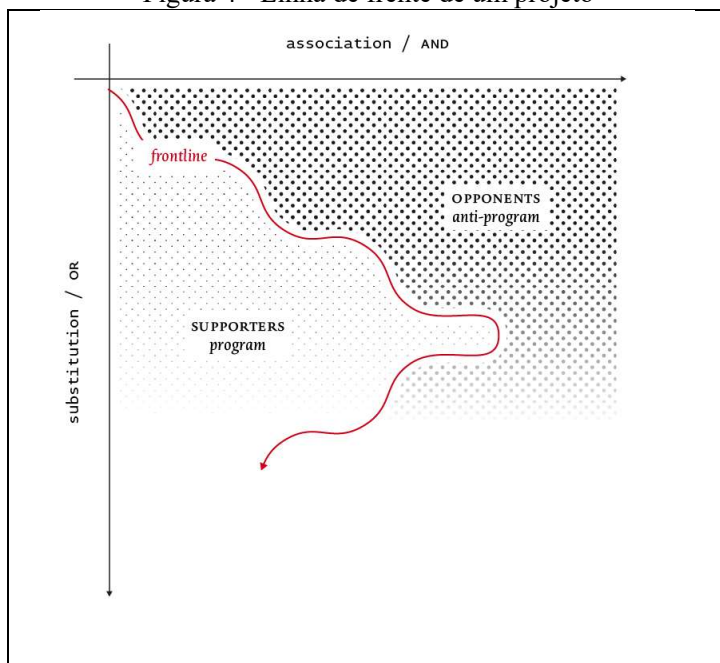
O próximo passo é tentar tornar a inovação técnica “visível” e “falante”. As inovações técnicas têm a capacidade de rapidamente se tornarem silenciosas e invisíveis, como uma força incrivelmente poderosa em moldar nosso trabalho diário. Por isso, é mais fácil detectar, rastrear e

interpretar a política por trás das inovações recentemente introduzidas, porque pode-se ver facilmente o trabalho feito para torná-la parte da paisagem, ou seja, torna-la invisível. Portanto, como já afirmamos anteriormente, vamos tratar as inovações técnicas não como objetos, mas como “projetos” que têm uma história e estão cheios de pessoas, inventores, financistas, advogados, especialistas em ética, funcionários do governo, políticos, consumidores, cada um deles com as suas estratégias, habilidades e trajetória de vida. Para tal, iremos adicionar uma quarta dimensão ao artefato técnico, que é a do tempo e vamos representar sua história. Então, precisamos listar os muitos episódios que compõem a história de vida do projeto: sua trajetória (LATOURE, 2014).

Cada projeto é capaz de sobreviver como um objeto somente quando muitos outros elementos foram montados para mantê-lo no lugar. Inserir um novo objeto é como inserir um animal em um ecossistema complexo. Se faltar um elemento importante o projeto falha e o objeto torna-se inútil. Para capturar todos os ingredientes necessários para a duração de longo prazo de um projeto, vamos utilizar a noção de um sistema. Cada projeto tenta organizar sistematicamente em torno de si todo o conjunto de seus acessórios e suportes. Então a ideia geral é registrar episódios da história da inovação, mostrando o que ela realiza e contra o que ela luta em vários momentos do tempo. Em outras palavras, estaremos fazendo uma análise sociotécnica. O nosso “objeto” escolhido ainda está lá, mas agora é uma trama, um momento de uma série de transformações sucessivas. Ou seja, A grande vantagem da visualização simplificada é que ela nos ajuda a entender a tecnologia como um projeto e não como um objeto. Ou melhor, o objeto existe, mas é uma trama (imagem congelada) do filme do projeto (LATOURE, 2014).

Agora o diagrama inicial (Figura 3) torna-se mais preciso, onde podem se destacar duas dimensões: associação (AND) e substituição (OR). É uma forma mais ordenada de representar o movimento dos desvios (OR) e composições (AND) de modo que teremos uma linha para fazer nosso caminho através do labirinto da tecnologia (Figura 4).

Figura 4 - Linha de frente de um projeto



Fonte: Curso “Scientific Humanities” (LATOUR, 2014).

Para fazer uma inovação falar e tornar-se visível é preciso submetê-la a algum tipo de teste para que ela possa contar sua história. Isso é o que Latour (2014) chama de des-crição (no sentido de decomposição) de uma técnica. É preciso des-crever uma técnica escrevendo seu roteiro, que é visível, uma vez que se transforma em uma linha de frente entre os programas e anti-programas. E é num momento de pane ou controvérsia o melhor momento para essa des-crição.

O último passo da metodologia é a criação de um atlas, ou seja, uma série de mapas que visam capturar a complexidade de elementos de uma controvérsia. O que é importante nesse estágio é quebrar essa complexidade de uma controvérsia e, em seguida, reconstruí-la através de uma cadeia de representações posteriores. É o que Latour denomina como Cartografia de Controvérsias, ou seja, um conjunto de técnicas para investigar conflitos de interesses públicos especialmente, mas não exclusivamente, em torno de questões tecnocientíficas. Estas técnicas foram introduzidas por Bruno Latour, num exercício didático para aplicação da Teoria Ator-Rede, mas com o tempo evoluiu para um método de investigação com a contribuição de pesquisadores de ciência,

tecnologia e sociedade em toda a Europa reunidos numa plataforma colaborativa denominada MACOSPOL¹⁶ (Mapping Controversies on Science for Politics, ou, em português, Mapeamento de Controvérsias em Ciência Política) cujo objetivo é mapear controvérsias científicas e técnicas a partir da abordagem ANT.

Venturini¹⁷ (2009) descreve as cinco lentes de observação na metodologia da cartografia de controvérsias. Para o autor são como lentes de uma câmera ou de um microscópio que podem ser mudadas para que se possa focar num determinado ponto ou momento, com o objetivo de observar as diferentes camadas da controvérsia.

1) Das afirmações para a literatura (quais são os debates?): as controvérsias podem parecer caóticas e os atores não concordarem em nada. Toda nova declaração, não importa quão marginal ou técnica, gera uma avalanche de respostas e discussões. Portanto, identificar a extensão total da arena controversa é apenas um primeiro passo na cartografia social. Cartógrafos também devem reconhecer a existência de uma malha grossa de relações entre as declarações que circulam em uma disputa. A primeira tarefa da cartografia social é o de mapear a rede de referências, revelando como os discursos dispersos são tecidos em literaturas articuladas. Graças às ferramentas bibliográficas e cientométricas¹⁸ estas estruturas textuais são particularmente fáceis de traçar em ciência e tecnologia. Como podemos observar na Figura 5, ela constitui um primeiro nível de articulação que a cartografia social deve ser capaz de destacar. Podemos perceber as alegações soltas, ainda sem conexões. Em relação ao glifosato, por exemplo, foi possível perceber a emergência da controvérsia científica a partir de levantamentos realizados com as ferramentas cientométricas disponíveis como o google acadêmico, o

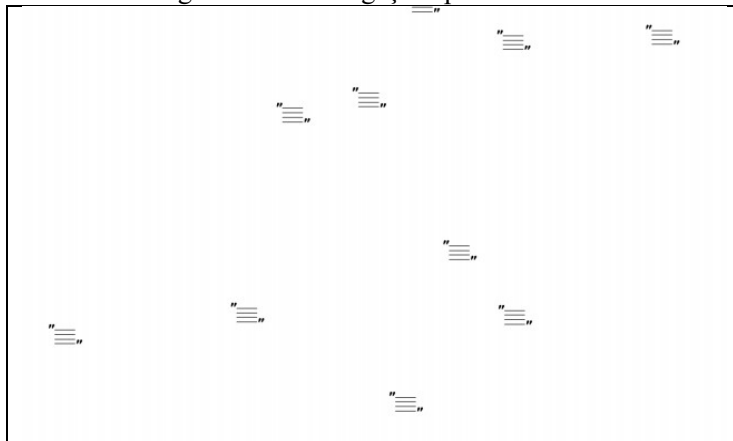
¹⁶ Para maiores informações acessar o site da Plataforma disponível em <<http://mappingcontroversies.net>>.

¹⁷ Tommaso Venturini é o coordenador de pesquisas do Laboratório de Mídia do Science Po (Instituto de estudos políticos de Paris), e parceiro de Bruno Latour na criação e formatação do curso de cartografia de controvérsias. Mais informações em <<http://www.tommasoventurini.it/wp/>> e <<http://www.medialab.sciences-po.fr/>>.

¹⁸ Cientometria é o “estudo da mensuração do progresso científico e tecnológico e que consiste na avaliação quantitativa e na análise das inter-comparações da atividade, produtividade e progresso científico. Em outras palavras, a cientometria consiste em aplicar técnicas numéricas analíticas para estudar a ciência da ciência” (SILVA; BIANCHI, 2001).

Scopus¹⁹ e o *Science Scape*²⁰, este último produzido pelo Medialab do *Sciences Po*. Esta ferramenta oferece funções para visualizar a evolução de uma alegação através da literatura científica.

Figura 5 – Das Alegações para o debate



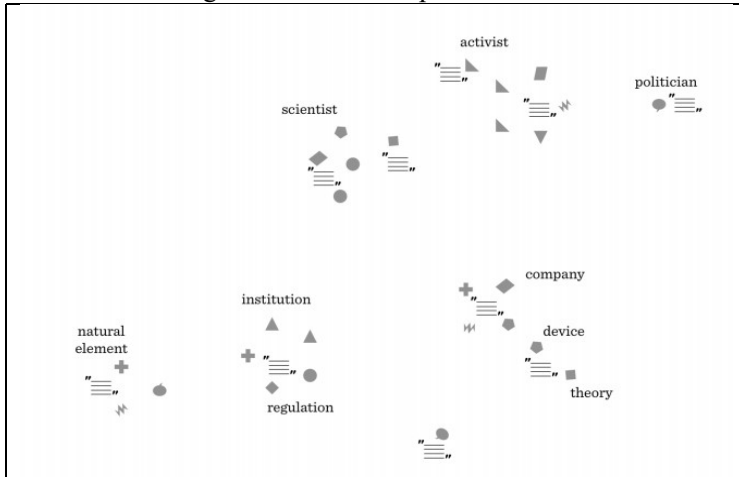
Fonte: Venturini (2013)

2 – Da literatura para os atores (quem está debatendo as questões?): as afirmações são sempre parte de redes maiores compreendendo seres humanos, objetos técnicos, organismos naturais, entidades metafísicas e assim por diante (Figura 6). Venturini (2013) afirma que para identificar quem são os atores basta se perguntar se a presença ou ausência de quem está atuando faz a diferença. Se isso acontecer e se esta diferença é percebida por outros atores, então ele é um ator (ou actante). Cartógrafos sociais devem dedicar a maior atenção a todos os atores, não importa se eles são humanos, animais, artefatos ou qualquer outra coisa. Ao longo da tese serão evidenciados os atores importantes que foram mobilizados como aliados – como cientistas da área de química e agronomia, laboratórios de análises, legisladores, equipamentos agrícolas, *standards* –, os dissidentes – “ervas daninhas”, fungos, cientistas –, e aqueles que se converteram em “inimigos” ao longo do tempo – ONGs ambientalistas, associações de produtores, etc.

¹⁹ O Scopus é a maior base de dados de resumos e citações de literatura científica revisada por pares e de fontes web de qualidade, que integra ferramentas inteligentes para acompanhar, analisar e visualizar os resultados da pesquisa. Disponível em <<http://www.scopus.com/>>.

²⁰ Disponível em <<http://tools.medialab.sciences-po.fr/>>.

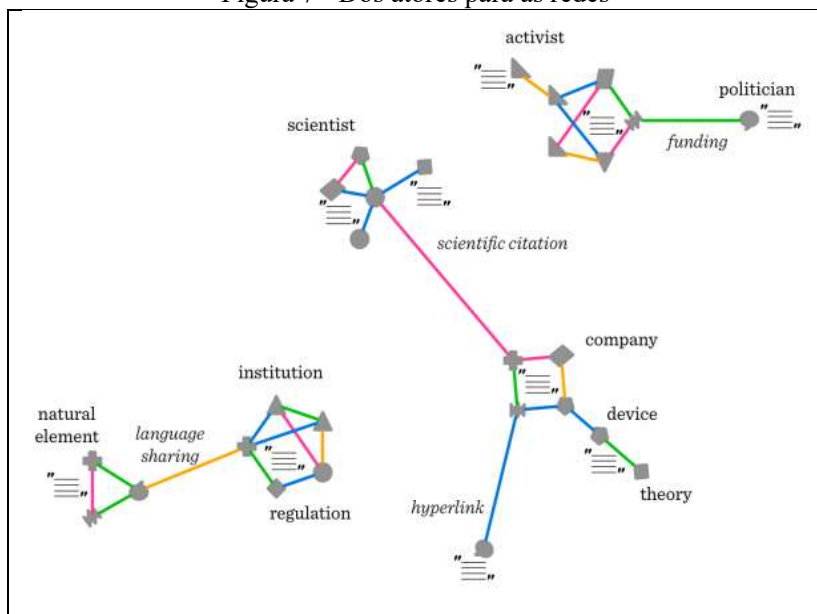
Figura 6 - Do debate para os atores



Fonte: Venturini (2013)

3 – Dos atores para as redes (como os atores estão conectados?): os atores não estão isolados; eles são sempre componentes e compostos por redes (Figura 7). Os atores interagem, moldando e sendo moldados por relações. Observar controvérsias é observar o incessante trabalho de conectar e desconectar conexões. Os atores envolvidos nas controvérsias em torno do glifosato formam e dissolvem coalizões ao longo do tempo. Destacaremos, por exemplo, que boa parte das redes contra e a favor dos cultivos geneticamente modificados são as mesmas contra e a favor das alegações de risco do uso do glifosato.

Figura 7 - Dos atores para as redes



Fonte: Venturini (2013)

4 – Da rede ao cosmos (onde os debates ocorrem?): toda controvérsia será sempre parte de uma outra controvérsia maior e sempre composta de várias subcontrovérsias (Figura 8). Portanto, é preciso situar as controvérsias na escala de disputas a qual pertencem. Por exemplo, o glifosato é parte integrante de controvérsias maiores: o debate em torno do modelo de agricultura (industrial x agricultura familiar; alto insumo x baixo insumo; convencional x orgânica). Esse debate se desdobra nas controvérsias em torno do uso da biotecnologia na agricultura, como no caso dos cultivos geneticamente modificados (*royalties*, efeitos não controlados sobre os genes, contaminação genética, dependência econômica, uso de agrotóxicos, entre outros) e em torno da sustentabilidade agrícola (desflorestamento pelo avanço da fronteira, emissão de gases de efeito estufa através da produção animal e mecanização, maior ou menos uso de agrotóxicos, entre outros). O uso de agrotóxicos faz fronteira também com os debates em torno do que seria um alimento saudável. Outras subcontrovérsias se abrem a partir das discussões sobre o glifosato, como os riscos à saúde humana (câncer, alergias) e ao meio ambiente (animais não alvo, contaminação, resistência

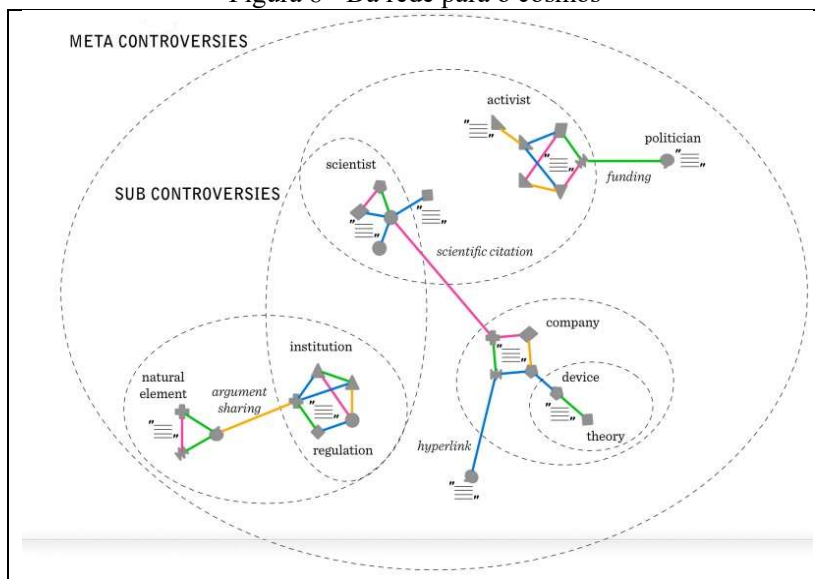
de “ervas daninhas”), além de discussões sobre padrões científicos de determinação de segurança.

Para Venturini (2009) muito embora as controvérsias sejam disputadas no campo técnico, elas sempre opõem visões de mundo conflitantes, inclusive visões não técnicas. A maioria dos atores e grupos aspiram algum tipo de estabilidade. Poucos estão interessados em desestabilizar as redes sociais existentes apenas por uma questão de caos. O fato de que as controvérsias tornam a existência coletiva cada vez mais complexa não significa que aqueles que lutam contra elas não sejam guiados por um desejo de simplificação. A observação não pode se limitar às declarações, ações e relações, mas tem de se estender para o significado que os atores atribuem a elas, ou seja, sua visão de mundo. Venturini (2009) exemplifica a partir dos debates em torno dos cultivos transgênicos. Para ele, aqueles que apoiam a disseminação desse tipo de cultivo acreditam que a inovação irá trazer benefícios econômicos e ambientais em longo prazo, mesmo que isso implique em mudanças nos sistemas tradicionais. Por outro lado, “ativistas”²¹ contrários à agricultura industrial são muitas vezes inspirados por visões “românticas” da tradição da vida rural²². Para Venturini, essas visões de mundo devem ser levadas em conta na análise, pois muitas vezes são mais importantes que qualquer cálculo realista.

²¹ É curioso notar que o autor utiliza o termo “ativista” somente para os grupos contrários aos cultivos GM. Destacaremos no capítulo 4 como essa noção traz embutida uma visão de “não-científico” e, portanto, esses grupos teriam apenas motivação ideológica.

²² Não seria também “romântica” a visão dos cientistas na medida em que acreditam na narrativa de superioridade da “razão científica” sobre as outras formas de pensamento? Ou quando afirmam que ciência deve estar separada da política?

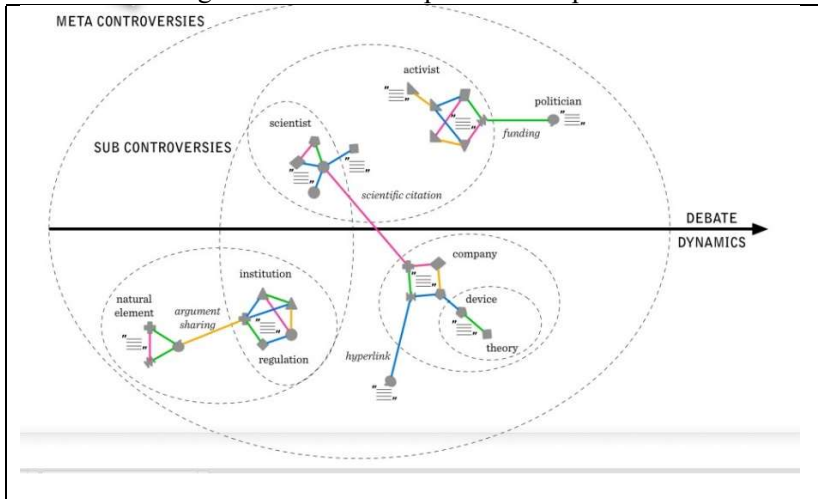
Figura 8 - Da rede para o cosmos



Fonte: Venturini (2013)

5) Do cosmos à cosmopolítica (quando as controvérsias se desenvolvem?): sua compreensão requer abandonar uma das ideias mais veneráveis da cultura ocidental: a crença que, por trás de todas as ideologias e controvérsias, existe uma realidade objetiva independentemente do que os atores pensam ou dizem. Além de ser centrada no ser humano, esta ideia tem uma grande desvantagem: ela muitas vezes acaba justificando o absolutismo científico, ou seja, assim que um substrato final da verdade é postulado, os atores alegam ter um acesso privilegiado a ele. Através da filosofia, religião, arte, ciência ou tecnologia a realidade parece finalmente ser revelada e todos passam a concordar (quer se goste ou não). Às vezes, as disputas são temporariamente silenciadas pelo fato de que alguns cosmos se prevalecem sobre os outros, ou quando os atores encontram algumas resistências, mas nenhum acordo, nenhuma convenção, nenhuma realidade coletiva chegou lá sem discussão. Para tal, a metodologia da cartografia implica em descrever a dinâmica dos debates ao longo do tempo, mostrando as inter-relações e fronteiras com outras controvérsias e como as redes que vão se constituindo para que o artefato se torne parte da paisagem (Figura 9).

Figura 9 - Do cosmos para a cosmopolítica



Fonte: Venturini (2013)

Essa metodologia convida a todos os pesquisadores a utilizarem todas as ferramentas de observação disponíveis e não restringir as observações a uma teoria ou metodologia única. Latour (2005) orienta para observarmos a controvérsia e dizer o que vemos. Seu principal princípio é que os atores fazem tudo, incluindo as suas próprias estruturas, suas próprias teorias, os seus próprios contextos, as suas próprias metafísicas, até mesmo suas próprias ontologias. Então a direção a seguir seria descrever o que os atores fazem para se expandir, se relacionar, se comparar, se organizar. Ou seja, descrever a rede como um resultado e não um dado – a descrição de uma rede é uma maneira de dispor os rastros deixados por atores no curso de suas ações.

Observar uma controvérsia é como a criação de um observatório científico: a qualidade da observação depende da capacidade de se multiplicar o número e aumentar a sensibilidade dos dispositivos de monitorização. Apenas acumulando notas, documentos, entrevistas, pesquisas, arquivos, experimentos, estatísticas, os pesquisadores podem se esforçar para preservar a “riqueza incrível” da vida coletiva. E o mais importante, é preciso tornar a complexidade legível a partir de ferramentas cientométricas e digitais (LATOURE, 2014).

Para a criação desses mapas existe uma série de ferramentas digitais²³ disponibilizadas na internet, gratuitas ou pagas, que permitem uma visualização mais dinâmica da controvérsia. Nessa tese utilizaremos algumas ferramentas, as mais básicas e possíveis de serem aprendidas de forma autodidata, que ajudam a ilustrar alguns aspectos do que estamos discutindo. Portanto aplicamos só parte da metodologia por conta de limite de tempo e recursos digitais. Optamos assim por adaptar a metodologia às nossas necessidades e habilidades.

O ciberespaço, aqui entendido como a comunicação através das redes de computadores, é uma nova ferramenta para a traceabilidade do social, um novo espaço público (LATOURE, 2007). Assim, é a partir desse novo espaço que seguimos nossa inovação técnica e acompanhamos as controvérsias que se desenrolaram durante o período que pesquisamos. Foram quase quatro anos juntando documentos legais, acompanhando notícias, observando páginas de organizações e seguindo a produção científica sobre o tema, blogs, grupos em redes sociais.

²³ Muitas dessas ferramentas podem ser obtidas no site do Médialab do Scienc Po. Disponível em <<http://tools.medialab.sciences-po.fr/>>.

3 SEGUINDO O ARTEFATO

Seguir um artefato técnico não é uma tarefa simples. A habilidade em detectar, rastrear e interpretar os seus movimentos e o trabalho realizado para torná-lo parte da paisagem exige identificar e relacionar um mundo de atores humanos e não humanos que não é evidente, que está naturalizado em nosso cotidiano. A questão é que alguns artefatos tornam-se invisíveis para nós, embora façam parte das nossas vidas e desse modo não pensamos sobre como eles chegaram lá (LATOURE, 2005). No entanto, eles têm história, uma trajetória e, na maior parte das vezes, elas são complexas. Então, precisamos aprender a listar os muitos episódios que compõem a história de vida dos artefatos se quisermos compreender como eles chegaram lá – ou se quisermos compreender sua influência em nosso cotidiano. É preciso desvelar a agência do artefato que tende a ficar invisível (LATOURE, 2014).

Para Latour (2014) é preciso submeter o artefato técnico a algum tipo de teste para que ele possa nos contar sua história, para que possamos então fazer uma “des-criação (criação)” de uma técnica. O que Latour chama de descrição não se refere apenas a um simples relato sobre a trajetória do artefato, mas uma narração detalhada e crítica. Isso significa apresentar as relações que se constroem em torno dele e as negociações que o promoveram ao status de indispensável à vida cotidiana. Evidenciam-se assim as relações que colaboram para a construção do artefato. Esse procedimento é importante, pois, segundo o autor, um artefato técnico só é capaz de sobreviver, ou seja, se manter em nosso cotidiano como algo “natural”, quando muitos outros elementos foram mobilizados para mantê-lo neste lugar. Se faltar um elemento importante, o projeto (de legitimação daquele artefato) falha e o objeto perde sua função inicial. Em outras palavras, o artefato técnico é resultado de um agregado, de um conjunto de associações. Portanto, é preciso olhar ao redor, atrás e até dentro dele para poder mapear a trajetória que o promoveu como um artefato importante, para mapear seu “modo de existência” (LATOURE, 2014). Latour com isso não minimiza a importância prática dos artefatos técnicos, mas quer apontar que há a possibilidade de que outros artefatos, que poderiam ser úteis, não terem sobrevivido. Ou seja, ele não questiona a veracidade ou a utilidade do artefato. O objetivo ao realizar a “des-criação” é compreender o papel desse artefato e como ele se tornou importante. É evidenciar que os artefatos técnicos não se tornam importantes estritamente pela sua função técnica, mas que a maneira como ele é socialmente desenvolvido corrobora para seu sucesso em termos de aceitação e utilização. E que por

sua vez, outros artefatos técnicos, talvez com os mesmos propósitos de utilização, não obtiveram o mesmo sucesso e não foram aceitos, ficando no esquecimento.

Para capturar todos os elementos que fazem parte da paisagem de um determinado artefato em longo prazo é necessário utilizar a noção de sistema. Ou seja, que em torno de cada artefato organiza-se um conjunto de seus acessórios e suportes. Dessa forma, é necessário decompor (no sentido de dividir os elementos ou partes constitutivas de alguma coisa) o sistema técnico para desvendar o sistema em torno do artefato, o que, em última instância, seria realizar uma análise sociotécnica propriamente dita.

Neste capítulo faremos a descrição da trajetória do glifosato desde o seu surgimento até o evento da emergência dos cultivos geneticamente modificados resistentes a ele (GRC – *glyphosate resistant crops*). Entendemos que a partir desse evento a trajetória do nosso artefato sofre grandes desvios e a paisagem modifica-se; são formadas novas coalizões, novos atores entram na arena e novos discursos aparecem. Como já mencionado na introdução, partimos do argumento que as controvérsias em torno do glifosato estão diretamente relacionadas às controvérsias em torno dos GRCs, como será visto no capítulo 4²⁴. Porém, para além do desenrolar da controvérsia, fizemos também uma viagem ao passado, quando o glifosato ainda não passava de uma molécula química sem interesse comercial, para que pudéssemos entender como ele se transformou no “herbicida do século”. Registraremos alguns episódios importantes da história do glifosato, listando suas realizações, seus apoiadores e opositores, “amigos” e “inimigos”. Lembrando sempre que estes podem não ser sempre seres humanos, mas também podem ser outras técnicas, ou regras, ou leis, ou elementos não humanos. Porém, antes de darmos início à história do glifosato, é importante problematizar e definir alguns termos importantes que nos acompanharão nessa trajetória.

Rachel Carson em seu famoso livro “Primavera Silenciosa”, publicado primeiramente nos EUA no ano de 1962 (CARSON, 1969) criticava o uso dos termos “pragas” ou “pestes” para se referir a insetos, roedores, plantas e outros organismos que não são de interesse da

²⁴ Em conversas com colegas Engenheiros Agrônomos houve a menção que já havia entre eles, muito antes dos transgênicos, diferenças de opiniões em relação à eficiência e segurança do glifosato. Porém, segundo eles, eram discussões que não extrapolaram para artigos científicos e, portanto, não se configuraram numa controvérsia científica.

atividade agrícola. Evidenciando que os termos, utilizados de forma pejorativa, expressam a negação da própria natureza quando não correspondem às expectativas produtivas e econômicas. O termo refere-se à expressão dos interesses humanos envolvidos, no sentido de que é “praga”, ou “peste” ou “daninha” porque vai afetar o interesse econômico do produtor. Questiona, dessa maneira, a própria tecnicidade do termo. Atores ligados aos cultivos orgânicos também discordam do termo “erva daninha”, pois, para eles, a planta deve ser vista como indicadora, ou seja, uma fonte de informação sobre a qualidade do solo (MEIRELLES; RUPP, 2005). Porém, “erva daninha” é um termo utilizado de forma generalizada tanto no cenário agropecuário quanto no cenário científico. No Brasil há uma entidade que reúne pesquisadores na área e denomina-se Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas - SBCPD²⁵, bem como nos EUA é *Weed Science Society of America - WSSA* (Sociedade Americana da Ciência das Plantas Daninhas)²⁶, e isto não é diferente em outros países. Dessa forma, cientes das discussões em torno do termo e da disseminação do mesmo, usaremos as expressões entre aspas.

Os termos “agroquímico” e “agrotóxico”, assim como outros termos referentes aos produtos químicos utilizados nos cultivos agrícolas com a finalidade de eliminar as consideradas “pragas” ou “ervas daninhas” estão, respectivamente, ligados a posições valorativas diferentes com relação ao apoio ou não de sua utilização. A indústria química prefere o termo “agroquímico” ou “defensivo agrícola”, ou “produto fitossanitário”; termos que dão uma conotação positiva aos produtos. Grupos ligados aos movimentos ambientalistas preferem o termo “agrotóxico” ou “veneno”, que são termos que dão uma conotação negativa destes mesmos produtos. Internacionalmente o termo mais utilizado é “pesticide” (pesticida, em português), porém no Brasil “pesticida” refere-se mais adequadamente ao produto que combate os insetos na agricultura. Portanto, em função da lei brasileira que trata das regras nacionais para utilização de produtos químicos na produção rural, Lei 7.802/1989 (BRASIL, 1989), se referir ao produto como “agrotóxico”²⁷, este termo será utilizado nesta tese quando tratarmos de

²⁵ Ver em <<http://www.sbcpd.org/entidade>>.

²⁶ Ver em <<http://wssa.net/>>.

²⁷ A Lei 7.802/1989 é comumente referida como “Lei dos agrotóxicos”. Há um projeto de lei no Senado Brasileiro (PL nº 680, de 2015), de autoria do Senador Álvaro Dias, que propõe alterar a “Lei dos agrotóxicos”, “a fim de substituir a expressão “agrotóxicos” e termos correlatos por “produtos fitossanitários”, de modo a adequar o texto dessa lei ao das normas vigentes no Mercado Comum do

forma geral sobre o conjunto das substâncias utilizadas para combater as “pragas” e “ervas daninhas” na agricultura. O termo herbicida será também utilizado quando nos referirmos aos produtos utilizados especificamente para o combate a plantas “indesejadas” nos cultivos agrícolas.

3.1 O CENÁRIO: O CONTROLE DE “PRAGAS” NA AGRICULTURA

O controle de “pragas” na agricultura é relatado desde os gregos. Uso de óleo de oliva, cicuta, sal, cloreto de mercúrio, nicotina, sulfato de cobre, ácido sulfúrico, arsenito de sódio, bissulfureto de carbono, óleo bruto de petróleo, tricloreto de arsênio, são alguns exemplos mencionados para “limpar” campos de ervas e insetos “indesejados” para a agricultura até 1940 (ZIMDAHL, 2010).

Conforme explicam Galli e Montezuma (2005)²⁸, o combate às “ervas daninhas” ao longo do tempo se deu por diversos métodos, como capina manual, queima de restos culturais, aração, controle cultural e controle químico. Em todas essas práticas, em maior ou menor grau, as “ervas daninhas” criaram métodos de adaptação e seleção. A capina manual se restringia às plantas de grande porte, o que possibilitou a evolução de plantas de pequeno porte. A queima de restos culturais, apesar de um controle mais rápido que o método anterior, selecionou plantas daninhas de ciclo mais curto e de produção mais rápida, além de causar poluição e afetar a biodiversidade. A aração, inicialmente incrementada com a utilização de tração animal, permitia intensificar a mobilização do solo como forma de eliminar as “ervas daninhas”. A atividade foi incrementada pela mecanização agrícola, em meados do século XX, e esta parecia ser a solução definitiva para o combate às plantas indesejadas, pois eram mais eficientes e rápidas nessa função, uma vez que com a inversão do solo as sementes eram realocadas para áreas mais profundas e provocava sua morte. Porém, isso permitia que essas

Sul (Mercosul)”. Disponível em <http://www25.senado.leg.br/web/atividade/materias/-/materia/123598>. Acesso em 22 jan. 2016.

²⁸ Antonio Galli e Marcelo Montezuma, são, respectivamente, o gerente técnico de agroquímicos e o especialista em plantio direto da empresa Monsanto do Brasil. Este livro que referenciamos é revisado por professores da UNESP (Jaboticabal e de Botucatu, SP), e da Esalq/USP - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz da Universidade de São Paulo, consideradas referências nacionais na área de Agronomia.

plantas desenvolvessem “inúmeros e complexos mecanismos de dormência de suas estruturas reprodutivas, resistência aos decompositores e predadores do solo, grande descontinuidade na germinação e capacidade de germinar de camadas mais profundas do solo”. Além disso, havia os problemas ambientais relacionados à erosão do solo e depleção das camadas orgânicas do solo oriundas dessa atividade (GALLI; MONTEZUMA, 2005)²⁹.

A era dos produtos químicos sintéticos começou nos anos 1940, após a Segunda Guerra Mundial, quando inseticidas organoclorados e organofosforados³⁰ e herbicidas à base de hormônios sintéticos foram desenvolvidos. Esses produtos químicos e outros desenvolvidos posteriormente pareciam ser tão bem sucedidos em controlar “pragas” que houve uma adoção extremamente rápida e ampla de sua utilização. A “eficiência” por si só, no entanto, não explica a ampla utilização dos agrotóxicos. Todo o sistema agropecuário se estruturou em torno da pesquisa e da indústria destes agentes (ou produtos químicos), à jusante e à montante, ao que Goodman, Sorj e Wilkinson (2008) definem como “apropriacionismo”. As atividades relacionadas à produção e ao processamento, que eram baseadas no processo de produção rural, são gradativamente apropriadas pela indústria. A promessa de redução da mão-de-obra e a facilidade de manejo também foram estimulantes à adoção do controle químico por parte dos agricultores, bem como o apoio institucional dos governos³¹.

Nos primeiros anos da expansão do uso de agrotóxicos, conforme descreve Buttel (1993), havia pouca preocupação sobre as possibilidades de problemas ambientais ou riscos à saúde humana possivelmente causados por eles. A visão geral, tanto do público quanto dos formuladores de políticas, era que os produtos químicos desenvolvidos

²⁹ Há certa simplificação nas funções da aração na explicação dos autores. A aração tem funções mais importantes que o controle das “ervas daninhas”, que é o preparo do solo, ou seja, preparar um ambiente adequado para a semente. Nas regiões frias a aração possibilita o aquecimento mais rápido do solo, além de promover a mineralização de nutrientes, que assim ficam disponíveis para as plantas.

³⁰ “Organoclorados: são compostos à base de carbono, com átomos de cloro. São derivados do clorobenzeno, do ciclo-hexano ou do ciclodieno”. “Organofosforados: são compostos orgânicos derivados dos ácidos fosfórico, tiosfosfórico, fosfônico ou ditiosfosfórico”. Disponível em <<http://lct.nutes.ufrj.br/toxicologia/mXII.intro.htm>>. Acesso em 28 ago. 2013.

³¹ Guivant (1992) faz uma análise aprofundada sobre a legitimação do uso de agrotóxicos por parte dos agricultores.

industrialmente eram menos tóxicos que os usados antes da Segunda Guerra Mundial, ou mesmo vistos como benígnos. Além disso, de acordo com Casida e Quistad (1998), as políticas até então existentes assumiam que os agrotóxicos eram seguros, pois a ciência assim o dizia.

A atenção foi atraída para essa questão com a publicação em 1962 do já referido livro “Primavera Silenciosa” (CARSON, 1969 [1962]). A autora alertava para a toxicidade aguda e crônica dos agrotóxicos aos seres humanos, animais domésticos e animais selvagens, a intoxicação das plantas, o desenvolvimento de novas espécies de “pragas”, o desenvolvimento de resistência de “pragas” a esses produtos químicos, e a persistência de agrotóxicos no solo e na água, além do seu potencial para o transporte e a contaminação ambiental global. Seu livro se concentrou principalmente sobre o DDT³², o inseticida mais usado à época.

O DDT foi sintetizado em 1874, mas só em 1939 se descobriu que poderia matar insetos. Paul Hermann Müller, a quem se atribui essa descoberta, recebeu o Prêmio Nobel em 1948 por isso³³. Nos resultados de suas pesquisas Müller afirmou que o DDT, composto basicamente de cloro, álcool e ácido sulfúrico, era muito tóxico para os insetos e muito pouco, ou nada tóxico, para as plantas e os mamíferos. No início foi considerado um inseticida “milagroso”³⁴ e foi utilizado na Segunda Guerra para controlar vetores de doenças como malária, tifo, piolhos e peste bubônica. Há informações de que o uso do DDT reduziu a incidência de malária de 400.000 casos em 1946 para praticamente nenhum em 1950 (CASIDA; QUISTAD, 1998).

Em seu livro, Carson denunciou vários efeitos negativos do uso do DDT. Segundo ela, a pulverização do pesticida não só atingia as pragas alvo, mas também afetava outras espécies, inclusive predadores naturais dessas pragas. O amplo uso do DDT era o principal responsável pela redução populacional de diversas aves, entre elas a ave símbolo dos EUA, a águia calva ("*bald eagle*"- *Haliaeetus leucocephalus*) (FUENTES,

³² “Iniciais do nome químico "dicloro-difenil-tricloroetano", inseticida orgânico de síntese. O DDT se bioacumula na cadeia alimentar, sendo considerada uma substância potencialmente cancerígena”. Disponível em <<http://www.cetesb.sp.gov.br/institucional/institucional/70-glossario#D>>.

Acesso em 29 ago. 2013.

³³ Ver em <http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/medicine/laureates/1948/>.

Acesso em 25 out. 2015.

³⁴ Disponível em <<http://www2.epa.gov/aboutepa/ddt-ban-takes-effect>>. Acesso em 29 out. 2015.

2014). Segundo Carson este herbicida atingia todo o ecossistema, inclusive os seres humanos³⁵, pois ao permanecer no ambiente o inseticida torna-se parte da cadeia alimentar. Seus estudos encontraram resíduos de agrotóxicos em leite de vaca e leite humano nos Estados Unidos. A autora correlacionou o uso do inseticida às doenças crônicas, como a cirrose e câncer, além de danos genéticos.

Segundo o jornal New York Times em um especial sobre o livro “Primavera Silenciosa” (GRISWOLD, 2012), a reação da indústria contra o livro foi bastante intensa. A empresa produtora do DDT, Velsicol, ameaçou de processar os editores do livro e os jornais que publicaram partes do mesmo. A autora também recebeu ataques pessoais como “simpatizante comunista” e “solteirona adoradora de gatos”. Esse tipo de ataque pessoal tenta desqualificar os argumentos apelando para a não cientificidade da publicação reforçando a ideia de que o discurso científico deve ser apolítico e que qualquer referência política desqualifica-o como irracional (LATOURE, 2000).

Outros dois agrotóxicos também citados por Carson foram o 2,4-D³⁶ e o 2,4,5-T³⁷. Estes eram os herbicidas usados na mistura que foi denominada pelo exército estadunidense de “Agente Laranja”. O Agente Laranja funcionava como um desfolhante usado pelo exército dos EUA na guerra do Vietnã para destruir as florestas e conseqüentemente os esconderijos vietnamitas. Verificou-se posteriormente, no entanto, que

³⁵ Ainda é controverso o debate sobre o uso do DDT como estratégia para controle da malária. Apesar das evidências sobre os seus efeitos no meio ambiente e na saúde humana (GUIMARÃES; ASMUS; MEYER, 2007; NPIC, 1999), alguns autores afirmam que os casos de mortes por malária em países pobres da África e da Ásia são muito mais problemáticos do que os problemas ambientais e de saúde causados pelo seu uso (ATTARAN et al., 2000; ROBERTS; MANGUIN; MOUCHET, 2000). Ver também o site “Rachel was wrong”, disponível em <<http://rachelwaswrong.org>> que aponta diversos argumentos contrários às afirmações de Rachel Carson.

³⁶ O 2,4-D, ácido diclorofenoxiacético, é classificado pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) como herbicida hormonal de toxicidade I (Extremamente tóxico). Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/bdea3b804745780e857bd53fbc4c6735/D27++24-D.pdf?MOD=AJPERES>> Acesso em 29 ago. 2013.

³⁷ 2,4,5 – triclorofenoxiacético. “Apresenta uma dioxina como impureza, responsável pelo aparecimento de cloroacnes, abortamentos e efeitos teratogênicos e carcinogênicos. Disponível em <http://www.saude.pr.gov.br/arquivos/File/zoonoses_intoxicacoes/Intoxicacao_por_Agrotoxicos.pdf>. Acesso em 29 ago. 2013.

estes agentes químicos poderiam estar relacionados à doenças crônicas surgidas tanto na população vietnamita como nos próprios soldados estadunidenses. Este coquetel de herbicidas era fabricado por nove empresas, entre elas a Dow Chemical Company e a Monsanto Company (MARTIN, 2012).

A Monsanto, em sua página na internet³⁸, afirma que atualmente a conexão entre o Agente Laranja e doenças crônicas em seres humanos ainda não foi estabelecida, que as pesquisas ainda continuam e que isso se tornou uma “questão emocional” para muitas pessoas. De acordo com o relatório da Agência Internacional para Pesquisa do Câncer (IARC – *International Agency for Research on Cancer*) da Organização Mundial da Saúde de 1977 (IARC, 1977), apesar de casos relatados de incidência de câncer, são necessárias mais pesquisas para determinar a carcinogenicidade dos dois compostos. Apesar da ainda existente controvérsia em torno dos riscos desses dois herbicidas, por conta da atenção internacional sobre os riscos do 2,4,5-T, diversos países baniram ou restringiram seu uso (PIMENTEL, 1971).

Carson (1969 [1962]) defendia que os métodos de controle de pragas não devem nos destruir junto com os insetos e que as pessoas não devem ser submetidas a substâncias venenosas sem o seu conhecimento e consentimento. Seu modo de escrever, entre o científico e o jornalístico, sensibilizou a opinião pública mundial sobre os efeitos dos agrotóxicos. As preocupações com a saúde humana e a qualidade ambiental a partir disso induziu políticos em vários países a adotarem controles mais rigorosos sobre o uso dos mesmos. Criaram-se agências reguladoras nacionais e internacionais. A EPA (*Environmental Protection Agency*, ou, Agência de Proteção Ambiental em português) dos Estados Unidos, por exemplo, foi criada na década de 70. Até então, a lei sobre agrotóxicos dos EUA (*Federal Insecticide, Fungicide, & Rodenticide Act* - FIFRA) era administrada pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (*United States Department of Agriculture* – USDA) e a Administração Federal de Alimentos e Medicamentos (*Food and Drug Administration* - FDA). Esta responsabilidade é passada a partir de então à EPA. Além disso, foram inseridas novas regulamentações, como a lei de espécies ameaçadas (*Endangered Species Act*) em 1973, que passou a exigir que se considerasse todos os efeitos de um pesticida nas espécies ameaçadas de extinção para que o registro fosse aprovado (APPLEBY, 2005).

³⁸ Disponível em: <<http://www.monsanto.com/newsviews/pages/agent-orange-background-monsanto-involvement.aspx>>. Acesso em 25 out. 2015.

Embora o foco de Carson tenha sido o DDT, toda a indústria química foi afetada com seu questionamento, pois a palavra “pesticida” tornou-se quase um “estigma”. Com regulamentação mais rígida, do ponto de vista da indústria, houve a necessidade de se gastar mais recursos para que novos compostos fossem colocados no mercado e muitos dos novos produtos não conseguiam o intento de entrar no mercado devido às mudanças de critérios de aprovação. Os estudos toxicológicos tornaram-se o principal custo para a produção de um novo agrotóxico. Assim, o foco da regulamentação sobre os agrotóxicos deslocou-se da questão da eficácia para questões de saúde e segurança (BUTTEL, 1993).

Alguns dos agrotóxicos mencionados no livro de Carson foram banidos em diversos países ou passaram a fazer parte de listas de segurança mais rígidas. A Suécia, por exemplo, foi o primeiro país a banir o DDT e foi seguido por diversos outros países. No Brasil a proibição ocorreu em 1971 (D’AMATO; TORRES; MALM, 2002). Hoje o DDT é um dos 12 agrotóxicos que fazem parte da lista de poluentes orgânicos persistentes (POPs - *Persistent Organic Pollutants*) da Convenção de Estocolmo, um acordo internacional firmado em 2001, em que os governos signatários se comprometem a tomar medidas para reduzir ou eliminar a produção, utilização e/ou liberação destes agrotóxicos³⁹. Isto significa que os países signatários devem se prevenir de produzir novos POPs e devem ter como objetivo final a eliminação total dessas substâncias.

O movimento ambientalista, que até então tinha como foco principal de suas ações a conservação de áreas selvagens e a preservação da vida silvestre, torna-se um importante ator na arena do debate sobre a questão agrícola. De acordo com Buttel (1993), os problemas de degradação do solo e de qualidade da água, as implicações da erosão do solo, a aração e cultivo de terras frágeis, o uso de agrotóxicos e de fertilizantes na agricultura tornaram-se questões do ativismo ambiental.

Buttel (1993) menciona ainda que no período após a publicação do livro de Carson também ocorreu a formação de um movimento oposto ao ambientalista, uma forte coalizão a favor da preservação das práticas químicas tradicionais, ou seja, a utilização de agrotóxicos como prática corrente na atividade agrícola: os cientistas, grande parte formada por agrônomos e entomologistas dentro das universidades; os fabricantes dos produtos químicos através da implantação de programas de “educação do consumidor” defendendo os agrotóxicos; e as organizações dos grandes produtores agrícolas.

³⁹ Disponível em <<http://chm.pops.int/>>. Acesso em 29 out. 2015.

Apesar da forte pressão da indústria contra os argumentos de Rachel Carson e subseqüentemente do movimento ambientalista, a própria Monsanto reconhece o impacto do livro, levando em consideração principalmente a opinião pública. Referem-se ao aspecto “emocional” e “generalizante” do pensamento ecológico da época, mas demonstram que passaram a procurar um novo herbicida mais “seguro” (MONSANTO COMPANY, 20--?)⁴⁰.

Nesse cenário controverso insere-se um novo ator na arena de debates, a opinião pública, que passa a ser considerada um importante ator a ser convencido pelos dois lados em disputa. A opinião pública insere um novo desafio à produção e ao uso de agrotóxicos para o controle de “pragas” e doenças na agricultura, um dos pilares do pacote tecnológico da chamada “Revolução Verde”. De acordo com Guivant (1992), este termo foi designado ao processo de internacionalização de um modelo de agricultura estruturado no tripé: 1) mecanização; 2) sementes melhoradas; e 3) insumos químicos (fertilizantes e agrotóxicos), cuja estratégia de difusão para os países não industrializados materializou-se através de “pacotes tecnológicos” –, ou seja, modelos prontos de tecnologia para aplicação em qualquer ambiente – facilitada pela ação das agências nacionais e internacionais de desenvolvimento em consonância com as indústrias químicas. Os agrotóxicos tiveram papel preponderante no crescimento da produtividade agrícola na Revolução Verde, cujo principal argumento de convencimento era para a capacidade de eliminar a fome no mundo. José Graziano da Silva (1990), um dos principais críticos a esse modelo, destaca que a “quimificação”, por um lado, reduziu a dependência das condições naturais que o processo produtivo agrícola possuía, reduzindo assim o tempo de trabalho e permitindo o aumento da produtividade já que os produtos químicos reduziam as “perdas naturais” causadas por “pragas” e doenças e pela competição das “ervas daninhas”. Vantagens estas ressaltadas pelos proponentes da revolução verde. Porém, por outro lado, não se evidenciava as questões dos riscos da utilização desses produtos químicos.

Surge a partir de então a necessidade de dar resposta ao impasse entre produtividade versus segurança/sustentabilidade. A indústria

⁴⁰ A página referenciada foi alterada após 04 de outubro de 2015. Não é mais possível encontrar o texto na página oficial da empresa. Mas o texto pode ser acessado através da webcache em: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:bdKkd-oNZ_4J:www.monsanto.com/whowere/documents/xml/roundup.xml&hl=en&gl=br&strip=1&vwsr=0>. Acesso em 28 out. 2015.

assume a responsabilidade de responder aos questionamentos e de fornecer uma “solução” a partir da ciência. Ela tenta se colocar no papel de porta-voz de todas as partes interessadas a resolver a questão dos riscos dos agrotóxicos. A ideia é que a “solução” só poderia ser respondida pela ciência e por novos agrotóxicos “seguros” e ambientalmente “benignos”.

A resposta ideal de acordo com os discursos da indústria seria o desenvolvimento de um herbicida que pudesse ser reconhecido como de baixa toxicidade aos seres humanos e de fácil decomposição no meio ambiente. Essa resposta inspirou muitos cientistas a considerarem a possível criação desse composto que poderia ser o “graal” dos herbicidas”, ou seja, um herbicida “ideal”, um artefato que fosse considerado único, capaz de fazer a interligação entre a possibilidade de uma agricultura industrial baseada no uso de agrotóxicos e a ideia de segurança e sustentabilidade. Criando assim um ambiente de expectativa sobre esse possível novo artefato-panaceia. Portanto, o glifosato emerge num contexto controverso da produção de alimentos mundial, quando as práticas produtivas estavam sendo contestadas pela opinião pública no que concerne à utilização dos insumos químicos para combate às “pragas” e doenças.

3.2 A INOVAÇÃO: O NASCIMENTO DO GLIFOSATO, O “HERBICIDA DO SÉCULO”

As descobertas científicas devem ser analisadas como resultado de um processo social, ou seja, sua produção e seus resultados são construídos por arranjos sociais como qualquer outra ação humana e, por isso, também estão sujeitas aos interesses, conflitos e contradições (LATOURET, 2000). A conformação da ciência e tecnologia tem suas particularidades, e é delas que tratamos nesta tese, por meio da análise do glifosato. A história do glifosato não foge a esses arranjos. Veremos que apesar de sua descoberta ser consagrada a John E. Franz, químico orgânico da divisão agrícola da Monsanto de 1955 até 1990, sua trajetória está marcada por uma multiplicidade de outros atores que atuaram efetivamente no desenvolvimento da substância e que interesses e objetivos bem claros estavam em questão: o desenvolvimento do “herbicida do século”, ou seja, o artefato que viria a transformar a própria Monsanto, alterar as relações em torno da produção agrícola e influenciar vários outros setores sociais. Essa “descoberta” é marcada pela construção conjunta de diferentes atores com um interesse em comum.

De acordo com a história oficial, a substância que posteriormente seria denominada glifosato, foi sintetizada como um composto químico

em 1950 pelo químico Henry Martin, cientista da companhia farmacêutica suíça Cilag. Martin estaria buscando compostos que tivessem utilidade farmacêutica, o que não era o caso dessa substância em específico. Portanto, ela nunca foi reportada na literatura, mas permaneceu nas anotações de Martin e nos estoques da Cilag (MONSANTO CO., 2010a). Em 1959 a Cilag foi adquirida pela Johnson & Johnson (CILAG, 2015) que vendeu todas as amostras de pesquisa da Cilag, incluindo aquela que viria a se tornar o glifosato, para a Aldrich Chemical. Esta última vendeu pequenas quantidades do composto para várias empresas na década de 1960 para fins não revelados, e nunca foi reportada qualquer atividade herbicida nessa época (DILL et al., 2010). Porém há registro de que esta substância foi primeiramente patenteada como agente quelante, ou seja, uma substância que tem a capacidade de se unir a macro e micronutrientes, como cálcio, manganês, cobre, zinco, magnésio, etc. (LUCHINI, 2009; YAMADA; CASTRO, 2007; STAUFFER CHEMICAL CO., 1961).

Segundo Halter (2009), do Centro de Segurança de Produtos da Monsanto, durante a década de 1960 as moléculas com potencial herbicida não eram avaliadas por químicos ligados à agricultura e, portanto, precisavam ser encaminhadas ao setor de triagem para essa finalidade. Essa era a função de Philip C. Hamm, chefe do programa de triagem de herbicidas da Monsanto. Ele havia recebido dois compostos de outro grupo de cientistas que estavam desenvolvendo compostos de amaciamento de água⁴¹. Durante a década de 1960 a Monsanto estava tentando desenvolver um herbicida com potencial para eliminar plantas “daninhas” perenes⁴². Dois compostos enviados pela divisão inorgânica no fim dos anos 1960 chamaram a atenção de Hamm, porém ele considerou que eles possuíam atividade muito baixa para um herbicida comercial.

Hamm pediu a ajuda de outro químico, John E. Franz, que havia sido transferido para a divisão agrícola da Monsanto. O próprio Franz lembra que Hamm pediu que ele encontrasse algo semelhante “cinco vezes mais forte” (HALTER, 2009). Assim, em 1969 Franz começa suas

⁴¹ Water-softening, processo de remoção de minerais que conferem dureza à água, como o cálcio e o magnésio. Disponível em <<http://home.howstuffworks.com/question99.htm>>. Acesso em 18 ago. 2015.

⁴² O termo refere-se ao ciclo vegetativo das plantas. “Ervas daninhas” perenes podem dar frutos durante anos consecutivos, enquanto as anuais germinam, desenvolvem, florescem, produzem sementes e morrem dentro de um ano. Suas formas de propagação e formas de controle são diferentes (EMBRAPA, 2011).

pesquisas sobre o glifosato trabalhando com dois compostos de ácido fosfônico. Ele começou a estudar como esses compostos eram metabolizados dentro das plantas. Segundo referência na página da Monsanto (MONSANTO CO., 2015a), o autor teorizou que “um composto benéfico pode ser produzido durante o processo de metabolismo das plantas”. O glifosato foi o terceiro composto sintetizado por Franz em maio de 1970, que segundo a Monsanto (20--?) “...provavelmente seria o composto que mudaria a face da agricultura”.

A empresa considerou os testes iniciais tão “espetaculares” que decidiu pular as fases seguintes de triagem e o herbicida foi testado em campo dois meses após a primeira síntese. Segundo Halter (2009), a expressão “eureka!” foi escrita no relatório de avaliação de Doug Baird, especialista em pesquisas que sobrevoou os campos de teste do glifosato. O herbicida havia sido bem sucedido não só com “ervas daninhas” anuais, mas também com as perenes, matando as folhas e também as raízes (MONSANTO CO, 2015b), fato que superou as expectativas iniciais.

Em 1971 a Monsanto dá entrada ao processo de patenteamento da substância denominada como N-phosphonomethyl-glycine cujas propriedades eram fitotóxicas, ou seja, um herbicida. A patente foi concedida em 1974, sob o número US 3.799.758 (FRANZ, 1974). Não foi possível identificar na literatura exatamente quando nasce o nome glyphosate (em inglês), mas o nome genérico tem origem no próprio nome químico: [Gly]cine [phos]phon[ate] (JAYASUMANA; GUNATILAKE; SENANAYAKE, 2014).

Apesar do registro da patente solicitada em 1971 (MONSANTO CO., 1974), os pesquisadores da Monsanto ainda não tinham clareza do exato modo e local de ação do herbicida glifosato – já que pularam algumas etapas do processo de pesquisa. Sabia-se até então somente que ele era eficiente em eliminar todo tipo de planta, anuais e perenes, quando aplicado na sua parte aérea.

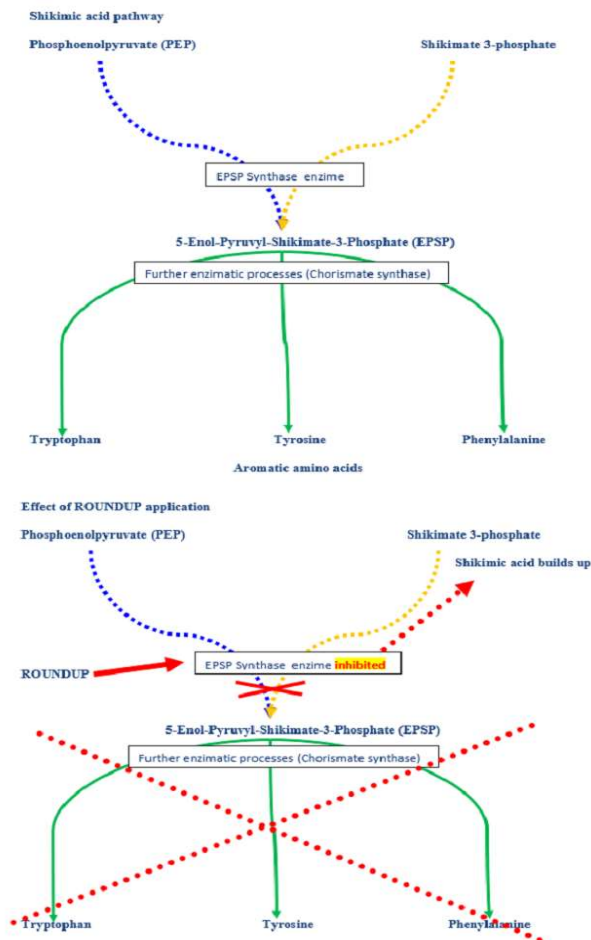
Nesse ínterim, pesquisadores da divisão de agroquímicos da Fisons Ltda, localizada no Reino Unido, considerada na época a maior produtora de “defensivos” químicos agrícolas fora dos EUA, estavam tentando criar um herbicida que poderia bloquear a via do ácido chiquímico (ou também via do chiquimato). Esta é uma via metabólica de sete passos usada pelas plantas (também por bactérias, fungos, algas e parasitas) para a biossíntese de aminoácidos aromáticos (fenilalanina, tirosina e triptofano) que são essenciais para o desenvolvimento da planta (COGGINS et al., 2003; HERRMANN; WEAVER, 1999). Em um artigo publicado primeiro na Conferência da Sociedade Bioquímica do Reino Unido, em janeiro de 1972, Baillie et al. (1972) afirmavam que este composto que

estavam pesquisando seria seguro para os animais e para os seres humanos, uma vez que a via do ácido chiquímico só é presente em plantas e em alguns microrganismos. Assim, um produto que tivesse ação efetiva no desenvolvimento das plantas e não afetasse animais e seres humanos, poderia ser, na opinião dos cientistas, um interessante herbicida com grande sucesso comercial.

Portanto, Baillie et al. (1972) tentaram então criar um herbicida que bloqueasse o terceiro passo da via do chiquimato, a enzima chiquimato desidrogenase. Para eles, o fato desse passo estar no início da via seria mais acessível e também mais eficiente. Contudo, seus estudos resultaram apenas em inibição parcial da enzima. É provável que suas pesquisas tenham sido descontinuadas por problemas financeiros da Fisons. Na década de 1980 a divisão agrícola da empresa começou a operar com perdas, pois não conseguia competir na pesquisa e desenvolvimento no setor de agroquímicos com os outros grandes competidores. Dirigiu então seus negócios para a área farmacêutica e produção de equipamentos científicos, porém acabou sendo dissolvida em 1996 (PECK, 1995).

Em novembro do mesmo ano da publicação do artigo de Baillie et al. (1972) e talvez influenciado por este, Ernest J. Jaworski, um cientista da Monsanto, também publica sobre a possibilidade do novo herbicida patenteado pela empresa, denominado N-Phosphonomethylglycine, o glifosato, agir sobre a mesma via bioquímica do chiquimato. (JAWORSKI, 1972). No entanto, a identificação precisa da enzima bloqueada, nomeada como 5-enolpyruvylshikimate 3-phosphate (síntese EPSP), que se encontrava no sexto passo da via chiquímica, foi realizada por Steinrucken e Amrhein (1980), também da Monsanto. A EPSP é uma enzima envolvida na produção de aminoácidos aromáticos triptofano, tirosina e fenilalanina, responsáveis pela construção de proteínas importantes para o crescimento da planta. O glifosato, ao interagir com o sítio de ação, desencadeia eventos que levam as plantas à paralisação do crescimento ou à morte (ver Figura 10). Numa tradução para uma linguagem leiga, podemos dizer que o glifosato é o nome comum da substância química e que N-(phosphonomethyl)glycine é o nome químico que fornece informações sobre a estrutura química real do herbicida. Explicando de forma simplificada o processo, podemos dizer que o glifosato impede a produção de aminoácidos essenciais na produção de proteínas sem as quais a planta morre.

Figura 10 - Caminho do ácido chiquímico e efeito do glifosato



Fonte: MONSANTO CO., 2012. No sexto passo da via do chiquimato, a enzima EPSP sintase catalisa a reação entre o chiquimato-3-fosfato (S3P) e o fosfoenolpítuvato (PEP) para formar a 5-enolpiruvilchiquimato-3-fosfato (EPSP), uma enzima intermediária da via do chiquimato, que a partir daí é transformada em corismato. Esse composto é o primeiro ponto de divisão da rota chiquímica, derivando daí os três aminoácidos aromáticos (triptofano, tirosina e fenilalanina), os quais dão origem a diversos compostos envolvidos na regulação do crescimento ou na defesa das plantas. O sítio de ação do glifosato é exatamente sobre a enzima EPSP, inibindo sua atividade e impedindo a formação dos compostos fundamentais para o desenvolvimento e crescimento da planta (VELINI et al., 2009a).

Assim, o glifosato surgiu como um herbicida que parecia ser a solução ambiental perfeita no momento perfeito. Segundo os pesquisadores da Monsanto, o glifosato se decompunha em produtos naturais - dióxido de carbono, ácido fosfórico e amônia - e também era seguro para os seres humanos e os animais selvagens. Em termos ambientais, os cientistas da Monsanto argumentavam que “o herbicida glifosato provou ser um dos, se não o mais seguro, herbicidas na história” (MONSANTO CO., 2012).

3.3 O PROCESSO DE TRADUÇÃO

“O glifosato é seguro para a saúde e o meio ambiente”
(MONSANTO CO., 2014).

Discutimos no capítulo 2 a metodologia da ANT e os passos necessários para a análise. Uma das proposições de Latour em termos metodológicos é localizar pontos de entrada no tema, buscando identificar questões que se tornaram em algum momento o que ele denomina como “caixa-preta”. Alegações consideradas verdadeiras que passam a ser naturalizadas no cotidiano social. Essas caixas-pretas quando contestadas evidenciam diferentes atores envolvidos em sua construção e contestação, consistindo numa controvérsia. As controvérsias, por sua vez, revelam os diferentes discursos prós e contras e os principais argumentos defendidos em cada lado. Esse procedimento nos ajuda a entender a construção de um fato ou artefato técnico-científico enquanto uma disputa, uma negociação entre diferentes atores e setores sociais.

Vamos considerar o discurso de segurança e sustentabilidade do glifosato como nossa “porta de entrada” no mundo da ciência. Vamos seguir como este enunciado se tornou confiável; quando se tornou um fato ou, em outras palavras, quando ele se tornou uma “verdade indiscutível”. Temos em mente que seguir um enunciado novo seria mais fácil do que seguir um antigo, ou no caso do glifosato, um discurso que foi, até há bem pouco tempo, considerado um fato. E, conforme Latour (2000), é mais difícil seguir uma alegação antiga, pois a tarefa de detectar de onde ela veio torna-se mais difícil, pois todos os traços de sua produção podem ter desaparecido.

Mesmo sabendo das barreiras e prováveis lacunas no nosso percurso histórico, é importante buscar seguir como a construção da ideia de segurança e sustentabilidade em torno do glifosato foi alcançada, para depois entendermos como ela passou a ser contestada. Nossa descrição daqui por diante seguirá as categorias mencionadas no capítulo 2 a fim de

mapear os principais atores, seus discursos e estratégias para a estabilização da inovação.

3.3.1 Monsanto: o ator-mundo

Partimos do conceito de ator mundo, proposto por Callon (1986b), para o qual um ator-mundo é aquele que consegue associar entidades heterogêneas definindo suas identidades, os papéis que deveriam representar, a natureza dos laços que as unem, suas respectivas proporções e a história em que participam. A função central do ator mundo é mobilizar outros agentes, é “traduzir” seus objetivos a outros agentes de modo a interessar estes outros agentes e torná-los seus associados. Assim procedendo ele consegue agregar força aos seus argumentos. Entendemos que a Monsanto se estabelece como o ator-mundo da rede sociotécnica do glifosato procurando traduzir os interesses de diversos atores e formando uma rede de sustentação do referido artefato. Portanto, para entrarmos na descrição da trajetória do glifosato propriamente dita, precisamos definir o ator-mundo que colocou o glifosato no centro da rede e entendermos o contexto do seu surgimento.

Utilizaremos a história contada pela própria Monsanto, disponível em seus sites oficiais, tanto dos Estados Unidos quanto do Brasil (MONSANTO CO., 2010b, 2013, 2015a), como também outras fontes que podem fazer o contraponto histórico, como a ONG *Corporate Research Project* (Projeto de Investigação Corporativa, em português), cujo objetivo expresso é pesquisar e divulgar a má conduta das corporações⁴³, e a *Global Research* (Pesquisa Global, em português), centro de pesquisa sobre a globalização, que se define como uma organização independente de pesquisa e mídia⁴⁴. Utilizamos também o livro da jornalista francesa Marie Monique Robin, *O Mundo Segundo a Monsanto* (ROBIN, 2010). A utilização dessas fontes secundárias se dá em função de um vácuo no período entre 1901 e 1945 na historiografia da empresa em seu site. O objetivo desse item não é um relato histórico

⁴³ Estão entre os colaboradores da ONG organizações como o *Center for Food Safety* (Centro para a Segurança Alimentar), GMWatch (grupo contrário aos cultivos geneticamente modificados), Marcha contra a Monsanto, Greenpeace, Associação dos Consumidores Orgânicos, entre outros. O site da entidade está disponível em <<http://www.corp-research.org/monsanto>>. Acesso em 22 nov. 2015.

⁴⁴ Disponível em <<http://www.globalresearch.ca/about>>. Acesso em 22 nov. 2015.

somente, mas uma tentativa de mostrar que a corporação de biotecnologia agrícola, que ora se configura nosso ator-mundo, tem uma trajetória de conflitos e controvérsias.

A companhia foi fundada em 1901 por John F. Queeny, que homenageou sua mulher Olga Monsanto Queeny ao colocar seu nome de solteira como nome da empresa (MONSANTO, 2013, 2015a) então denominada *Monsanto Chemical Works*, que manteve esse nome até 1933, data da morte do seu fundador. Entre 1933 e 1964, a companhia chamou-se *Monsanto Chemical Company* e, de 1964 até os dias atuais, Monsanto Company (ENCYCLOPÆDIA BRITANNICA, 2014).

Seu primeiro produto foi a sacarina, um adoçante sintético que até então só era produzido na Alemanha. Nos anos 1920 passaram a produzir também outros produtos como cafeína, vanilina (composto da baunilha), aspirina e ácido acetil salicílico (HANZAI, 2014; MATTERA, 2015), caracterizando um perfil voltado para a farmacologia.

A partir de 1930 a empresa começa a produzir um composto conhecido pela sigla PCB⁴⁵, do inglês *polychlorinated biphenyl*, (bifenilos policlorados)⁴⁶, principalmente para isolar componentes elétricos. Como os PCBs eram não-inflamáveis devido suas propriedades de isolantes elétricos, eles foram usados em equipamentos elétricos, reatores de lâmpadas fluorescentes, isolamento de cabos, calefação e isolamento térmico (MONSANTO CO., 2008a). Porém, a substância foi proibida pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (EPA - *Environmental Protection Agency*, em inglês) devido às suas propriedades carcinogênicas e implicações no sistema imunológico e reprodutivo (HANZAI, 2014; U.S. EPA, 1976). Segundo a Monsanto (2008), a empresa cessou voluntariamente de vender a substância em 1970 e de produzi-la em 1977. Segundo Robin (2010) e Mattera (2015) documentos apresentados no tribunal anos mais tarde mostraram que a Monsanto estava consciente dos riscos dos PCBs, mas omitiu os dados para continuar produzindo a substância.

A partir de 1945 a empresa passa a produzir e comercializar produtos químicos agrícolas (MONSANTO CO., 2010b, 2013, 2015a)

⁴⁵ A Monsanto criou uma linha do tempo à parte sobre os PCBs. O item não pode ser encontrado no texto sobre a história da empresa e é necessário uma busca mais específica. A informação está disponível em <<http://www.monsanto.com/newsviews/pages/pcbs.aspx>>. Acesso em 23 jan. 2016.

⁴⁶ Um histórico sobre os PCBs pode ser encontrado em Robin (2010).

como 2,4,5-T⁴⁷ que, juntamente com o 2,4-D, foram os compostos do herbicida desfolhante Agente Laranja, como já discutido anteriormente. Segundo a Monsanto, de 1965 a 1969, a companhia foi um dos nove fornecedores do agente laranja para ser utilizado apenas pelo governo estadunidense e era este que definia as especificações de como fazer, quando, onde e como ele seria usado (MONSANTO CO., 2002), demonstrando uma preocupação em justificar a produção desse composto.

Apesar de produzir agroquímicos desde os anos 1940, somente em 1960 é que se cria uma divisão agrícola na empresa (MONSANTO CO., 2010b, 2013, 2015a). Segundo Halter (2009), nessa época a agricultura representava apenas 12% das vendas da empresa. Seus maiores clientes ainda eram o governo e outras atividades industriais. E como veremos no próximo item, o herbicida Roundup, nome comercial do glifosato, passa a ser comercializado apenas na década de 1970.

Nos anos 1980, com o Roundup já estabelecido no mercado, a biotecnologia passa a ser o foco das pesquisas da Monsanto e os seus cientistas passam a trabalhar na modificação genética de uma célula vegetal, fazendo seu primeiro teste de campo em 1987. E em 1994 a empresa aprova e começa a comercializar nos EUA o seu primeiro produto de biotecnologia, o Posilac, somatotropina bovina (BST - *bovine somatotropin*, em inglês) para vacas leiteiras (MONSANTO CO., 2010b, 2013, 2015a), um hormônio recombinante do crescimento, bovino (rBGH - *recombinant bovine growth hormone*, em inglês). Em 1999, um relatório do Comitê Científico de Saúde e Bem Estar Animal da União Europeia (THE EUROPEAN COMMISSION, 1999), determinou que o uso da substância aumentaria a incidência de problemas de saúde nos animais, principalmente a mastite⁴⁸ no gado leiteiro. Robin (2010) acusa a FDA de negligenciar estudos sobre os riscos da substância e afirmar que não havia diferença entre o leite normal e o tratado com o BST e impediu que pecuaristas leiteiros estadunidenses utilizassem um rótulo em seu leite informando que este era livre de BST. Em 2008 a Monsanto anunciou que havia finalizado as vendas do somatotropina bovina Posilac

⁴⁷ Robin (2010) e Mattera (2015) afirmam que a Monsanto também produzia o 2,4,5-T. Porém, não há qualquer informação sobre esse produto no site da empresa.

⁴⁸ Processo inflamatório da glândula mamária. Disponível em <<http://www.cnp.gl.embrapa.br/sistemaproducao/410216-control-de-mastite>>. Acesso em 22 mar. 2016.

e vendeu os direitos do produto à companhia Lilly por 300 milhões de dólares (MONSANTO CO., 2008b).

Nos anos 1990 a empresa se consolidou na produção de sementes geneticamente modificadas lançando no mercado a soja Roundup Ready (1996), algodão e canola Roundup Ready (1997) e milho Roundup Ready (1998). E em 2002, após um período de fusões e reorganizações, a Monsanto tornou-se uma empresa agrícola de capital aberto independente. Segundo a empresa, a nova companhia herdou de suas ex-empresas diversos “passivos”⁴⁹ que muitas vezes “não têm relação” com seu negócio atual, mas mesmo assim atuam de maneira “responsável” para resolver esses “passivos” (MONSANTO CO., 2008a). Isso é importante porque a empresa pretende se estabelecer como uma “companhia de agricultura sustentável”.

Assim, até a década de 90 a Monsanto era uma corporação formada pelas divisões química, farmacêutica, agrícola e de alimentos. Hoje a empresa se denomina uma “companhia agrícola”, cujo foco é “produzir mais enquanto conserva mais” (MONSANTO CO., 2013).

Nos próximos itens, acompanharemos a trajetória da Monsanto na sua intenção de traduzir os interesses dos outros atores na definição de um ponto de passagem obrigatório, ou seja, de tornar o glifosato indispensável. Veremos que, no seu papel de ator-mundo, a Monsanto inicia a construção de uma nova rede associando novos atores em torno do glifosato.

3.3.2 interdefinição dos atores

Retomamos a partir daqui a trajetória do glifosato a partir do momento que a equipe de pesquisa da Divisão Agrícola da Monsanto descreve os “espetaculares” resultados em campo do herbicida. Apesar da referida “empolgação” da equipe de pesquisa da Divisão Agrícola da Monsanto, o glifosato não foi aceito de imediato, mesmo dentro da própria empresa. Halter (2009) conta que a não seletividade do novo herbicida, isto é, o fato dele matar todo tipo de vegetação, foi bastante questionado por setores dentro e fora dos laboratórios da empresa. Isto gerou a necessidade de um esforço de convencimento para sua aceitação.

⁴⁹ O termo “passivo” é utilizado na economia e refere-se aos custos ou o saldo das obrigações devidas, ou resumidamente podemos dizer que são contas a pagar. Na área ambiental é um termo eufemístico para tratar dos danos causados ao meio ambiente.

Os pesquisadores da Monsanto, então, necessitavam convencer outros atores importantes, ou seja, “traduzir” seus interesses nos interesses dos outros atores. O que significa, nos termos da ANT, definir as identidades, necessidades e objetivos dos outros atores, para alinhá-los aos seus objetivos e necessidades (CALLON, 1986a). Por exemplo, no período do pré-lançamento do glifosato, entre os anos 1972 e 1974, determinados atores considerados atores-chave foram mobilizados: o departamento de comercialização e a equipe de vendas da Monsanto; os organismos regulatórios; os especialistas em “ervas daninhas”; os profissionais de campo⁵⁰; os agricultores; e as próprias “ervas daninhas”. Eles eram considerados setores importantes para se ter como aliados dessa nova tecnologia, e possivelmente figuras centrais para o seu fortalecimento.

A Divisão Agrícola da Monsanto havia sido recém criada, em 1960 (MONSANTO CO., 2010b). Como já mencionado anteriormente, os químicos do setor agrícola apenas faziam as triagens das moléculas que eram enviadas por químicos de diversos outros setores da empresa. A descoberta de um produto que fosse um sucesso comercial poderia mudar o status desses cientistas e também o status da própria divisão agrícola dentro da empresa.

O departamento de comercialização e a equipe de vendas da Monsanto não estavam seguros de que esse novo produto seria capaz de convencer os agricultores a utilizá-lo. Não identificaram inicialmente um possível apelo comercial em um produto que “mata tudo o que é verde” (HALTER, 2009). Eles buscavam um produto com potencial comercial que pudesse ser reconhecido como o mais eficiente dos já existentes no mercado e com potencial de abrir novos mercados, e em sua avaliação inicial, o glifosato não parecia cumprir tais requisitos.

Os organismos regulatórios tinham se tornado atores difíceis de convencer após o evento “Primavera Silenciosa”. Com os regulamentos muito mais rigorosos e a exigência de testes mais precisos, o processo de aprovação de um novo herbicida levava em torno de sete a dez anos e demandava um alto custo (BROAD, 1983). O interesse das agências reguladoras era se basear em fontes confiáveis para estabelecer seus regulamentos e emitir as aprovações. Além disso, era importante manter a confiança do público em sua imparcialidade e tornar-se um ponto de

⁵⁰ Aqui nos referimos ao pessoal técnico da empresa que atua como promotor de produtos da empresa, mas que também é responsável por dar orientações sobre o uso dos mesmos e cuidados a serem tomados.

passagem imprescindível para garantir a segurança pública e do meio ambiente.

Os especialistas em “ervas daninhas” são um importante aliado de uma empresa de agrotóxicos. Suas pesquisas e demonstrações em favor de um herbicida têm um grande potencial de convencimento dos profissionais de campo e, conseqüentemente, dos agricultores. Esses atores têm interesse em obter financiamentos para suas pesquisas, serem citados em artigos e serem valorizados como um elo importante entre a indústria e os agricultores.

Os profissionais de campo são a base de contato indústria-agricultor. São eles que, em última instância, convencem o agricultor sobre a eficiência de uma nova tecnologia, orientando como utilizá-la e fornecendo informações sobre qual é a mais eficiente para determinada produção e/ou determinada “erva daninha”. Eles têm interesse de que suas orientações retornem bons resultados – em termos de produtividade – para que mantenham a confiança dos agricultores. Além disso, um produto que ganhe a confiança do produtor se configura em sucesso do seu trabalho em campo e maior valorização desse profissional na empresa.

Nesse contexto, o modelo de difusão e adoção de inovações agrícolas provinha dos centros de pesquisa de universidades e organizações de pesquisa e extensão governamentais, conforme explicita Guivant (1993, p. 2). Segundo a autora, este modelo foi teorizado por Everett Rogers na década de 1960, professor de estudos da comunicação, como uma maneira de explicar como uma inovação se difunde entre uma população específica ou sistema social. Seus estudos influenciaram os profissionais da área agropecuária em suas estratégias de difusão de novas tecnologias agrícolas. Segundo Guivant (1993), Rogers afirmava que algumas pessoas são “mais propensas” a adotar uma inovação do que outras. Além disso, elas tendem a adotar numa sequência temporal, e podem ser classificadas em categorias de adoção com base em quanto tempo levam para começarem a usar a nova tecnologia⁵¹. Portanto, para

⁵¹ Rogers (1983) identificou cinco categorias de “adotantes” e definiu as estratégias para convencê-los: 1) inovadores: são aqueles que querem ser os primeiros a experimentar a inovação. Estão dispostos a assumir riscos e, são os que demandam menos trabalho de convencimento; 2) Primeiros adotantes: representam os líderes de opinião e abraçam oportunidades de mudança. As estratégias para recorrer a essa população incluem manuais e fichas de informação sobre o produto. Essa estratégia é apenas informativa, pois eles não necessitam de convencimento à mudança. 3) Maioria inicial: não são os líderes, mas adotam a inovação antes da média. Portanto, antes de adotarem, eles

uma estratégia de sucesso, seria necessário conhecer o público alvo antes de se promover uma inovação. Segundo Rogers (1983), a adoção de uma nova ideia é causada pela interação humana através de redes interpessoais. Se o adotante inicial de uma inovação a discute com outros membros de um determinado sistema social, estes se tornam adotantes e passam a inovação a outros membros, e assim sucessivamente. Assim, segundo o autor, o processo de decisão de adoção envolve cinco etapas: (1) conhecimento, (2) persuasão, (3) decisão, (4) aplicação, e (5) confirmação. Estas fases tipicamente acontecem linearmente, de uma maneira ordenada no tempo.

Sobre as tecnologias difundidas pouco ou nada era questionado, sendo apresentadas, fundamentalmente em forma de um “pacote” uniforme que beneficiaria a produtividade agrícola, o que, por sua vez, influenciaria decisivamente no progresso da nação e no bem estar socioeconômico dos indivíduos optantes (GUIVANT, 1993, p. 3)

Assim, influenciados pelas ideias de Rogers, cientistas, especialistas e profissionais de extensão rural, acreditavam que os agricultores eram, em última instância, o mais importante elo a ser convencido no processo de difusão da tecnologia. Eles precisavam ter confiança que estavam comprando um herbicida eficiente e que os ajudaria a eliminar as “ervas daninhas” o mais rápido possível, a um custo relativamente baixo e com reduzido tempo de trabalho.

Outro importante ator a ser convencido, para que a estratégia de convencimento obtenha sucesso, são as próprias “ervas daninhas”. Isso porque elas só se tornarão aliadas se seu comportamento for o desejado pelos cientistas, ou seja, que ao contato com o herbicida através de suas folhas, elas pereçam e não criem resistência. Isso significa que a obtenção do sucesso perpassa a efetivação da promessa inicial que conta com determinado comportamento esperado por parte das “ervas daninhas”.

necessitam de provas que a inovação funciona. A estratégia para alcançar essa população incluem histórias de sucesso e provas da eficiência da inovação. 4) Maioria tardia: nesse grupo estão os céticos de que a mudança é necessária e só irão adotar depois que a maioria confirme que é uma boa ideia. A estratégia para alcançá-los está relacionada a dados estatísticos de quantas pessoas adotaram a inovação e tiveram sucesso. 5) Retardatários: essas pessoas são tradicionais e conservadoras. São céticos e geralmente muito difíceis de convencer. Estratégias para recorrer a esta população incluem estatísticas, uso de recursos que provoquem medo e pressão de outros grupos adotantes.

Diante desse quadro de expectativas de alianças, os cientistas da Divisão Agrícola da Monsanto necessitam “traduzir” o glifosato como um artefato coerente com os objetivos de cada segmento listado. Isto é, eles precisam traçar estratégias para transformarem o glifosato no que Latour chama de “ponto de passagem obrigatório” para os interesses de todos esses atores para que o novo herbicida pudesse ser lançado comercialmente. Isso significa dizer que mais do que ser coerente com os objetivos dos demais atores, ele deve ser fundamental para realização dos objetivos específicos de cada um deles.

Para que a tradução seja considerada bem sucedida, ela deve convencer a equipe de vendas quanto ao apelo “à segurança do produto, seu perfil ambiental e a eficiência do composto” (HALTER, 2005, p. 13). Segundo os pesquisadores da Monsanto esse perfil ambiental está diretamente ligado ao modo de ação do glifosato, que é a inibição da enzima EPSPS, conforme vimos acima com Jaworski (1972). Essa enzima, segundo eles, só é encontrada em plantas, alguns fungos e algumas bactérias, mas não está presente em insetos, pássaros, peixes e mamíferos, o que definiria a baixa toxicidade do glifosato para os seres humanos.

Outra estratégia de convencimento deve ser procedida, repensando uma alternativa de controle químico diante das divisões regulamentadoras à época: os agrotóxicos existentes eram pré-emergentes, o que consistia criar uma barreira química sobre a superfície do campo resultando na morte das “ervas daninhas” quando estas germinavam através dessa barreira e entravam em contato com o herbicida. Para que fossem eficazes, os herbicidas pré-emergentes deveriam ser espalhados por todo o campo de cultivo para que a barreira fosse eficiente. Eles também precisavam ser ativos por um longo tempo para continuarem a ser efetivos após a primavera, estação mais chuvosa nos Estados Unidos. Essas eram duas características consideradas problemáticas porque os herbicidas pré-emergentes ativos poderiam percolar para águas subterrâneas e rios, afetando potencialmente a vida selvagem e os peixes. O glifosato, por seu turno, tem ação herbicida pós-emergente, portanto não tem característica residual, pois sua ação se dá na translocação até a raiz (MONSANTO CO., 2010a).

Essas características do glifosato além de dar ao produto um potencial para abertura de novos mercados, também atenderiam aos interesses das agências reguladoras, pressionadas pela opinião pública sobre os riscos dos agrotóxicos à saúde humana. No entanto, apenas apresentar essas propriedades não o fazia completamente aceito, pois além do apelo à segurança humana ele precisava convencer, ser

praticamente inócuo aos outros animais, ao solo e à água, para que então pudesse ser mais facilmente aceito pela opinião pública e agências reguladoras. Segundo Halter (2009), sua capacidade de forte adsorção⁵² à maioria dos tipos de solo dá ao glifosato uma baixa mobilidade no solo, evitando que este atinja camadas de água subterrânea e sua absorção pelas plantas vizinhas. Segundo o professor Alberto José Centeno⁵³ (2009) se houver carreamento (transporte) de solo para águas superficiais, o herbicida estará adsorvido à partículas de solo e tenderá a sedimentar, diminuindo sua disponibilidade aos seres vivos dessas águas. Com base nesses argumentos, o glifosato apresentaria diversas vantagens em relação aos outros herbicidas, entre elas: rápida dissipação no ambiente (VELINI et al., 2009), alta eficiência de controle de “plantas daninhas” (GALLI, 2009), baixa toxicidade aguda em seres humanos, facilidade no manuseio, baixa volatilidade, altamente solúvel em água, e seria rapidamente inativado e biodegradado por microrganismos do solo (LUCHINI, 2009).

Para convencer os especialistas e profissionais de campo, a Monsanto organizou uma série de eventos simultâneos em 115 países para divulgar as “excelentes” características do novo herbicida (HALTER, 2009). Além do que apresentaram aos órgãos regulatórios, segundo Halter (2009), mais de 20 quilos de papéis apresentando relatórios de diversos estudos sobre eficiência; toxicologia, resíduos e metabolismo. Demonstrando assim, uma forte campanha de convencimento tanto dos cientistas dos órgãos reguladores e extensionistas, como também dos agricultores, que iriam adotar a nova tecnologia, e do público que não poderia rejeitar os produtos à base de glifosato.

Mas um ator importante nesse processo de convencimento, as própria “ervas daninhas”, apresentaram-se um pouco resistentes ao alistamento. O glifosato precisava de um tempo maior para agir sobre as

⁵² Adsorção é a passagem de um soluto (adsorbato) da fase aquosa para a superfície de uma substância sólida (adsorvente), prendendo-se a ela por meio de interações físicas ou químicas. Cada herbicida possui um mecanismo de adsorção e degradação, que varia de acordo com suas propriedades químicas (CENTENO, 2009).

⁵³ Alberto José Centeno é um dos coautores do livro *Glyphosate* (VELINI et al., 2009b) em conjunto com diversos outros pesquisadores de Universidades brasileiras e pesquisadores da Monsanto. No livro Centeno é referenciado como professor titular da Universidade Federal de Goiás. Porém, desde 1994 ele atua como consultor técnico do IBAMA na área de mutagênese, teratogênese e carcinogênese, segundo seu currículo lattes, disponível em <<http://lattes.cnpq.br/9535553788407393>>. Acesso em 22 mar. 2016.

plantas, diferentemente dos principais herbicidas à época, como o 2,4-D e o Paraquat. Isso deixou os profissionais de campo e agricultores pouco convencidos de sua eficácia. Ao que, segundo Halter (2009), a empresa contra-argumentou ser exatamente essa atividade mais lenta o aspecto positivo do glifosato, pois determinava um controle mais duradouro das ervas.

Outro elemento importante para o agricultor era o custo do controle. O glifosato inicialmente era ainda caro em relação aos outros herbicidas existentes no mercado (HALTER, 2009). A empresa afirma, porém, que uma aplicação do glifosato pode controlar “ervas daninhas” perenes por muitos anos e é muito mais prático que as técnicas mecânicas existentes, que requerem mais mão-de-obra e utilização de máquinas (MONSANTO..., 2010).

Ao mesmo tempo que organizava os eventos para persuadir os atores que desejava alistar, e acreditando no potencial do produto, a Monsanto também depositou pedidos de patentes do glifosato simultaneamente em 115 países. O Brasil, por exemplo, recebeu as primeiras amostras do glifosato para testes de campo em 1972 (MONSANTO CO., 2015b).

O glifosato foi registrado com o nome comercial Roundup em 1974 nos Estados Unidos, e no mesmo ano passa a ser comercializado para uso agrícola na Malásia e no Reino Unido e registrado para uso industrial⁵⁴ nos EUA (MONSANTO CO., 2015b). Somente em 1976 ele passa a ser comercializado para uso agrícola nos EUA em quatro cultivos e dez espécies de “ervas daninhas” (HALTER, 2009).

Até aqui parecia que a Monsanto havia conseguido convencer os outros atores sobre os aspectos relacionados à eficiência no combate às “ervas daninhas” e à segurança à saúde e ao ambiente. Porém, a trajetória de um artefato técnico, na maior parte das vezes, não segue um caminho linear, apesar dos esforços dos seus proponentes para que isso aconteça.

⁵⁴ Uso industrial significa uso em ou sobre áreas necessárias para a operação das indústrias, usinas de processamento e/ou beneficiamento, bem como para processos de fabricação, mineração ou químicos. Disponível em <<http://www.cdpr.ca.gov/docs/pur/pur12rep/12sum.htm>>. Acesso em 21 jan. 2016. No caso do glifosato os usos industriais estão relacionados ao controle de plantas que possam obstruir processos industriais, tais como: geração de energia, descarte de efluentes líquidos, transporte, etc. Disponível em <<http://www.monsanto.com/products/documents/glyphosate-background-materials/agronomic%20benefits%20of%20glyphosate%20in%20europe.pdf>>. Acesso em 21 jan. 2016.

Ela segue em ziguezague, pois é necessário fazer alguns desvios quando se depara com alguns problemas ou contrapontos. Ou seja, nesse processo de convencimento de sua importância, ele pode encontrar algumas dificuldades, algumas barreiras, aqui denominadas “desvios”.

3.3.3 O primeiro desvio

No final da década de 1970 os órgãos reguladores dos EUA, FDA (*Food and Drug Administration*) e EPA, estiveram envolvidos em um grande escândalo relacionado à “fraudes científicas de laboratórios” que faziam testes de segurança para produtos farmacêuticos e químicos.

O caso mais importante está relacionado ao Industrial Biotest Laboratories - IBT, considerado à época o maior laboratório de testes químicos independentes dos EUA. Quase metade dos estudos do IBT foram utilizados para apoiar os registros de uma grande quantidade de produtos, tais como inseticidas, herbicidas, aditivos alimentares, produtos químicos para tratamento de água, cosméticos, produtos farmacêuticos, sabões e alvejantes. O caso coloca em questão aproximadamente 15% dos agrotóxicos aprovados nos EUA (BROAD, 1983). Estima-se que entre 35% e 40% de todos os testes de toxicologia no país foram realizados pelo IBT nessa época. O laboratório recebeu maior notoriedade justamente pelas exigências do Congresso dos EUA, entre os anos 1960 e 1970, para que houvesse mais leis de segurança para produtos químicos. Por conta disso, houve a formação da EPA, e a publicação dos novos regulamentos muito mais rigorosos para o registro e a utilização de agrotóxicos, exigindo uma ampla gama de estudos científicos. Assim, até mesmo grandes corporações que possuíam laboratórios próprios passaram também a solicitar testes para laboratórios independentes para lidar e dar conta das novas exigências (BROAD, 1983; SCHNEIDER, 1983a).

Em 1976 investigadores do FDA descobriram que os testes do IBT eram a maior fraude científica praticada nos EUA até então. Em seus 25 anos o laboratório realizou em torno de 22 mil testes toxicológicos. Os investigadores determinaram que mais de 10.000 foram usados para registrar produtos para o mercado americano, e consideraram quase 2.000 como pesquisa primária. A maioria destes testes foi usada para aprovação de 325 inseticidas e herbicidas. A grande maioria foi declarada “inválida” (SCHNEIDER, 1983b). As irregularidades apontadas incluíam a falsificação de dados, a reposição de animais que morreram durante o estudo por animais novos (que não tinham sido tratados com o composto do teste) e não foi relatada a reposição, produção e/ou exclusão de

resultados quando estes não estavam de acordo com as regras das autoridades federais (GALACHO, 2013).

Porém, só 4 desses casos foram a julgamento: o inseticida Namacur e o herbicida Sencor produzido pela indústria Chemagro; o medicamento Naprosyn fabricado pela Syntex, e o agente anti-bacteriano TCC (triclorocarbanilida, usado em sabonetes) da Monsanto. Quatro funcionários do IBT foram indiciados: Joseph Calandra, fundador e presidente do IBT, Paul Wright, James Plank e Moreno Keplinger. Os réus foram acusados de conduzir e distribuir pesquisas científicas falsas e depois de tentar encobrir o esquema. Depois de vários adiamentos, o julgamento do IBT foi marcado para começar em abril de 1983 (SCHNEIDER, 1983b). E só então o público em geral teve conhecimento do caso através dos meios de comunicação.

Além disso, segundo Schneider (1983a), os promotores não queriam só provar a culpa dos réus, mas também evidenciar que essa era uma prática padrão das companhias químicas para fraudar a pesquisa e assegurar o tipo de resultado que iria passar nos padrões de registro do FDA e EPA. O texto de Schneider relata a fala de um dos investigadores do Departamento de Justiça: "o IBT se tornou o maior laboratório de testes no país porque as empresas sabiam que este era o lugar para obter os resultados que elas queriam". O que os leva a essa conclusão é a participação do réu Paul Wright que, antes de se juntar ao IBT em março de 1971, era empregado da Monsanto como toxicologista. Investigadores da FDA disseram que Wright foi para o IBT para gerenciar o contrato da Monsanto com o laboratório para fazer os testes de toxicologia do TCC, agente antibacteriano da empresa.

O TCC estava sob investigação pela FDA por causar lesões em ratos de laboratório alimentados com o composto. Naquela época, a Monsanto estava contando com o TCC como um produto importante para substituir outro produto, o hexaclorofeno, outro antibacteriano que tinha acabado de ser retirado do mercado norte-americano. A Monsanto precisava de um estudo "limpo"⁵⁵ do IBT para convencer a FDA que o TCC era seguro e, assim, para que a agência permitisse o aumento nos níveis de TCC em sabonetes desodorizantes. Wright permaneceu na folha de pagamento da IBT por 18 meses, tempo suficiente para supervisionar a maioria das pesquisas sobre o TCC. Ele então retornou para a Monsanto onde foi nomeado gerente de toxicologia do departamento de medicina e

⁵⁵ A expressão "limpo" utilizada por Schneider (1983a) dá a conotação que as empresas sabiam que o laboratório manipulava os dados para que eles fossem "aprováveis", independente se eram seguros ou não.

saúde ambiental. Enquanto estava na Monsanto, de acordo com os promotores e testemunhas arroladas por eles, Wright escreveu várias partes importantes do relatório final sobre o TCC e pressionou um cientista chave do IBT, Dr. Gordon, para reverter sua constatação de que o TCC, de fato, causava lesões em ratos de laboratório. As partes de autoria de Wright foram incluídas no relatório síntese do IBT enviado para o FDA em 1976. A agência, eventualmente, aprovou elevar os níveis de TCC em alguns sabonetes.

Essa contextualização dos processos de regulamentação – ou essas negociações em torno das aprovações de determinadas substâncias –, é importante, pois o glifosato era um dos compostos químicos relacionados entre os testes fraudados. O IBT realizou em torno de 30 testes para o herbicida, entre eles 11 dos 19 testes toxicológicos exigidos (GALACHO, 2013). Segundo a Monsanto (2005) a EPA encontrou “discrepâncias” entre dados brutos e relatados de estudos toxicológicos conduzidos com o herbicida Roundup Original, considerando-os inválidos. Segundo a declaração da empresa, os estudos foram repetidos de acordo com as orientações para aplicação de testes da FDA. “Hoje, nenhum dado gerado pelo IBT é usado para amparar o registro do glifosato em qualquer lugar do mundo”, afirmou a empresa. Não há referência na página sobre o caso do TCC.

Duas questões importantes foram levantadas diante do escândalo do IBT: 1) quantos testes de toxicidade utilizados para registrar milhares de medicamentos, agrotóxicos e produtos químicos industriais vendidos no mercado são cientificamente válidos? (SCHNEIDER, 1983c), e 2) quem testa os laboratórios de testes de produtos? (BROAD, 1983).

As organizações ambientais à época criticaram a atuação da EPA, argumentando que esta atuou de forma lenta e pouco consistente nas investigações relacionadas aos mais de 2000 testes de segurança realizados pelo IBT para aprovação comercial de 212 agrotóxicos. Além de evidenciar que embora a própria EPA reconhecesse que apenas 16% desses estudos eram válidos, ela não estabeleceu prazos para retirada dos produtos do mercado segundo os críticos. Apesar dessas acusações, o discurso ambientalista não foi forte o suficiente para que a opinião pública em geral questionasse a legitimidade dos organismos regulatórios⁵⁶. No entanto, com relação aos organismos regulatórios, o caso surtiu alguns efeitos. Preocupados que sua imagem de eficiência e confiabilidade pudesse ser abalada com os problemas levantados com o caso IBT e seus

⁵⁶ Apenas mais recentemente a EPA passou a ser mais questionada. Ver (DAVENPORT, 2016).

possíveis riscos para a saúde, as agências criaram uma regulamentação e implementação das Boas Práticas de Laboratório – BPL (ou em inglês GLP – *Good Laboratory Practice*), um sistema de critérios normativos cujo objetivo seria de “promover o desenvolvimento de dados e resultados de ensaio com qualidade” (GALACHO, 2013, p. 36). Em 1983, a EPA estabeleceu diretrizes semelhantes para estudos de toxicologia de agrotóxicos e, em 1989, estendeu para cobrir todos os dados de pesquisa apresentados para o registro de agrotóxicos.

Como forma de se proteger de possíveis acusações de fragilidade do sistema de regulação, os organismos regulatórios cercaram-se ainda mais de uma multiplicidade de dados técnicos. Porém, a maioria desses dados era oriunda da própria indústria. Os critérios não mudaram, apenas tornaram-se ainda mais complexos e mais técnicos. E também mais caros, conforme relata Donna Farm (2009), pesquisadora da Monsanto. Passam a serem exigidas informações tais como características e propriedades químicas e toxicológicas, potencial de deriva, dinâmica ambiental, resíduos (ar, água e alimentos), eficácia e segurança para humanos (FARM, 2009). Todos esses dados devem ser fornecidos pela própria indústria e não necessitam ser publicados em revistas científicas revisadas por pares. Além disso, são submetidos a um processo de revisão de registro a cada 15 anos, o que não era previsto anteriormente.

Esse contexto conturbado foi importante para o intento da Monsanto em tornar o glifosato um artefato confiável, pois foi justamente o fato do glifosato ter passado por esse novo processo mais “rigoroso” e “confiável” de avaliação que forneceu argumentos contundentes sobre sua eficiência e seguridade e, segundo seus defensores, comprova a sua legitimidade. Portanto, ao invés de provocar um revés em sua situação econômica, o processo de aprovação dos agrotóxicos, mesmo passando pela polêmica do IBT, tornou-se uma ferramenta de promoção do comércio desses produtos, pois é utilizado como uma “garantia da segurança” do produto.

3.3.4 Mobilizando novos aliados

3.3.4.1 Os dispositivos técnicos

Uma das dificuldades da aplicação do novo herbicida Roundup era a sua não seletividade, ou seja, era necessário um extremo cuidado na aplicação para que o herbicida não eliminasse as plantas de cultivo. As técnicas até então existentes consistiam na pulverização de pós-emergência da planta em jato dirigido ou na área total. Como esses

equipamentos pulverizavam em alto volume, o glifosato deixava de ser eficiente para o produtor, pois acabava eliminando também a planta comercial (FOLONI; CARBONARI, 2009).

A Monsanto precisou investir no desenvolvimento de novas técnicas, como aplicação de baixo volume, e novos equipamentos de aplicação direcionada e localizada. Seguiremos aqui a resenha histórica sobre essas metodologias e equipamentos, realizada por Foloni e Carbonari, pesquisadores da área de Agronomia da Unicamp e Unesp (2009)⁵⁷, com o objetivo de ilustrar alguns dos movimentos realizados pela empresa para que o processo produtivo agrícola se adaptasse ao novo artefato. Estes pesquisadores citam diversos artigos publicados em conferências e simpósios, principalmente nos Estados Unidos, Reino Unido e Brasil, no final dos anos 1970 e início dos anos 1980, que descrevem os novos métodos e/ou novos equipamentos de aplicação do glifosato, destacando a possibilidade de redução de custos devido a menores perdas na aplicação do produto; redução do impacto ao ambiente, pois a maioria usa jatos direcionados e menor quantidade de água utilizada, além da redução do risco de contaminação⁵⁸.

Os autores explicam que no início da utilização do glifosato o equipamento utilizado era o pulverizador costal manual, o mais barato e mais comum no mercado, uma vez que o valor do glifosato era ainda alto em relação aos outros herbicidas e dificultava o investimento em equipamentos mecanizados. O problema do equipamento é que utilizava uma ponta de pulverização tipo leque e por isso pulverizava altos volumes de herbicida que, como vimos, é um problema para o uso do glifosato.

Para tentar resolver esse problema a Monsanto testou, no Brasil, um equipamento denominado “enxada química”, também barato, mas que evitava o espraçamento excessivo do herbicida. O equipamento consistia em canos de PVC de diferentes diâmetros e formatos para encaixe, e cordas de poliéster. Era um equipamento simples e poderia ser montado

⁵⁷ Luiz Lonardonni Foloni é professor no Departamento de Água e Solo, Faculdade de Engenharia Agrícola da Universidade Estadual de Campinas. De 1981 a 1991 foi gerente técnico da Monsanto. Caio Antonio Carbonari é professor do Departamento de Produção e Melhoramento Vegetal da Faculdade de Ciências Agrônomicas da UNESP. Informações disponíveis em <<http://lattes.cnpq.br/2084234772979752>> e <<http://lattes.cnpq.br/1022412134702658>>. Acesso em 20 set. 2015.

⁵⁸ Embora as legislações tanto nos EUA quanto na Europa e no Brasil prevejam a utilização de equipamentos de proteção do trabalhador que aplica agrotóxicos, a resenha não faz qualquer referência a esses equipamentos.

pelo próprio agricultor⁵⁹. Foloni e Carbonari (2009) destacam que esse sistema economiza herbicida, pois não há escorrimento desnecessário e a quantidade utilizada é somente aquela que entra em contato com a planta alvo. Era, porém, um sistema que demandava um grande tempo de mão-de-obra, pois não havia um recipiente de armazenagem do herbicida para ser usado durante a aplicação. Esse tipo de equipamento com as cordas foi adaptado posteriormente para sistemas mecanizados em que foram incluídos os depósitos e aumentou o rendimento operacional, mas os custos aumentaram com o equipamento.

Outro tipo de aplicação foi introduzido com os pulverizadores recirculadores, que funcionavam a partir de um sistema em que um tanque estava posicionado logo à frente dos bicos aplicadores de maneira que todo o líquido que não ficava depositado nas “ervas daninhas” (cerca de 70% a 90%) era novamente capturado por este tanque, e então o herbicida poderia ser reaplicado. Apesar da maior otimização do tempo e economia na aplicação do herbicida proporcionado pelo equipamento, o seu custo era muito alto e ainda havia o risco do jato de herbicida atingir as plantas de cultivo.

Nesse meio tempo, e concorrendo com os pulverizadores recirculadores, foram introduzidos os equipamentos com barra protegida, que consistiam em grandes tratores com três ou cinco barras para pulverizar as entrelinhas dos cultivos. Seus aplicadores eram protegidos por metal ou fibra de vidro montados no equipamento. Dessa forma, o jato atingia somente as “ervas daninhas”. Além disso, uma máquina como essa reduzia em torno de nove trabalhadores por aplicador. O problema é que eram equipamentos caros e pesados (FOLONI; CARBONARI, 2009).

Mas o que resultou efetivamente num elevado aumento da utilização do glifosato foram os equipamentos de gotas controladas (CDA – *controlled droplet application*). O conceito desse equipamento foi desenvolvido por Edward Bals em 1978, consistindo em aplicadores desenhados para regular o tamanho da gota pulverizada. O equipamento poderia ser utilizado tanto individualmente, através de uma unidade manual portátil, quando como unidades adaptadas a tratores. Posteriormente foram desenvolvidas unidades adaptadas à tração animal e para áreas florestais. Esse modelo apresentava, segundo os autores da resenha que estamos seguindo, as maiores vantagens na aplicação do

⁵⁹ É possível encontrar detalhes da montagem em <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/63859/1/CO67.pdf>>. Acesso em 17 set. 2015.

glifosato: a) maior economia, pois usa menos água e não desperdiça herbicida; b) alta eficiência com máxima cobertura; c) maior segurança, pois reduz a deriva⁶⁰.

Foloni e Carbonari (2009) descrevem ainda outros equipamentos utilizados em outros cultivos, como a cana-de-açúcar, em áreas florestais ou reflorestadas, em ambientes aquáticos e em áreas não agrícolas. Em todas esses cultivos foram mobilizados novos equipamentos para que o uso do glifosato fosse facilitado.

Seguir esta resenha permitiu-nos entender como se formou o sistema sociotécnico em torno da questão da aplicação do glifosato. A introdução do herbicida provocou alterações nos hábitos de aplicação de agrotóxicos, de alto volume para baixo volume. Além disso, articulou dois mundos: de um lado a alta e densa tecnologia e do outro uma de baixíssima densidade tecnológica como parte do processo de alistamento de pequenos e médios agricultores. Toda uma indústria foi construída ao redor do glifosato: abriu mercado para novas indústrias de equipamentos, como aplicadores, bocais para aplicadores, máquinas, entre outros. Formou novas redes de pesquisadores, como a criação de um grupo de trabalho de especialistas em aplicação de agrotóxicos (BCPC *Expert Working Group for Pesticide Application* (EWG-A) no Conselho Britânico de Produção de Cultivos na Grã-Bretanha (*British Crop Protection Conference-Weeds*)⁶¹, com produção de manuais, fichas técnicas e apresentação de trabalhos acadêmicos feiras de produtores.

Esses novos equipamentos contribuíram para minimizar o que era considerado inicialmente o principal “defeito” do glifosato: a falta de seletividade. Com os novos dispositivos foi possível aplicar o herbicida diretamente sobre as “ervas daninhas”. Associando-se a isso à sua efetividade em eliminar todo o “mato”, o glifosato tornou-se mais atrativo para os agricultores.

3.3.4.2 Os alvos

Inicialmente o glifosato se posicionou como uma alternativa ao controle de “ervas daninhas” perenes, pois à época não havia outras alternativas comerciais. Este foi um elemento importante para a inserção do glifosato na Europa (HALTER, 2009). A Monsanto, ao explicar as razões para a aceitação do glifosato por parte dos agricultores europeus,

⁶⁰ Deriva é o desvio da trajetória das gotas produzidas na pulverização para fora do alvo que se pretende atingir (CONSALTER et al., 2008)

⁶¹ Ver em <http://www.dropdata.net/bcpc_ewg/>. Acesso em 17 set. 2015.

problematiza a questão em seu favor (MONSANTO..., 2010). A empresa afirma que existiam dois principais problemas na agricultura da Europa que contribuíram para que o glifosato se tornasse popular entre os agricultores europeus: 1) No início da década de 70 a Europa sofria com uma densa infestação de “erva daninha”, principalmente a grama comum (*Elymus repens*), que possui caules subterrâneos e raízes muito fibrosas, estabelecendo-se de forma bastante densa, exercendo assim forte competição por nutrientes e espaço com os cultivos (MONSANTO..., 2010). Os agricultores só conseguiam controlá-la arrancando a planta pela raiz ou queimando. Segundo a empresa, isso configura um grande problema para o agricultor, pois implica em muito mais desperdício de tempo e trabalho e redução dos rendimentos em cereais de 30% a 60%. 2) O aumento da área de cultivos de inverno⁶² no norte da Europa implicava mais pressão para que os agricultores estabelecessem as lavouras no devido tempo, especialmente se arassem a terra, e era mais complicado controlar as “ervas daninhas” na palhada de outono. Assim, o controle de “ervas daninhas” perenes removeria a necessidade de cultivar para controlar as “ervas daninhas” e facilitaria o estabelecimento do cultivo (MONSANTO..., 2010).

Em 1980 foi realizada em Brighton, na Grã Bretanha, a Primeira Conferência sobre “Ervas Daninhas” do Conselho Britânico de Produção de Cultivos (*Proceedings of British Crop Protection Conference-Weeds*), em que foi recomendada a aplicação do glifosato em período de pré-colheita dos cultivos como dessecação (AHDB-HGCA, 2008; GLYPHOSATE TASK FORCE, 2014). Isso significa que o herbicida deveria ser aplicado sobre o cultivo uma ou duas semanas antes da colheita. O objetivo seria a rápida secagem de todas as partes da planta, útil apenas em cultivos que utilizam os grãos, frutos ou sementes comercialmente. Essa estratégia permitiria que se fizesse a colheita antecipadamente evitando a deiscência dos grãos, isto é, que se abram naturalmente quando estão maduros, perdendo assim sua eficiência.

Segundo o artigo do *Glyphosate Task Force*⁶³ o uso do glifosato em pré-colheita “revolucionou” o controle de “ervas daninhas” perenes. Explica-se que nesse momento as “ervas daninhas” estão numa fase do crescimento “ideal” e “mais eficaz” para usar o glifosato, pois ele fará

⁶² Cultivos usados principalmente para cobertura do solo durante o inverno, principalmente para proteger o solo e ainda ser uma fonte de renda alternativa.

⁶³ É um portal europeu de informações mantido por um consórcio de companhias agroquímicas. Disponível em: <<http://www.glyphosate.eu/legal-notice>>. Acesso em 12 ago. 2015. Maiores detalhes serão abordados no capítulo 4.

uma translocação eficiente para a raiz e outros órgãos da planta, “reduzindo custos, resíduos e carga ambiental”. Não há consenso sobre a prática de dessecação atualmente, mas à época os interesses dos agricultores se alinhavam aos interesses da empresa. O glifosato traduzia-se para eles como um dispositivo que reduziria a carga de trabalho, ampliaria as possibilidades de boa colheita e diminuiria os riscos relacionados ao clima.

De acordo com informações da indústria de agrotóxicos (GLYPHOSATE TASK FORCE, 2014), o uso do glifosato como um dessecante varia muito entre os países europeus. No Reino Unido, por exemplo, o glifosato é usado em 78% da colza⁶⁴ como um auxiliar de colheita, enquanto na Alemanha apenas 4% da área cultivável é administrada com glifosato como dessecante (principalmente no cultivo da cevada de inverno e grãos) constituindo em 11,2% do uso de glifosato. A dessecação também é usada em cultivos de girassol e de milho. Entre 50% e 60% dos girassóis europeus, cultivados principalmente na França, Romênia e Hungria, são tratados com glifosato como um dessecante. O método de dessecação pré-colheita é aprovado em quase todos os países europeus, principalmente os localizados mais ao norte (GLYPHOSATE TASK FORCE, 2014).

Para que o glifosato pudesse ser usado como dessecante em pré-colheita era necessário outro aliado: a autoridade europeia responsável pela regulação dos agrotóxicos, a EFSA – *European Food Safety Authority* (Autoridade Europeia para Segurança dos Alimentos, em português). A entidade define os Limites Máximos de Resíduos (LMR ou *Maximum Residue Level* – MRL, em inglês), parâmetro que determina a quantidade de resíduos de agrotóxicos que podem estar presentes nos gêneros alimentícios. Estes limites são medidos em miligramas de pesticida por quilograma de alimento (mg/kg)⁶⁵. No caso do glifosato, as quantidades permitidas são mais elevadas para as culturas em que é

⁶⁴ “Variedade de couve comestível (*Brassica campestris*) que no inverno serve de forragem e cuja semente fornece óleo comestível com baixo teor de ácido graxo (menor que da soja e do girassol) e também muito usado em iluminação, tratamento de lã e de couro e na fabricação de sabões. Os resíduos da extração do óleo podem ser usados como adubo orgânico ou para fabricação de tortas para alimentação animal”. Os cultivares geneticamente modificados são chamados de canola (*Canadian Oil Low Acid*) (ORMOND, 2006).

⁶⁵ Dados disponíveis em http://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/pesticides_database/index_en.htm. Acesso em 10/03/2014.

utilizado como um dessecante. Por exemplo, o LMR do glifosato em ervilhas e vagens frescas é de 0,1 mg/kg, mas para as ervilhas e vagens secas, o LMR é 100 vezes superior, é de 10 mg/kg. Esta diferença ocorre porque o glifosato é utilizado como um dessecante durante a produção de ervilhas e vagens, mas não quando elas são vendidas verdes, estando mais presente no primeiro. Os teores máximos de resíduos para outras culturas que possam estar sujeitas à dessecação utilizando glifosato também são elevados. Por exemplo, o máximo de resíduos de glifosato no trigo e colza é de 10 mg/kg. Para a aveia, cevada e sementes de girassol é de 20 mg/kg (FOEE, 2013). Recentemente, o LMR do glifosato em lentilhas secas foi aumentado em 50 vezes, a fim de "acomodar o uso autorizado da dessecação de glifosato em lentilhas nos Estados Unidos e Canadá" elevando-se para 10 mg/kg (EFSA, 2012).

Outros mercados também foram visados pela Monsanto no final dos anos 1980. A empresa introduziu novas formulações do Roundup e introduziu o glifosato para utilização em jardins e gramados nos Estados Unidos. Até então a maioria dos herbicidas não podia ser utilizado em áreas residenciais e jardins por conta da sua alta toxicidade. O marketing utilizado pela Monsanto era exatamente o seu comportamento ambiental e baixa toxicidade para humanos (HALTER, 2009).

Para demonstrar que profissionais de jardinagem consideravam o produto seguro e eficaz, o jardineiro do Jardim Zoológico de San Diego (*San Diego Zoo e Wild Animal Park*) foi convidado para protagonizar uma campanha de marketing, veiculada na TV e nas rádios dos Estados Unidos. Faziam parte da campanha, orçada em US\$ 14 milhões, frases como "O sol traz a vida. As pessoas vêm ao parque para ver os animais, não 'ervas daninhas'"; "Arrancar 'ervas daninhas' é uma perda de tempo"; "Roundup mata todas as 'ervas daninhas', inclusive as raízes"; "Roundup. Sem raízes. Sem 'ervas daninhas'. Sem problemas" (CHARRY, 1997).

Essa campanha fazia parte de um programa maior da empresa que associava o uso do herbicida à preservação das espécies. O programa foi chamado de "Roundup para sobrevivência das espécies" e consistia em promover o Roundup em jardins zoológicos nos Estados Unidos. Além de dar mais exposição aos zoológicos na mídia, o programa ainda oferecia dinheiro para o programa de espécies ameaçadas de extinção. O que, para os zoológicos, poderia resultar em renda extra.

Outra área de expansão do uso do glifosato foram os ambientes aquáticos. Pesquisadores justificaram que a intervenção humana nessas

áreas fez proliferar o número de macrófitas aquáticas⁶⁶. Segundo eles, apesar da importância dessas plantas para o ambiente, a densa colonização dessas espécies provocam alterações nas características químicas da água, o que ocasiona mudanças nas condições originais nas quais vivem os organismos autóctones, principalmente no que diz respeito à disponibilidade de oxigênio. Além disso, há a destruição do habitat de reprodução de espécies aquáticas, prejuízos às atividades humanas como a pesca, navegação, irrigação e geração de energia. Há ainda a possibilidade de proliferação de organismos indesejados, como insetos, que podem provocar doenças em seres humanos (PITELLI; PITELLI; CRUZ, 2009). Assim, com apelo a problemas ambientais, sociais e econômicos causados pela proliferação das macrófitas em ambientes aquáticos, o glifosato promete ser uma alternativa de controle químico de baixo custo, eficiente e seguro ambientalmente. Além disso, o herbicida é apontado como ferramenta importante, por conta de suas características “ecotoxicológicas”, em programas de proteção ambiental. Citam o caso da emergência de espécies exóticas nos ambientes lacustres e do Pantanal no Brasil, que, segundo os autores, vem colocando em risco a biodiversidade brasileira (PITELLI; PITELLI; CRUZ, 2009).

Há ainda outro uso do glifosato considerado importante para a Monsanto e foi alvo de grande campanha internacional: a aplicação do herbicida em reflorestamento de pinus e eucaliptos. Segundo Kogan e Alister (2009), o controle de “ervas daninhas” é essencial para aumentar as taxas de crescimento anual da floresta, pois estas concorrem por recursos, água e nutrientes, com as espécies comerciais. Um elemento importante, por exemplo, é o nitrogênio, que é absorvido pelas “ervas daninhas” e agrava a deficiência desse nutriente pelas árvores. Os autores apontam para problemas dos controles químicos realizados até então, utilizando principalmente o 2,4-D e o 2,4,5-T. Para eles o glifosato apresenta vantagens na utilização em áreas com pastagens que irão ser utilizadas para reflorestamento, controle de espécies arbustivas, controle de rebrota e diversos outros tratamentos.

É importante notar que em todos esses novos usos para o glifosato as estratégias de persuasão dos aliados se repetem: 1) realização de congressos técnicos principalmente em países de interesse comercial, com participação de pesquisadores de renome na área em questão; 2)

⁶⁶ As plantas aquáticas são conhecidas pelos pesquisadores como macrófitas aquáticas (macro = grande, fita = planta). São vegetais que habitam desde brejos até ambientes totalmente submersos (isto é, debaixo d'água). Disponível em <http://www.ufscar.br/~probio/info_macrof.html>. Acesso em 18/11/2015.

feiras agropecuárias e atividades de campo com agricultores, onde os mesmo recebiam gratuitamente o produto para que fosse testado e que os agricultores pudessem “familiarizar-se” com o novo conceito de “translocação até a raiz” (HALTER, 2009); 3) incentivo ao desenvolvimento de novos equipamentos de aplicação do herbicida direcionados às especificidades da atividade alvo; 4) incentivo a novos métodos culturais que são mais dependentes do controle químico; e 5) ênfase no conhecimento altamente especializado.

3.3.4.3 Estratégias adicionais de persuasão

Além das estratégias já mencionadas anteriormente, há algumas que atuam mais simbolicamente, e contribuíram para consolidar a ideia de que o glifosato é um herbicida “único”, ambientalmente “amigável” e “essencial” para uma “agricultura sustentável”. Trata-se da divulgação de prêmios e condecorações recebidos.

Em 1983, John Franz recebeu o prêmio Queeny, criado pela Monsanto para reconhecer uma invenção que tenha resultado em um sucesso comercial. Em 1987, os cientistas que identificaram a atividade herbicida do glifosato receberam a *National Medal of Technology* (Medalha Nacional de Tecnologia) dos EUA. Para o prêmio, o herbicida agrícola Roundup foi reconhecido por seu impacto "sobre a produção de alimentos agrícolas e fibras, bem como as práticas agrícolas em todo o mundo". Em 1990, John Franz recebe a Medalha Perkin de Química Aplicada (*Perkin Medal For Applied Chemistry*) por ter descoberto um produto "ambientalmente amigável". E em 1994, O herbicida Roundup é nomeado pela *Farm Chemicals Magazine* (Revista Produtos Químicos Agrícolas) como um dos "Top 10 produtos que mudaram a face da agricultura" (MONSANTO CO., 2010b).

Os prêmios dão uma ideia de sucesso, de prestígio e de legitimação. Latour (2000) explica que “...simplesmente fazem dos inventores seres tão grandes que têm força de gigante para propelir todas essas coisas!” (p. 222). A intenção é mostrar que o produto é reconhecido por outras entidades “independentes” e “confiáveis”. Esse sucesso do glifosato se traduz em confiança do consumidor na sua eficiência e segurança.

Como resultado dessas campanhas, em 1991, o glifosato recebe mais uma década de proteção da patente nos EUA, enquanto na maioria dos outros países a patente expirou nesse mesmo ano. A justificativa para renovação da patente baseou-se nas “vantagens na aplicação devido às novidades de formulação” (MONSANTO CO., 2014).

Em 1993, a EPA emite um novo RED - *Registration Eligibility Decision* (Decisão de Elegibilidade para Registro) do glifosato. A revisão do herbicida foi realizada pela EPA que conclui que o glifosato não apresenta riscos à saúde humana e ao meio ambiente. Neste mesmo relatório a EPA aumenta o MRL do glifosato para legumes e vegetais de 0.2 ppm para 5 ppm e para a soja de 15ppm para 20ppm, sendo menos rigorosa com os limites sob a justificativa de compatibilizar com os padrões estabelecidos pelo *Codex Alimentarius*⁶⁷.

3.4 O GLIFOSATO E O PROCESSO DE TRADUÇÃO PARA UMA “AGRICULTURA SUSTENTÁVEL”⁶⁸

“O glifosato tem muitas características ambientais favoráveis, tornando-o adequado para a agricultura sustentável” (MONSANTO CO., 2014)

É possível dizer que o termo “sustentabilidade” é quase obrigatório nos discursos corporativos atualmente. Aparentemente ele remete a uma ideia de transparência, transversalidade, humanidade e respeito a todos os seres vivos. Alan Irwin, sociólogo inglês da tradição da STS, em seu livro “Sociologia e o Meio Ambiente” (IRWIN, 2001), propõe analisar o termo “sustentabilidade” como um discurso ambíguo e amplo que pode reforçar os conflitos ambientais e as divisões ideológicas. Dessa forma, segundo o autor, seria importante estar atento ao que este conceito inclui e o que ele exclui, considerar as suposições, ambivalências e contradições implícitas no conceito. Portanto, pretendemos trabalhar com a ideia de que o discurso de sustentabilidade, mesmo sendo um discurso global e aparentemente consensual, é mobilizado por interesses e visões de mundo diversos e contraditórios. Partimos do pressuposto de que “sustentabilidade” é um discurso controverso, vago e institucionalizado e

⁶⁷ Conjunto de padrões, códigos de conduta e orientações reconhecidos internacionalmente relacionados a alimentos, produção de alimentos e segurança alimentar. A Comissão do Codex está diretamente vinculada à FAO e OMS. Disponível em <<http://www.codexalimentarius.org/>>. Acesso em 18/08/2014.

⁶⁸ O termo “sustentabilidade”, associado ao plantio direto e ao glifosato, é relativamente recente no discurso da Monsanto. Não é possível definir se à época a associação ao termo específico era evidente. Porém, o discurso remetia para questões de segurança ambiental e aos seres humanos, pois em meio ao início dos debates sobre impactos ambientais, e os impactos dos agrotóxicos, o glifosato surge com esse apelo de não tóxico, de não causar impacto ao meio ambiente, o que pode ser traduzido como sustentabilidade.

que, portanto, permite aos grupos de interesses diversos adequarem seus próprios interesses.

O livro “*Regenerating agriculture*” (Agricultura regenerativa, em português) de Jules Pretty (1995), acadêmico inglês cujo foco de trabalho é a agricultura sustentável, também contribui para analisar as disputas de significados de sustentabilidade. Segundo o autor, embora o termo pareça envolver um consenso generalizado do que ele significa, pressupondo a possibilidade de se alcançar uma única definição correta, não há de fato consenso quando se tenta definir o termo. As definições abordam diferentes coisas para diferentes pessoas. Cada definição é construída em diferentes caminhos, cada uma enfatizando diferentes valores, prioridades e objetivos. Para Pretty é impossível uma definição absoluta e precisa de sustentabilidade, pois é algo muito complexo. Para ele “em qualquer discussão de sustentabilidade, é importante elucidar o que está sendo sustentado, por quanto tempo, a quem beneficia e a quem custa, sobre qual área e medida por qual critério” (p. 11). A dificuldade em responder isso está no fato de que tal conceito lida com valores e opiniões. Sustentabilidade está nos olhos de quem vê (PRETTY, 1995).

Como essa visão em mente, iremos apresentar nesse item como a Monsanto constrói a ideia de uma associação entre um agrotóxico – o glifosato – e a sustentabilidade agrícola.

O plantio direto

Havia ainda outra questão que bloqueava o caminho do glifosato em seu processo para se tornar o herbicida mais vendido no mundo: o preço. Segundo Halter (2009) o custo do controle de “ervas daninhas” perenes atingia em torno de US\$ 130,00/ha⁶⁹. Esse tipo de “erva daninha” é bem difícil de controlar e as opções eram mecânicas (arrancar pela raiz) ou queimada. Como não havia outras alternativas comerciais à época para o controle das mesmas, o glifosato era utilizado. Mas era preciso estender para outros usos.

No entanto, por conta do alto preço, alguns agricultores reduziam a dose de utilização do produto – com o objetivo de economizar –,

⁶⁹ Não é possível extrapolar os dados de custos de produção para todos os cultivos e países, devido às especificidades de cada país e cada variedade. Mas, para se ter uma ideia, segundo o Instituto Mato-grossense de Economia Agropecuária – IMEA, a previsão de custo do controle de “ervas daninhas” da safra 2014/2015 de soja convencional é de US\$ 90,31 e da soja transgênica US\$ 79,20 (IMEA, 2013).

procedimento que caracterizava a perda da eficiência e um risco à reputação do herbicida (HALTER, 2009). Assim a Monsanto usa uma nova estratégia de desvio: a redução do preço do Roundup para que ele se tornasse mais acessível aos agricultores em diversas partes do mundo. Porém, apenas a redução dos preços não atingiria os objetivos da empresa; era necessário que houvesse uma alteração nas práticas tradicionais de cultivo, no caso a aração, para que o uso do glifosato fosse mais generalizado. Arar a terra é uma prática antiga na agricultura, principalmente em países de clima frio. Revolver o solo contribui para um melhor desenvolvimento das raízes das plantas. Expõe o subsolo à ação do sol, ajudando a aumentar a temperatura e apressar o degelo. Além disso, é considerada uma técnica cultural de controle de “ervas daninhas”, pois com o revolvimento elas são cortadas e enterradas. Entretanto, arar a terra tem um efeito indesejado, que é a erosão do solo, o que pode comprometer a produtividade do mesmo e provocar a perda de terras agricultáveis. Por conta dessa desvantagem, algumas técnicas eram recomendadas em complementação, tais como terraços, cultivo em curvas de nível, rotação de cultivos, entre outras. Porém, estas práticas de controle requerem tempo, custos e habilidades por parte do agricultor (GIERE; JOHNSON; PERKINS, 1980). Duke e Powles (2008) utilizam o termo “nocivo” para se referir à prática de aração. Afirmam que a prática, além das consequências já mencionadas, ocasionam a poluição do ar resultante da utilização de combustíveis fósseis e contaminação das águas superficiais com os resíduos dos solos carregados.

Assim, a estratégia de redução de preço veio acompanhada de outra: a problematização em torno dos problemas ambientais causados pela erosão e o incentivo ao sistema de plantio direto, que consiste numa técnica de cultivo em que não há a necessidade de revolvimento do solo. Havia, porém, um problema com essa prática: ela é totalmente dependente do uso de herbicidas para a eliminação de “ervas daninhas” e consequentemente aumentam seu uso (GUIVANT; JACOBI, 2003, p. 28). Porém, a Monsanto apenas questiona a “sustentabilidade” do plantio direto em relação ao uso de herbicidas existentes à época, os quais eram considerados extremamente tóxicos ao ser humano e prejudiciais ao meio ambiente. A ideia da empresa era associar o glifosato à uma prática “conservacionista” e que seria mais “conservacionista” se estivesse associada ao glifosato. Assim, o incentivo ao plantio direto vem acompanhado do argumento que o glifosato era ambientalmente mais benigno do que a aração e do que os outros herbicidas que ele substituiu (DUKE; POWLES, 2008). Dessa forma, o plantio direto é convertido em uma excelente oportunidade para a Monsanto, pois a empresa poderia

associar o glifosato a métodos considerados “conservacionistas” e “sustentáveis”. Isso resolvia dois problemas da empresa: a questão da redução do custo do glifosato e o aumento do uso do mesmo.

Até 1977 a prática de plantio direto não era muito difundida. Nos Estados Unidos apenas 2% da área cultivada era tratada sem o revolvimento do solo. 21% utilizavam práticas de cultivo mínimo, que consiste em revolvimento mínimo do solo. O restante era ainda cultivada de forma tradicional (GIERE; JOHNSON; PERKINS, 1980). Desde então, cientistas e técnicos da Monsanto (ou associados à empresa através de financiamento de pesquisa) estão entre os principais pesquisadores sobre o conceito de plantio direto e a empresa passou a promover o conceito para os agricultores e agrônomos, tanto em campo quanto em conferências agrícolas, começando nos EUA e Canadá no início dos anos 80 (COFFMAN, 1982) e logo em seguida no Brasil (BAUMAN, 1997; GAZZIERO, 1998) e várias outras realizadas pela Europa e citadas no documento da FAO sobre o status do plantio direto no mundo (DERPSCH; FRIEDRICH, 2009).

Além disso, diversos atores importantes são arrolados e tornam-se aliados ao discurso de sustentabilidade da prática de plantio direto. O relatório da FAO sobre o panorama do plantio direto nos anos 2000 evidencia essa associação. Os autores afirmam que é necessário promover esforços de pesquisa e desenvolvimento para o amplo “reconhecimento dos benefícios do plantio direto” a fim de “superar os estrangulamentos” do sistema e ajudar os extensionistas a difundir a tecnologia para que os agricultores possam ter uma base sólida para a aplicação prática. Ao se reconhecer como um sistema de “agricultura sustentável” é preciso “garantir o crescimento desta tecnologia” para áreas onde a adoção ainda é pequena. Para eles, as barreiras à adoção generalizada da prática do plantio direto deve-se, entre outros problemas, à mentalidade tradicional dos agricultores, a falta de conhecimento de aplicação da prática, a falta de máquinas e políticas adequadas para promover a adoção. Portanto, conforme suas conclusões, este sistema de agricultura estabeleceu-se como uma tecnologia que já não pode ser ignorada pelos políticos, cientistas, universidades, extensionistas, agricultores, bem como fabricantes de máquinas e outras indústrias relacionadas com a agricultura (DERPSCH; FRIEDRICH, 2009).

Nos quadros 1 e 2 é possível perceber a ampla adoção do plantio direto principalmente na América do Norte e América do Sul, com destaque para Estados Unidos e Brasil. Apesar dos esforços da Monsanto e pesquisadores, a Europa tem ainda baixa adoção da prática. Segundo

Holland (2004)⁷⁰, cujo artigo elenca os principais problemas da prática da aração, os agricultores e os governos europeus estão sendo “lentos” em reconhecer estes problemas e em lidar com a questão, apesar dos “problemas ambientais generalizados” que podem ocorrer quando os solos se degradam. A crítica é dirigida ao que foi chamado de “sistema convencional” de agricultura, aquele que utiliza o revolvimento do solo como prática preponderante. Coloca-se ênfase na necessidade de se orientar a agricultura para um modelo mais “sustentável”. O autor lista também uma série de benefícios ambientais e econômicos do plantio direto. Assim, o plantio direto é colocado como uma das principais inovações para agricultura sustentável. Desde meados dos anos 1980 o método é cada vez mais identificado por organizações de agricultores, agências governamentais, pesquisadores e representantes do agronegócio como método “chave” de sustentabilidade agrícola.

Quadro 1 - Evolução da área sob plantio direto nos Estados Unidos e Brasil (área em milhões de hectares)

Ano	EUA	Brasil
1977	2,0	0,55
1989	5,6	0,9
1993	13,9	3,0
1997	18,4	11,3
2000	21,1	17,3
2002	22,4	20,2
2007	26,5	25,5

Fonte: *Conservation Technology Information Center* (CTIC..., 2015), Federação Brasileira de Plantio Direto na Palha e CONAB, 2012 (FEBRAPDP..., 2012).

⁷⁰ J. M. Holland é membro de uma instituição não governamental denominada *Game & Wildlife Conservation Trust*, que, segundo informação na página da entidade, é uma organização de caridade, pesquisa e educação. Apesar de se denominarem como “conservacionistas”, é uma entidade de promoção da caça esportiva. Mas é amplamente citado dentro da bibliografia sobre plantio direto. Mais informações em <https://www.gwct.org.uk/> e <http://www.gameconservation.org.uk/>. Acesso em 20 nov. 2015.

Quadro 2 - Extensão do plantio direto por continente

Continente	Área (hectares)	Área (% do total)
América do Sul	49.579.000	46.8
América do Norte	40.074.000	37.8
Austrália e Nova Zelândia	12.162.000	11.5
Ásia	2.530.000	2.3
Europa	1.150.000	1.1
África	368.000	0.3
Total	105.863.000	100%

Fonte: Relatório da FAO sobre plantio direto (DERPSCHE; FRIEDRICH, 2009).

Em sua história publicada no site (MONSANTO CO., 2015a), a empresa destaca que já em 1968 a comercialização do herbicida Lasso, também de sua fabricação, dá início à expansão do plantio direto, mas é com o glifosato que a técnica se expande e, como veremos no capítulo 4, com os cultivos geneticamente modificados torna-se uma prática generalizada. Com a introdução do sistema de plantio direto ou cultivo mínimo iniciou-se uma nova fase no controle de “ervas daninhas” e na forma de utilização do herbicida (MONSANTO CO., 2014).

A empresa apresenta o glifosato como um herbicida benéfico para o meio ambiente argumentando a melhora da qualidade do solo, aumento da matéria orgânica, aumento da disponibilidade de água e sua qualidade, e melhora da qualidade do ar. Além disso, argumentava a empresa, que o sistema reduziria a erosão do solo, a quantidade de trabalho humano, o consumo de combustível e o desgaste das máquinas. Justificam que sem o glifosato os agricultores precisam arar a terra para remover as “ervas daninhas” (MONSANTO CO., 2014). Além disso, substituir a aração pelo herbicida seria atrativo para os agricultores comerciais, pois requereria menos trabalho e, como vimos, maior controle da erosão do solo. Assim, a redução da necessidade de aração e o amplo espectro de ação do glifosato com capacidade de eliminar qualquer erva daninha, passou a ser interessante para o agricultor. Conforme afirmam Galli e Montezuma (2005), funcionários da Monsanto, o glifosato viabilizou o estabelecimento e crescimento das áreas de plantio direto no mundo.

3.5 NOVOS DESVIOS

Mesmo com a introdução dos *standards* BPL, na década de 90 a Monsanto se envolveu em mais um caso de fraude em testes de laboratório. Este caso envolveu a Craven Labs, um laboratório comercial que fazia testes sobre resíduos de agrotóxicos, entre eles o glifosato, que

produzia laudos falsos, geralmente favoráveis aos agrotóxicos. Em 1991, Don Craven, o proprietário de Craven Laboratories, e 14 funcionários foram indiciados e acusados em 1994 de falsificar testes de resíduos de pesticidas conduzidos no período de 10 anos (US EPA, 1994a). A EPA solicitou à Monsanto a substituição dos estudos sobre resíduos do glifosato feitos pela Craven à empresa (US EPA, 1994b). A Monsanto publicou um comunicado (MONSANTO CO., 2005) afirmando que fora “vítima” de mais um caso de fraude em testes de laboratórios. Segundo a empresa, a repetição dos estudos custou à Monsanto aproximadamente US\$ 6,5 milhões.

Outro caso de desvio na trajetória do glifosato está relacionado ao marketing institucional da empresa. Em 1977 pesquisadores da Monsanto publicaram um artigo no *Journal of Agricultural and Food Chemistry* (Jornal de Química Agrícola e Alimentar) afirmando que o glifosato “é o melhor herbicida” já descoberto, uma vez que é prontamente degradado no solo e/ou na água (RUEPPEL et al., 1977). Esta afirmação foi utilizada para as aprovações do produto nas agências reguladoras, como também em suas campanhas de marketing. No anúncio a empresa afirmava que o Roundup era “mais seguro que sal de cozinha” e “praticamente não tóxico” para mamíferos, aves e peixes. O produto pode ser usado onde crianças e animais brincam (exibem uma criança com o rosto no chão e um cão brincando numa área onde foi usado o produto) (ROBIN, 2010).

Por conta disso, em 1996 o Departamento de Proteção ao Consumidor da Procuradoria Geral de Nova York indiciou a Monsanto por propaganda enganosa sobre a segurança do herbicida Roundup (VACCO, 1996). No processo, a empresa é acusada de divulgar em TVs, rádios, panfletos, revistas e pontos de vendas a alegação da segurança humana e ambiental dos seus produtos à base de glifosato. O processo cita em torno de dez afirmações veiculadas na propaganda da Monsanto em que se destaca que o produto é “biodegradável” e “não tóxico”, entre elas: “Lembre-se que o herbicida Roundup é ambientalmente amigável e biodegradável. Ele não vai acumular-se no solo então você pode utilizar o Roundup com confiança nas calçadas, nos passeios, cercas (...)”. Em outra chamada: “E lembre-se que o Roundup é biodegradável e não irá acumular no solo. Isso vai lhe dar a confiança ambiental que você precisa para usar o Roundup em todos os lugares que você tenha problema com ervas daninhas” (VACCO, 1996). Assim a empresa foi multada por representar de forma imprecisa os dados toxicológicos do glifosato em seu produto formulado “Roundup” e determinou-se a retirada dos anúncios que divulgavam sua segurança. A Monsanto entrou em acordo com a Procuradoria e aceitou deixar de fora a descrição de ser

"ambientalmente amigável e biodegradáveis" de seus anúncios. A empresa também retirou as chamadas sobre segurança, mas afirmou que isso não era ilegal segundo as diretrizes da EPA. Em um dos itens da exposição do procurador, ele afirma que: o registro pela EPA, no entanto, não é uma garantia ou declaração de segurança porque a determinação que a Agência deve fazer em registrar ou re-registrar um produto não é que o produto é "seguro", mas sim que a utilização do produto de acordo com a suas instruções do rótulo "geralmente não causam efeitos desfavoráveis inaceitáveis sobre o meio ambiente (VACCO, 1996).

Apresentamos esses desvios com o objetivo de evidenciar que o processo de tradução do glifosato não foi simples e linear. Embora esses desvios tenham sido considerados escandalosos à época, eles não abalaram a imagem do glifosato como um herbicida "ideal", "sustentável" e "seguro". Em outras palavras, a rede construída pela Monsanto em torno do glifosato foi eficiente.

3.6 O HERBICIDA DO SÉCULO

A referência ao termo "herbicida do século" vem do artigo "*Glyphosate: a once-in-a-century herbicide*" de Stephen Duke, pesquisador do Serviço de Pesquisa Agrícola do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA-ARS), e Stephen B. Powles, da Escola de Biologia de Plantas da *University of Western Australia* (DUKE; POWLES, 2008), considerados dois dos maiores especialistas em "ervas daninhas" no mundo. Os autores fazem uma revisão para mostrar porque o glifosato é um herbicida "perfeito" em relação a qualquer outro existente, reforçando todos os argumentos da Monsanto sobre o artefato. Listam por exemplo, os seguintes argumentos:

a. **Modo de ação:** é a única molécula eficaz na inibição da enzima EPSPS. Por conta disso, ele é efetivo para eliminar uma ampla gama de espécies de plantas. Como essa enzima só existe em plantas, em alguns fungos e algumas bactérias, mas não está presente em insetos, pássaros, peixes e mamíferos, o glifosato não é tóxico para os seres humanos.

b. **Captação e translocação:** O glifosato é absorvido de forma relativamente rápida através das superfícies das plantas. As propriedades físico-químicas do glifosato permitem que ele seja translocado da folha através do floema⁷¹ para os mesmos tecidos que são coletores metabólicos para sacarose. Assim, os níveis fitotóxicos do glifosato chegam aos

⁷¹ "Sistema vascular responsável pela condução da seiva na planta (ORMOND, 2006).

meristemas⁷², às raízes e folhas, órgãos de armazenamento e qualquer outro tecido ou órgão em crescimento. Boa absorção, translocação excelente para os sites de crescimento, degradação nula ou limitada e um modo de ação lento são as principais razões para a excelente eficácia de glifosato.

c. **Toxicologia:** O glifosato é um dos agrotóxicos menos tóxicos para os animais. Deste modo, é usado para o controle de “ervas daninhas” em todo o mundo em áreas urbanas e de recreação, bem como em terrenos industriais e agrícolas. Ele é menos tóxico que produtos químicos comuns, tais como cloreto de sódio ou a aspirina com uma LD50 (dose letal média) acima de 5g/kg. O glifosato não é cancerígeno nem uma toxina reprodutiva, nem tem qualquer toxicidade subaguda crônica. Quando utilizado de acordo com as instruções não há problemas de segurança para a saúde humana.

d. **Perfil ambiental:** Em geral, o glifosato é um herbicida ambientalmente benigno. Ele se liga firmemente ao solo, e tem baixa movimentação no solo e águas subterrâneas. Tem uma meia vida relativamente curta no ambiente devido à degradação microbiana do solo. O glifosato não é volátil, portanto não há contaminação atmosférica. Por conta de sua capacidade de se ligar firmemente ao solo, ele não possui nenhuma atividade no solo, por isso ele é aplicado nas folhas. A molécula do glifosato tem pouco ou nenhum efeito sobre organismos não-alvo, a não ser alguns fungos.

Segundo Duke e Powles (2008), o glifosato é praticamente inócuo tanto para o meio ambiente quanto para o ser humano. E esse entendimento sobre o herbicida foi compartilhado quase que como uma unanimidade entre os profissionais da área. Edivaldo Domingues Velini, por exemplo, professor na Faculdade de Ciências Agrônômicas da Unesp, uma das mais importantes do país na área, e hoje presidente da Comissão Técnica Nacional de Biossegurança - CTNBio, órgão cuja finalidade é prestar apoio técnico consultivo e de assessoramento ao Governo Federal na formulação, atualização e implementação da Política Nacional de Biossegurança, afirmou que o “glyphosate é tão importante para os sistemas de produção agrícola que a sustentabilidade do seu uso está relacionada à própria sustentabilidade destes sistemas” (VELINI et al., 2009b, p. 5). Nas entrevistas com os agricultores feitas para esta tese

⁷² “Tecido embrionário, indiferenciado, caracterizado pela ativa divisão de seus elementos, responsável pela produção das novas células necessárias ao crescimento da planta encontrado principalmente na ponta da raiz, das folhas e no início do caule” (ORMOND, 2006).

obteve-se praticamente a mesma resposta consensual: não é possível a agricultura sem o glifosato. Ou seja, o glifosato tornou-se indispensável.

A Monsanto afirma que seu produto passou por extensos testes ao longo dos anos, o que daria consistência e demonstraria “ausência de preocupação” com a toxicidade, carcinogenicidade, genotoxicidade, potencial de desregulação endócrina, neurotoxicidade e imunotoxicidade tanto para a reprodução quanto para o desenvolvimento do ser humano (MONSANTO CO., 2014)⁷³.

As formulações contendo glifosato foram vendidas sob o nome comercial de Roundup (Monsanto Company) durante mais de 30 anos. À medida que as patentes originais para o uso do glifosato como um herbicida e sais de glifosato expiraram, outras marcas entraram no mercado, tais como Touchdown® (Syngenta), GlyphoMAX® (Dow AgroSciences), e Gly Star® (Albaugh), entre outras. Estas misturas comerciais são soluções aquosas de sais de glifosato com a maior parte contendo um surfactante⁷⁴. São vendidas também algumas formulações secas, em pó ou grânulos, solúveis em água (DILL et al., 2010)⁷⁵.

Até 1995, o volume de uso de glifosato para fins agrícolas e não agrícolas era bastante considerável, com destaque para os EUA, Brasil e países europeus (Quadro 3).

Quadro 3 - Demanda de volume de glifosato por Região – 1995

REGIÃO	VOLUME (% GLOBAL)	VOLUME (TON.)
América do Norte	26,4	16.420
América Latina	22,3	13.870
Extremo Oriente	21,1	13.125
Europa Ocidental	18,1	11.260
Resto do mundo	12,1	7.525

Fonte: Woodburn (2000)

⁷³ É importante destacar também o marketing e uso da imagem como aliados importantes da indústria agroquímica.

⁷⁴ Surfactantes são substâncias que permitem que o herbicida se fixe na superfície das folhas permitindo com que o produto penetre na planta (MONSANTO CO., 2008c).

⁷⁵ No site do NPIRS - National Pesticide Information Retrieval System (Sistema Nacional de Recuperação de Informações sobre Agrotóxicos), é possível verificar mais de 50 produtos registrados contendo glifosato. Disponível em <<http://ppis.ceris.purdue.edu/>>. Acesso em 22/10/2014.

Nos EUA, o consumo de glifosato passou de 3,6 mil toneladas em 1986 para cerca de 13 mil toneladas em 1995. Nessa data, o glifosato era o quinto agrotóxico mais usado na agricultura estadunidense e o segundo para fins não agrícola (casa e jardim, indústria, comércio e governo) depois do 2,4-D (ASPELIN; GRUBE, 1999).

No Brasil⁷⁶, segundo dados da FAO (FAOSTAT, 2016), em 1990, a quantidade de herbicida utilizada foi de 22,9 mil toneladas e em 1999 foi de 68 mil toneladas. Em 2000 o consumo nacional de glifosato era de 39 mil toneladas (CRISTOFOLLI, 2009).

Na União Europeia não há disponibilidade de dados anteriormente a 2000. O dado oficial mais específico sobre o glifosato é de 2003, apresentado no relatório estatístico da União Europeia (EUROSTAT, 2007), apresenta o glifosato como o herbicida mais consumido, porém não divulga quantidades, pois considera as informações como confidenciais (ver tabela 1).

Tabela 1 - Herbicidas por ingredientes ativos mais consumidos na União Europeia - 2003

Table 2.4.4: Top-10 active ingredients in the EU – herbicides 2003

	Active substances	AS quantity (in tonnes)	Share in herbicides (%)
1	GLYPHOSATE	c	c
2	ISOPROTURON	12073	14.3
3	MCPA	5293	6.3
4	PENDIMETHALIN	3141	3.7
5	2,4-D	c	c
6	TRIFLURALIN	2899	3.4
7	ACETOCHLOR	2332	2.8
8	S-METOLACHLOR	c	c
9	ATRAZINE	1885	2.2
10	METAZACHLOR	1740	2.1
Total top-10		c	>60
Total herbicides		84296	100

Fonte: Eurostat, 2007.

Outros dados disponíveis podem ser encontrados no site de estatísticas da FAO (FAOSTAT, 2016). Porém, apresenta dados por país e por classe total de herbicidas. Assim em 1995 a França consumiu 27,5 mil ton., o Reino Unido mil 22,7 ton., a Alemanha 16 mil ton., Itália 9,7 mil ton. e a Espanha 6,3 mil ton.

⁷⁶ É difícil encontrar dados confiáveis sobre o consumo de agrotóxicos, mais especificamente de glifosato, no Brasil. Os dados passaram a ser compilados por órgãos públicos na sua grande maioria a partir de 2005. O Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Vegetal – Sindiveg, que representa as indústrias produtoras de agrotóxicos, não fornece dados de produtos específicos. Portanto, recorreu-se a dados secundários fornecidos por artigos e teses para dados sobre uso do herbicida glifosato antes do ano 2000.

Apresentamos até aqui o processo de tradução do glifosato como um herbicida considerado um herbicida sem comparação a qualquer outro em termos de sua eficácia e eficiência, além de ser o mais vendido no mundo. Apesar de alguns desvios e traições ao longo de sua trajetória, pode-se afirmar que as alegações de segurança e sustentabilidade relacionadas ao herbicida eram praticamente unânimes na área agrícola, correspondendo a um procedimento de tradução e mobilização de aliados de sucesso. Vimos também que a molécula teve papel preponderante na consolidação da Monsanto como uma “empresa agrícola”. A empresa se reinventa e se reorganiza a partir do glifosato. Em outras palavras, a Monsanto, através do glifosato, reelabora e traduz a agricultura construindo argumentos que fazem com que o artefato se torne um ponto de passagem obrigatório. Porém, como veremos no próximo capítulo como o glifosato, depois de quarenta anos de uso na agricultura, por conta de sua associação aos cultivos geneticamente modificados e à intensificação do seu uso, começa a enfrentar questionamentos crescentes sobre sua insegurança em relação à saúde humana e ao meio ambiente.

4. O SURGIMENTO DOS CULTIVOS GM: A EMERGÊNCIA DAS CONTROVÉRSIAS EM TORNO DO GLIFOSATO

Nesse capítulo vamos seguir a nossa inovação técnica num segundo momento, naquele em que as controvérsias em torno do glifosato emergem por conta de sua associação aos cultivos geneticamente modificados.

No primeiro momento de controvérsias, apontado no capítulo 3, não havia “inimigos” declarados do glifosato. Poucos artigos foram publicados discutindo sobre o herbicida e não havia evidências para questioná-lo. As controvérsias se deram até aqui em função da regulamentação, mas não diretamente sobre o glifosato.

Utilizando a base de dados Scopus, uma das ferramentas cientométricas disponíveis para analisar a ciência (conforme explicitamos na nota 13), é possível mensurar a produção de pesquisa sobre determinado tema. A partir da busca nesta base de dados utilizando o termo “glyphosate”⁷⁷ no título desde 1960 (Gráfico 1), percebe-se que o volume de artigos sobre o herbicida começa a crescer a partir de 1998.

Gráfico 1 - Artigos com o termo “glyphosate” no título – 1960 - 2014
Documents by year



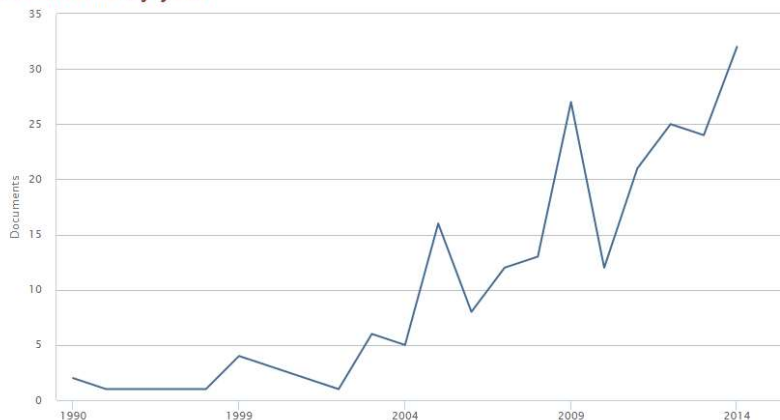
Fonte: Base de dados Scopus. Pesquisa realizada pela autora.

⁷⁷ Optou-se pela busca em inglês para maior alcance de artigos. Além disso, quase a totalidade de artigos publicados em revistas científicas mesmo não sendo escritos originalmente em inglês tem seu resumo em inglês.

Ao se especificar a busca com os termos “*glyphosate*” no título e “*risk assessment*” (avaliação de risco, em português) nas palavras-chave, não encontramos nenhum documento antes de 1990, quando houve um crescimento gradual dos artigos abordando o tema (Gráfico 2).

Gráfico 2 - Artigos com o termo “*glyphosate*” (título) e “*risk assessment*” (palavras-chave) – 1960 - 2014

Documents by year



Fonte: Base de dados Scopus. Pesquisa realizada pela autora.

Até então uma caixa-preta, nos termos de Latour (2000), o glifosato se vê enredado numa série de conflitos. As associações propostas pelo projeto “glifosato” poderiam ser realizadas se as diferentes entidades aceitassem as funções que foram atribuídas a elas, porém alguns dos actantes mobilizados em sua rede (ervas daninhas e plantio direto, por exemplo) tornaram-se “traidores” e passaram também a fazer parte da rede de actantes dos grupos contrários ao seu uso. Assim, segundo Callon (1993), um ator-rede pode também ser simplificado e ser mobilizado em outras redes de atores. Dessa forma, o mundo complexo que fazia parte da rede de atores do glifosato e que havia sido simplificado em torno de sua segurança e sustentabilidade, passa a ser “desmascarado” quando emergem as controvérsias em torno do herbicida.

Veremos ao longo deste capítulo que a segurança, confiabilidade e sustentabilidade do glifosato passam a ser questionadas após o surgimento dos transgênicos e a consequente intensificação do seu uso. São os mesmos atores que realizam o constante debate, tanto pró quanto contra os cultivos GM, com pequenas diferenças nas associações. No

primeiro momento, a Monsanto, nosso ator-mundo, mobilizou a ideia de sustentabilidade e segurança do glifosato transformando-o num aliado importante na rede de atores dos cultivos geneticamente modificados, no intuito de promovê-los como sustentáveis e seguros. Por outro lado, num segundo momento, os grupos contrários a estes cultivos mobilizam as controvérsias em torno do glifosato que, como consequência, colocam na agenda a discussão sobre as incertezas do uso das novas tecnologias de manipulação genética na produção de alimentos e enfraquecem o discurso de sustentabilidade dos cultivos GM.

Inicialmente apresentaremos o contexto inicial de surgimento dos cultivos geneticamente modificados e como o glifosato foi mobilizado para sua rede de atores.

4.1 O CENÁRIO

Como vimos no capítulo anterior, a Monsanto investiu numa forte campanha de marketing em diversos países e as vendas do glifosato cresceram rapidamente, impulsionadas pelo desenvolvimento simultâneo de equipamentos agrícolas para sua aplicação localizada e direcionada, reduzindo assim os custos de aplicação. Uma segunda onda de crescimento nas vendas do produto deu-se a partir da expansão da técnica de plantio direto, dada a sua capacidade de eliminar uma ampla variedade de ervas daninhas. Neste capítulo analisamos uma terceira onda, mais recente, que se sustenta no uso de culturas geneticamente modificadas resistentes ao glifosato – GRC⁷⁸ (HALTER, 2009) e que, como já

⁷⁸ Será utilizada aqui o termo “cultivo resistente ao glifosato” e a sigla para o termo em inglês “Glyphosate Resistant Crops - GRC”, comum inclusive em artigos nacionais. Há uma certa confusão na utilização dos termos “tolerância” e “resistência”. Segundo a Weed Science Society America – WSSA, tolerância à herbicidas é a capacidade inerente de uma espécie para sobreviver e se reproduzir após o tratamento com herbicida. Isto implica que não havia nenhuma seleção ou manipulação genética para tornar a planta tolerante; é naturalmente tolerante. Resistência a herbicidas é a capacidade herdada de uma planta para sobreviver e reproduzir após a exposição a uma dose de herbicida normalmente letal para o tipo selvagem. Em uma planta, a resistência pode ocorrer naturalmente ou ser induzida por técnicas como a engenharia genética ou seleção de variedades produzidas por cultura de tecidos ou mutagênese (WSSA, 2011a). Apesar disso, na literatura sobre OGMs os termos são usados como se fossem sinônimos. Ora vê-se "cultivo tolerante ao glifosato" (glyphosate tolerant crop)(PADGETTE et al., 1995), ora "cultivo resistente ao glifosato" (glyphosate resistant crop) (DUKE, 2005).

mencionado, coloca a Monsanto e o glifosato no centro de controvérsias relativas a sua sustentabilidade.

O glifosato, desde finais do século XX, é o herbicida mais usado em todo o mundo (WOODBURN, 2000). Um produto de grande sucesso que tornou-se o carro chefe de vendas da Monsanto. Ao mesmo tempo, a empresa também vinha investindo no setor de biotecnologia desde 1978 na busca de novas técnicas de melhoramento genético de plantas, sendo que em 1987 as primeiras plantas transgênicas foram testadas a campo nos EUA (MONSANTO CO., 2013).

Os transgênicos, ou Organismos Geneticamente Modificados (OGMs), utilizam técnicas que possibilitam o cruzamento entre espécies diferentes – o que não era possível com as técnicas tradicionais de cruzamento –, permitindo que características sejam inseridas no material genético da planta, gerando uma nova espécie ou modificando uma já existente⁷⁹.

Os primeiros transgênicos, com cultivos alterados para serem resistentes a agrotóxicos não começaram com os GRCs. Quando as primeiras “ervas daninhas” desenvolveram resistência aos herbicidas, diversos cientistas passaram a considerar a alteração dos cultivos para serem também resistentes a herbicidas. Porém, Inicialmente utilizaram-se métodos não transgênicos, ou seja, através do melhoramento, como por exemplo, com o desenvolvimento da canola resistente à triazina⁸⁰. No entanto, essas alternativas apresentaram um efeito colateral que foi a baixa produtividade, pois esse cultivo era mais fraco e menos produtivo do que as variedades não selecionadas (melhoradas), colocando uma difícil questão para os agricultores, que tinham que escolher entre as vantagens do custo com herbicidas ou menores rendimentos. Outro problema foi na gestão de “ervas daninhas” com o aparecimento de maior resistência, o que levou a utilizar outros herbicidas seletivos para combatê-los.

Quando nos referirmos sobre esses cultivos, iremos focar prioritariamente nos cultivos geneticamente modificados resistentes ao glifosato (GRCs), mais especificamente soja, milho, algodão e canola, ou quando necessário fazendo comparativos com esses cultivos no modelo convencional, ou seja, não transgênico.

⁷⁹ Um excelente histórico é realizado por Pedro Ivan Christoffoli (2009) em sua tese sobre a soja Roundup Ready.

⁸⁰ Triazina é um grupo químico cujos princípios ativos são a atrazina, simazina, propazina and cianazina. É considerado um dos químicos agrícolas mais tóxicos da agricultura (ARBUCKLE; LIN; MERY, 2001).

Um dos primeiros cultivos resistentes a herbicidas obtido a partir da modificação genética, foi o algodão resistente ao bromoxinil⁸¹, em 1995. Porém, como na primeira tentativa de melhoramento, a resistência de “ervas daninhas” tornou o produto inviável comercialmente, devido aos altos custos e baixa produtividade (DUKE, 2005). É interessante destacar que os problemas apontados nesse processo, de inconveniência na utilização, referem-se apenas ao problema econômico e não ao potencial risco toxicológico do produto. A criação, portanto da técnica de transgenia voltada à produção agrícola está fundamentalmente baseada nas justificativas de aumento da produção ou da não perda de produtividade.

Como vimos no capítulo 3 a história de um artefato é sempre complexa, cercada de diferentes atores atuando simultaneamente e, muitas vezes, em confronto. Vamos, neste capítulo, seguir a trajetória do desenvolvimento da técnica de manipulação genética voltadas à criação de plantas resistentes ao glifosato, nosso foco de análise. A descrição baseia-se especificamente no relato feito por Daniel Charles⁸² (2001) em seu livro *Lords of the Harvest: Biotech, big money, and the future of food* (Senhores da Colheita: biotecnologia, muito dinheiro, e o futuro dos alimentos). Essa história nos permitirá visualizar os desvios e composições arrolados para se chegar à primeira planta geneticamente modificada para ser resistente ao glifosato (GRC).

Em 1980 Ernie Jaworski – cientista da Monsanto – foi o primeiro a descrever como o glifosato trabalhava e também como poderia reverter os efeitos letais do mesmo. Ele podia reanimar os tecidos das plantas afetadas pelo herbicida fornecendo alguns nutrientes. Ou seja, ele definiu o sítio de ação do glifosato, como já descrito no capítulo anterior.

No início dos anos 1980, Robb Fraley, recém contratado pela Monsanto, recebeu a orientação para pesquisar sobre uma bactéria que potencialmente sobreviveria ao glifosato. O objetivo era identificar o gene responsável por essa resistência, para que pudesse ser inserido em plantas. Do mesmo modo, e mesmo período, a cientista Mary-Dell Chilton sugeriu

81 Segundo classificação toxicológica da Anvisa, é um herbicida categoria II, altamente tóxico, e só pode ser utilizado em cultivos de exportação (ANVISA, [s.d.]).

82 Daniel Charles é correspondente de ciência sobre alimentação e agricultura da National Public Radio (Rádio Pública Nacional, em português) dos EUA. <<http://www.danielcharles.us/bio.html>>.

à companhia suíça Ciba-Geigy⁸³ a mesma ideia, com uma lista de produtos potenciais que poderiam criar plantas que pudessem tolerar uma dose do herbicida atrazina⁸⁴. No entanto, a reação dos chefes da companhia foi negativa, pois para eles haveria um problema ético em associar agrotóxicos à plantas e geraria enorme resistência no público. Fator que, segundo Charles (2001), não interferia nas decisões da Monsanto que, inclusive, tinha um herbicida para associar às plantas, o Roundup.

Outro cientista da Monsanto, Steve Rogers, começou a pesquisar o gene da referida bactéria para ver se ela produzia os aminoácidos que o glifosato eliminava, mantendo a célula viva, obtendo sucesso, ou seja, "sua" bactéria geneticamente alterada era tolerante ao Roundup. Ele resumiu sua pesquisa num pôster e apresentou numa conferência na Universidade de Califórnia Davis.

Luca Comai, cientista da Calgene⁸⁵, também havia sugerido à companhia manipular geneticamente a resistência ao glifosato. Os executivos da empresa receberam com desconfiança a sugestão, já que eles não produziam o herbicida e não viam vantagem em fazê-lo. Sua proposta era obter uma mutação no gene para alterar a enzima. Ele viu o pôster de Steve Rogers e disse a ele que a sua forma de obter a resistência era melhor. Mas o problema ainda estava longe de ser solucionado e consumiria ainda muito mais recursos do que se pensava.

⁸³ A Companhia Ciba Geigy fundiu-se com a Sandoz para formar a Novartis. Disponível em <http://www.novartis.com.br/_sobre_novartis/historia_index.shtml>. Acesso em 22 jan. 2016.

⁸⁴ Herbicida classificado no Brasil como Classe III (moderadamente tóxico), nos EUA a EPA não classifica como carcinogênico, mas o herbicida está em processo de reavaliação (U.S. EPA, 2013b), e foi banido na União Europeia (COMISSÃO EUROPEIA, 2004). A própria Monsanto publicou um documento sobre os benefícios agrônômicos do glifosato na Europa (MONSANTO INTERNATIONAL SÀRL; MONSANTO EUROPE SA, 2010) afirmando que o glifosato substituiu outros herbicidas, entre eles a atrazina, que tinham propensão a se estabelecer no ambiente e eram potencialmente prejudiciais para a vida aquática, sendo uma ameaça ao meio ambiente. A atrazina é produzida pela Syngenta.

⁸⁵ A Calgene era uma empresa de biotecnologia da Califórnia e foi a primeira companhia a produzir e comercializar um organismo geneticamente modificado, um tomate longa vida denominado *Flavr Savr* tomato, em 1994. A empresa foi adquirida pela Monsanto em 1997. Informação disponível em <<http://www.sourcewatch.org/index.php/Calgene>>. Acesso em 22 nov. 2015.

Rob Horsch, cientista e cofundador da área de biotecnologia da Monsanto, estava trabalhando há quase dois anos em um experimento com colônias de *Agrobacterium tumefaciens* em folhas de petúnias. Essas bactérias tinham um gene inserido para que as petúnias sobrevivessem a uma dose de Roundup. Ele e seus colegas haviam isolado a enzima que o Roundup bloqueia. Então eles retomaram de volta, passo-a-passo, desde a enzima até o gene da petúnia que a produziu. Eles pegaram esse gene e substituíram por outro gene modificado e mais poderoso, chamado de promotor. Inseriram esse gene "turbinado" na petúnia para ver se a planta era imune ao Roundup. Porém, em 1985, Rob Horsch foi convidado a dar um curso no *Cold Spring Harbor Laboratory* em Nova York, e não querendo abandonar sua pesquisa e sem dizer nada para ninguém da Monsanto, levou algumas amostras do experimento para continuar pesquisando durante as noites que estaria em Nova York. Ele começou a perceber que as células transformadas estavam crescendo e se multiplicando, mesmo com a presença do glifosato. Ou seja, ele e sua equipe haviam localizado o alvo e criado plantas que eram capazes de ingerir Roundup e sobreviver. Mas Horsch não podia dizer a Fraley ou Rogers o que havia feito, já que havia retirado material da empresa sem autorização prévia.

Então, foi Harry Klee, biólogo molecular do laboratório, que ele procurou primeiro e contou o que havia acontecido. Porém, mais tarde, reavaliaram que as petúnias eram tolerantes a pequenas doses do Roundup, mas não à quantidade que os agricultores costumavam usar normalmente. O produto ainda não era comercial o bastante.

No final de 1985, Luca Comai e outros colegas da Calgene publicaram um artigo na *Nature* descrevendo sua planta tolerante ao glifosato. Ela continha o gene mutante da bactéria *Salmonella*, que Comai havia descrito para Rogers três anos antes. A tolerância não resultou da transformação de um gene mais forte que produziria mais enzimas naturais da planta as quais anulariam os efeitos do glifosato. Em vez disso, estas plantas criaram uma forma ligeiramente diferente da enzima, uma forma a qual o glifosato não conseguia mais se ligar tão bem. O mutante só tinha um defeito: produzia plantas mais fracas que as naturais. O artigo foi um constrangimento profissional para a Monsanto. A empresa era a proprietária do Roundup e esta deveria ser sua especialidade, e agora era outro laboratório que publicava o primeiro artigo sobre plantas tolerantes ao glifosato.

Neste mesmo tempo a Monsanto também entra em crise financeira, com massivas demissões. Robb Fraley chama um "conselho de guerra" e informa aos cientistas que desse projeto dependia o futuro da empresa.

Charles (2001) informa que segundo relatos dos pesquisadores à época, eles começaram a fazer a antítese de um trabalho científico. Normalmente um cientista experimenta, avalia e faz as conclusões para só então passar para outra variável. Nesse projeto eles estavam testando vinte variáveis ao mesmo tempo: diferentes mutantes, diferentes promotores, múltiplas espécies de plantas. Com essa poderosa força tarefa a companhia descobriu uma nova variante do gene alvo na bactéria. Porém, da mesma forma que o mutante de Comai, este gene produziu plantas que eram, de alguma forma, resistentes ao Roundup, mas as plantas não cresciam muito bem. Nos dois casos, a versão mutante não trabalhava tão bem quanto sua versão natural.

A equipe de Fraley gastou os anos 1980 para reconstruir a exata forma da sua enzima alvo. Eles esperavam uma enzima que fizesse bem seu trabalho e ainda repelisse o glifosato. Em 1989 criaram uma segunda mutação no gene e este tinha melhor desempenho. Porém, mais tarde eles descobririam que a natureza teria superado todos os seus esforços. Na fábrica da Monsanto de New Orleans, onde se produziam toneladas de glifosato, numa área florestal de mais ou menos 600 hectares, há resíduos de glifosato nas lagoas, na lama no fundo dos tanques e no solo, pressionando os micro-organismos na água e no solo, eliminando aqueles que são sensíveis ao glifosato e selecionando aqueles que são menos vulneráveis. A divisão de resíduos da Monsanto, no início dos anos 1980, começou a coletar algumas amostras de bactérias no lodo, na esperança que alguma delas se alimentassem do glifosato. O objetivo era que elas lhes ajudassem a limpar o meio ambiente dos resíduos do herbicida. Essas amostras permaneceram lá por anos até que a equipe da engenharia genética ouviu falar sobre elas. Descobriram um novo gene, que fazia sua função adequadamente e ainda era tolerante ao Roundup melhor que qualquer outro gene criado em laboratório. A longa busca tinha terminado.

Nesse relato oferecido por Charles (2001) podemos identificar diferentes atores, humanos e não humanos, suas alianças e oposições, as traições e os desvios sofridos. A longa batalha para traduzir os interesses da enzima alvo do glifosato aos interesses da Monsanto, na criação de uma planta resistente ao seu próprio herbicida, é cercada por riscos e promessas. Os riscos foram muitos: outros cientistas chegarem antes, as plantas reagirem em desacordo com os desejos dos cientistas da Monsanto, as bactérias não “fazerem” o trabalho adequado, e, até mesmo, o risco de não ter havido comunicação entre as diferentes divisões da empresa para saber o que acontecia na fábrica de *New Orleans*. Objetivos, desvios não intencionais e alianças improváveis, ou, não previstas,

contribuíram para a criação da primeira planta geneticamente modificada resistente a um herbicida, o glifosato, e com grande potencial comercial.

Finalmente, em 1995, um grupo de cientistas da Monsanto publicou um artigo (PADGETTE et al., 1995) sobre o desenvolvimento da primeira geração de cultivos resistentes ao glifosato, utilizando o gene CP4 do *Agrobacterium sp.*, que codifica uma forma resistente ao glifosato do 5-enolpiruvil-shikimato-sintase 3-fosfato (EPSPS), denominada Roundup Ready⁸⁶, e lançada primeiramente no mercado estadunidense em 1996.

Porém, para alcançar o sucesso na construção de um novo artefato científico é necessário trabalhar em diferentes níveis, para criar e estabilizar redes de apoio que irão consolidar os seus avanços e promover sua adoção e comercialização (Latour, 2000). Para construir essas redes é preciso inscrever vários atores e recursos – patentes, laboratórios, consumidores, regulamentos, etc. – para que aumente a certeza de que o artefato técnico será bem sucedido. Tudo isto implica num esforço para descrever a tecnologia como o caminho em direção a uma solução para um determinado problema, ou, um passo necessário no caminho para um objetivo desejado (CALLON, 1986a; LATOUR, 2000) – é importante destacar que não se trata de questionar a eficácia ou não de determinada técnica, mas de evidenciar como são possibilitadas.

A Monsanto iniciou uma campanha centrada na defesa da necessidade dos cultivos GM como essenciais para resolver o problema da fome no mundo e para tornar ao mesmo tempo o cultivo massivo ambientalmente e economicamente sustentáveis. Em outras palavras, a empresa articula e mobiliza argumentos em torno de um “problema social (fome no mundo)” para convencer a sociedade sobre a necessidade da biotecnologia agrícola. Essa estratégia discursiva buscava garantir que sua tecnologia, e a própria empresa, fossem percebidas como indispensáveis para vencer aqueles desafios, e para garantir sua rápida adoção e aceitação. Conforme Charles (2001), Robb Fraley descreveu a engenharia genética como uma oportunidade de definir a forma de uma nova indústria com uma tecnologia “limpa”, “verde”, que iria garantir a segurança alimentar ao abrir a porta para um novo tipo de agricultura mais sustentável em todo o mundo.

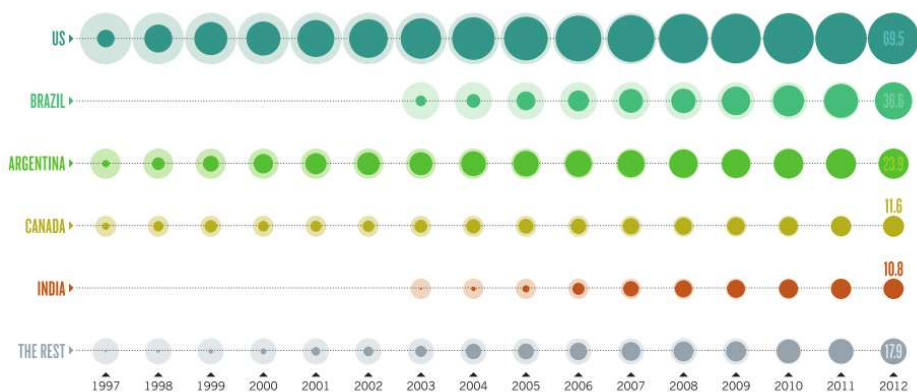
Por outro lado, abriu-se uma controvérsia global sobre a utilização dos cultivos GMs e os riscos a eles associados. As aplicações da engenharia genética na agricultura mobilizaram não só a opinião pública,

⁸⁶ Para maior aprofundamento sobre as técnicas utilizadas na transgenia ver (CERDEIRA; DUKE, 2006; DILL; CAJACOB; PADGETTE, 2008).

em todo o mundo, como, também, geraram uma séria controvérsia científica quanto aos riscos dessa nova tecnologia, principalmente à saúde humana e ao meio ambiente, além de confrontarem as controvérsias já perpassadas no primeiro momento de desenvolvimento da Monsanto, as controvérsias políticas, relacionadas às formas de regulação e modelos de avaliação de risco⁸⁷.

A despeito das intensas controvérsias que se abriram, a adoção dos GRCs foi muito rápida. O uso do herbicida glifosato aumentou em mais de seis vezes entre 1992 e 2002 só nos EUA em função dos GRCs (CERDEIRA; DUKE, 2006). Até 2012, 28 países plantaram 170 milhões de hectares de cultivos GM. A adoção foi mais rápida e intensa nos EUA, Argentina, Brasil, Canadá e Índia, que totalizam 152 milhões de hectares, ou aproximadamente 90% de toda a área cultivada de OGMs, conforme podemos ver no gráfico 3 abaixo.

Gráfico 3 - Evolução da área plantada com cultivos GM (em milhões de hectares)



Fonte: Nature (2013).

⁸⁷ No Brasil, as principais análises sociológicas sobre a organização social dos atores envolvidos nos debates e controvérsias sobre os transgênicos são desenvolvidas por Guivant (GUIVANT, 2005a, 2006, 2008, 2002, 2007) e Guivant e Macnagthen (2015a). A autora, ao explicar a situação brasileira, afirma que a controvérsia sobre os OGMs no Brasil teve lugar de 1998 até 2005, quando a soja RR foi aprovada pela Comissão Técnica Nacional de Biossegurança – CTNBio. A partir daí, as relações de poder entre as coalizões contra e a favor dos transgênicos mudaram completamente em favor daqueles que defendem os OGMs.

Nos últimos anos novos embates relacionados aos GRCs têm surgido, inserindo novos elementos nas controvérsias sobre os OGMs, especificamente sobre os riscos e a sustentabilidade da utilização do glifosato, até então, considerado o mais seguro e eficiente agrotóxico que, segundo seus defensores, contribui para a produção de alimentos saudáveis sem degradar ou poluir o ambiente, ou, como foi denominado, o “herbicida do século”.

Nas próximas sessões iremos descrever as principais controvérsias que se abriram em torno do glifosato, descrevendo os respectivos atores, alegações e diferentes implicações.

4.2 CONTROVÉRSIA 1: MUDANÇAS NOS PADRÕES REGULATÓRIOS QUANTO AOS ÍNDICES DE RESÍDUOS E TOLERÂNCIA AO GLIFOSATO

Vimos no capítulo 3 que o debate em torno dos riscos dos agrotóxicos, promovido em grande parte por conta do impacto mundial do livro “Primavera Silenciosa” de Rachel Carson ([1962]1969) e, mais tarde, pelos escândalos de manipulação de testes de laboratório em relação à segurança dos agrotóxicos, mobilizou a opinião pública em torno das preocupações com a saúde humana e a qualidade ambiental e induziu os políticos a adotarem controles mais rigorosos sobre o uso dos mesmos com a criação das agências reguladoras nacionais e internacionais. Dessa forma, não bastava mais que o agrotóxico fosse eficiente em sua proposta de eliminar “pragas” e “doenças”, mas também que não se configurasse um risco à saúde e segurança dos seres humanos e do meio ambiente.

Nesse contexto, as questões de saúde e segurança também foram o estopim para surgir uma nova rede científica sobre a toxicologia dos agrotóxicos. Foram organizados eventos científicos para divulgação de estudos, como também um maior aperfeiçoamento dos testes de detecção de resíduos e novos métodos de análise. Por conta dessa especialização, a partir de 1990 foram identificados outros problemas associados aos agrotóxicos como por exemplo, os efeitos de disfunção endócrina provocadas por alguns produtos. Então, a partir dos anos 2000 esse parâmetro começou a ser utilizados pelas agências reguladoras na avaliação para liberação dos agrotóxicos (PELAEZ; DA SILVA; ARAUJO, 2013).

A exposição a uma substância química refere-se ao contato do produto químico com a parte externa visível do corpo humano, ou seja, a pele e as aberturas no corpo, tais como a boca, as narinas, além de punções

e lesões na pele. Há dois processos principais através dos quais uma substância química pode cruzar o limite a partir do exterior para o interior do corpo: a ingestão e a absorção. A ingestão consiste em mover fisicamente o produto químico em questão através de uma abertura na fronteira exterior (geralmente a boca ou o nariz), inalando, comendo ou bebendo. A taxa de ingestão é a quantidade de produto químico que cruza a fronteira exterior por unidade de tempo como, por exemplo, kg/dia. O segundo processo envolve a absorção de produtos químicos através da pele ou outro tecido exposto, tal como o olho. A taxa de absorção química é a quantidade de produto químico absorvido por unidade de tempo (US EPA, 1992).

Dessa forma, uma avaliação da exposição é a avaliação quantitativa ou qualitativa desses contatos. Esta avaliação descreve a intensidade, a frequência e a duração do contato, além de, muitas vezes, avaliar as taxas a que o produto químico atravessa a fronteira (ingestão de produtos químicos ou taxas de absorção), a via pela qual ele cruza a fronteira (via de exposição, por exemplo, cutânea, oral ou respiratória), a quantidade resultante do produto químico que, de fato, cruza a fronteira (uma dose) e a quantidade absorvida ou ingerida (dose interna) (US EPA, 1992).

A ONU desenvolveu um sistema denominado GHS – *Globally Harmonised System of Classification and Labelling* (Sistema Mundial Harmonizado de Classificação e Rotulagem) cuja finalidade é harmonizar os sistemas de classificação e rotulagem de produtos químicos no mundo, que são realizadas separadamente por cada país. Essa harmonização foi necessária segundo a ONU, pois uma mesma substância pode ter classificações diferentes dependendo do país. O GHS aborda a classificação de produtos químicos por tipos de riscos e propõe elementos de comunicação dos perigos harmonizados, incluindo etiquetas e fichas de segurança. O objetivo seria garantir que a informação sobre os perigos físicos e toxicidade de produtos químicos estejam disponíveis internacionalmente a fim de reforçar a proteção da saúde humana e do ambiente durante o manuseio, transporte e uso desses produtos químicos. O GHS também fornece uma base para a harmonização de regras e regulamentos sobre os produtos químicos a nível nacional, regional e mundial, facilitando o comércio internacional/global (UNITED NATIONS, 2015).

Conforme o GHS, cada sistema de classificação e comunicação de perigo (local de trabalho, dos consumidores, dos transportes) começa com uma avaliação dos riscos colocados pelos elementos químicos envolvidos. O grau de sua capacidade de prejudicar depende das suas

propriedades inerentes, isto é, sua capacidade de interferir nos processos biológicos normais e sua capacidade para queimar, explodir, corroer, etc. com base em estudos científicos disponíveis. Assim, perigo é a propriedade intrínseca do agente químico com potencial de causar efeitos não desejados aos organismos, sistema ou população expostas a ele. O conceito de risco, que é a probabilidade de ocorrerem danos, e, posteriormente, a comunicação dessa informação, é introduzido quando a exposição é considerada em conjunto com os dados sobre possíveis perigos. A abordagem de base para a avaliação de risco é caracterizada pela fórmula: perigo x exposição = risco (UNITED NATIONS, 2015)⁸⁸.

Guivant (2002) explicita que essa “abordagem técnico-quantitativa” considera que os riscos podem ser medidos por cálculos quantitativos, os quais produzem *standards* para definir os níveis de riscos aceitáveis. Segundo a autora, esta análise de risco envolveria três níveis: a avaliação, a administração e a comunicação dos riscos. Na avaliação dos riscos são definidos os padrões aceitáveis e procedimentos que garantam que os riscos mantenham-se dentro desses níveis.

Nesse caso, para se classificar um agrotóxico em relação à sua toxicidade, utiliza-se a Dose Letal Media - DL50, que, resumidamente, seria a dose necessária para provocar a morte de 50% dos organismos expostos a uma determinada substância. Quanto mais tóxica a substância, mais baixa é sua DL50. Os critérios de classificação da OMS estão dispostos no quadro 04:

⁸⁸ Uma interessante análise comparativa sobre os processos de registro dos EUA, Brasil e União Europeia é feita por Pelaez, Silva e Araújo (2013). Uma das críticas do Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Vegetal – Sindiveg é que no Brasil, apesar de constar na legislação, a avaliação de risco não foi regulamentada. Portanto, o que ocorre no Brasil é O que temos é análise de perigo, que segundo a indústria não é adequada pra esse tipo de produto (CANAL RURAL, 2015)

Quadro 4 - Categorias de Perigo de Toxicidade Aguda da OMS - 2009

Classificação OMS	DL50 para ratos (mg/kg de peso corporal)	
	Oral	Dermal
Ia Extremamente perigoso	<5	<50
Ib Altamente perigoso	5-50	50-200
II Moderadamente perigoso	50-2000	200-2000
III Levemente perigoso	Acima de 2000	Acima de 2000
U Improvável de apresentar perigo agudo	5000 ou acima	

Fonte: Organização Mundial da Saúde (WHO, 2010)

A DL50 do glifosato segundo a OMS é de 4.230 mg/kg, sendo classificado, portanto, na classe III, considerado como levemente perigoso. Assim, segundo esse parâmetro, o glifosato é menos tóxico do que o cloreto de sódio, ou sal de cozinha (DL50 3.000 mg/kg) e do que a cafeína (DL50 200 mg/kg) (CORNELL UNIVERSITY, [s.d.])⁸⁹.

Em nível internacional, os procedimentos de avaliação do risco são conduzidos pelos comitês científicos da Organização Mundial de Saúde – OMS e Organização para Alimentação e Agricultura (*Food and Agriculture Organization* - FAO). Estes procedimentos subsidiam o estabelecimento de padrões alimentares elaborados pelo *Codex Alimentarius*. Tais procedimentos são elaborados a partir de pareceres científicos de grupos de especialistas, que compreendem (FAO/WHO, 2007):

- O JECFA – *Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives* (Comitê Misto FAO/OMS de Especialistas em Aditivos Alimentares): reúne-se desde 1956, inicialmente para avaliar a segurança dos aditivos alimentares. Suas funções expandiram-se para cobrir contaminantes, toxinas naturais e resíduos de medicamentos veterinários em alimentos.

- O JMPR – *Joint FAO/WHO Meeting on Pesticide Residues* (Comitê Misto FAO/OMS sobre Resíduos de Agrotóxicos)⁹⁰: reúne-se desde 1963 para avaliar os resíduos de agrotóxicos nos alimentos.

⁸⁹ Estas LDs50 são baseadas na ingestão oral por ratos. Elas representam uma única dose que causa a morte de 50% dos animais tratados dentro de 14 dias de exposição (CORNELL UNIVERSITY, [s.d.]).

⁹⁰ "Resíduo de agrotóxico" são quaisquer substâncias encontradas nos alimentos, mercadorias agrícolas, ou na ração animal resultante da utilização de um agrotóxico. O termo inclui quaisquer derivados de um agrotóxico, tais como

- O JMPS – *Joint FAO/WHO Expert Meetings on Pesticide Specifications* (Comitê Misto FAO/OMS sobre Especificações de Agrotóxicos): criado em 2001 como um órgão estatutário baseado num acordo entre a FAO e a OMS. Sua finalidade é desenvolver especificações para agrotóxicos que fornecem padrões de qualidade universalmente aplicáveis.

Segundo o documento da FAO/OMS (2007), tanto o JECFA quanto o JMPR fornecem pareceres científicos internacionais “independentes” sobre os produtos químicos nos alimentos, incluindo a sua avaliação toxicológica. Estes pareceres são fornecidos por peritos em resíduos de pesticidas que apresentaram candidatura em resposta ao convite feito pela FAO ou são membros do JMPS. Esses cientistas fazem parte de uma lista organizada pela FAO e poderão ser convidados para participar das reuniões conjuntas sobre resíduos de pesticidas, a partir de critérios estabelecidos pela FAO, tais como competências científicas e representação geográfica. Portanto, é uma lista dinâmica e cada especialista tem prazo inicial de quatro anos (FAO/WHO, 2015).

Para a avaliação de risco dos produtos químicos são estabelecidos os seguintes indicadores: Ingestão Diária Aceitável – IDA (*Acceptable Daily Intake* – ADI, em inglês)⁹¹, a Dose de Referência Aguda (*Acute Reference Dose* – ARfD, em inglês) e Limites Máximos de Resíduos – LMR *Maximum Residue Levels* – MRLs, em inglês) (FAO/WHO, 2007).

Segundo a FAO, a IDA de uma substância química é a ingestão diária que, durante toda uma vida, aparenta não ter risco calculável para a saúde do consumidor, com base em todos os fatos conhecidos no momento da avaliação do produto químico pelo JMPR. Ela é expressa em miligramas da substância química por quilograma (mg/kg) de peso corporal (FAO, [s.d.]).

Os efeitos agudos da ingestão de resíduos de agrotóxicos passaram a ser considerados importantes para os programas da FAO e OMS

produtos de conversão, metabólitos e produtos de reação, bem como impurezas consideradas de importância toxicológica. (Nota: O termo "resíduo de agrotóxico" inclui os resíduos provenientes de fontes desconhecidas ou inevitáveis (por exemplo, ambientais), bem como os derivados de usos conhecidos da substância química). Disponível em <<http://www.fao.org/waicent/faostat/Pest-Residue/pest-e.htm>>. Acesso em 29 nov. 2015.

⁹¹ A EPA denomina como Dose de Referência (*Reference Dose* – RfD). Disponível em <<http://www2.epa.gov/iris/reference-dose-rfd-description-and-use-health-risk-assessments>>. Acesso em 20 set. 2014.

somente a partir de 1990. A primeira definição de Dose de Referência Aguda (*Acute Reference Dose* – ARfD) foi publicada no relatório do JMPR de 1999 e reformulada no JMPR de 2002 (SOLECKI et al., 2005). A ARfD de um produto químico é uma estimativa da quantidade de uma substância em alimentos e/ou em água potável, normalmente expressa numa base de peso corporal, que pode ser ingerida num período de 24 horas ou menos, sem risco calculável para a saúde do consumidor, com base em todos os fatos conhecidos no momento da avaliação. É geralmente expressa em miligramas (mg) da substância química por quilograma (kg) de peso corporal (JMPR, 2002).

O Limite Máximo de Resíduos – LMR (*Maximum Residue Level* – MRL) é a concentração máxima de resíduos de agrotóxicos (expressa em mg/kg), recomendado pela Comissão do *Codex Alimentarius*, para que se permita legalmente seu uso em produtos alimentícios para consumo humano e para ração animal. Os LMRs baseiam-se em dados de Boas Práticas Agrícolas – BPA (*Good Agricultural Practices* – GAP)⁹² e tem por objetivo assegurar que os alimentos derivados de *mercadorias agrícolas* cumpram os respectivos teores máximos de resíduos aceitáveis. Este índice é calculado a partir da avaliação toxicológica do agrotóxico e do seu resíduo, bem como a partir da avaliação de dados de resíduos obtidos em ensaios controlados e usos supervisionados. O exame da ingestão de resíduos através de alimentos, levando em conta o IDA, deve indicar que os alimentos que se ajustam ao LMR do *Codex* são inócuos para o consumo humano (FAO, [s.d.]).

4.2.1 Padrões internacionais

O glifosato foi analisado pelo JMPR pela primeira vez em 1986, e depois em 1988 e 1989. Em 1991 a Assembleia do JMPR recebeu uma proposta do Comitê do *Codex* sobre Resíduos de Pesticidas (CCPR -

⁹² Por "BPA" se entende os usos inócuos autorizados a nível nacional, dentro das condições existentes, dos agrotóxicos necessários para um controle eficaz e confiável das "pragas". Compreende uma gama de níveis de aplicações de agrotóxicos dentro da concentração de uso autorizado mais elevada, de forma que permaneça a concentração mínima possível do resíduo. Os usos inócuos autorizados são determinados a nível nacional e preveem usos registrados ou recomendados no país, levando em conta as questões de saúde pública e profissional, bem como a segurança do meio ambiente. As condições existentes compreendem qualquer fase da produção, armazenamento, transporte, distribuição e elaboração de alimentos para consumo humano e ração animal (FAO, [s.d.]).

Codex Committee on Pesticide Residues, em inglês)⁹³ para rever os LMR para soja em grão e soja para forragem⁹⁴. A justificativa para o pedido de revisão era que os LMRs do *Codex* para os grãos de soja (5 mg/kg) e para soja forragem (20 mg/kg)⁹⁵ eram insuficientes para cobrir os resíduos que resultavam da utilização do glifosato como um dessecante, procedimento que envolve a aplicação do herbicida próximo ao período da colheita. Com base em pesquisas realizadas no Canadá e Estados Unidos⁹⁶, cujos níveis máximos de resíduos de glifosato e AMPA (ácido *aminomethylphosphonic*)⁹⁷ em sementes de soja após a aplicação de glifosato, na taxa máxima de utilização constante no rótulo como um dessecante, e de acordo com a BPA, foram de 16,9 mg/kg na soja em grão e 1,8 mg/kg em soja para forragem. Assim, o JMPR estimou os LMRs de 20 mg/kg para grãos de soja (seco) e 200 mg/kg para soja para forragem em substituição das recomendações anteriores (5 e 20 mg/kg, respectivamente) (JMPR, 1994a).

⁹³ O CCPR, órgão subsidiário da Comissão do *Codex Alimentarius*, é uma reunião intergovernamental cujo objetivo principal é chegar a um acordo entre os governos sobre os limites máximos de resíduos (LMR) para os resíduos de pesticidas em alimentos e rações para o comércio internacional. Disponível em <<http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/en/>>. Acesso em 20 out. 2015.

⁹⁴ Em inglês o termo original é “fodder”. Normalmente em português tanto o termo “fodder” como o termo “forage” são traduzidos como “forragem”. Porém, há diferenças entre os tipos de alimento. Small (2011) afirma que esses termos são empregados de diferentes formas por diversos autores e em diversos países. Ambos são cultivos utilizados para alimentar animais. Portanto, seguindo a definição de Small (2011), o termo “fodder” será utilizado como “forragem”, ou seja, a planta que é colhida e utilizada para alimentar o gado, passando muitas vezes por processamento e misturas de diversos ingredientes. O termo “forage” será utilizado como “forrageira”, ou seja, a planta que é cultivada para alimentação do gado diretamente no campo.

⁹⁵ O grão de soja seco tem dois destinos: a indústria de alimentos (para produção de leite de soja, óleo de soja, farinhas, complementos alimentares, sopas industrializadas, bombons, pães, massas, etc.) e para a indústria química (para fabricação de fibras, adubos, revestimentos, estrutura de tintas, sabão, etc.). Enquanto a soja para forragem é conservada e armazenada para suplemento da alimentação dos animais em períodos com pouca pastagem (Informação recebida em conversas com agrônomos do Instituto Federal Catarinense – Campus Camboriú).

⁹⁶ Todos os estudos foram fornecidos pela Monsanto Company (JMPR, 1994b).

⁹⁷ Principal metabólito do glifosato, resultado de degradação primária do herbicida no solo (DUKE, 2011).

Até 1997, o AMPA, principal metabólito do glifosato, era desconsiderado na determinação dos LMRs por conta dos baixos níveis residuais nos cultivos. Porém, no JMPR de 1997 o AMPA passa também a ser avaliado para fins de determinação de LMR, pois pesquisas relativas à aplicação do glifosato em GRCs mostraram que o AMPA pode ser o principal resíduo, sendo, portanto, motivo de preocupação toxicológica. Porém, após avaliação, o JMPR concluiu que o AMPA, em relação à toxicologia, não era mais preocupante do que o seu composto de origem, o glifosato. Assim, estabeleceu-se o mesmo IDA (0-0,3 mg/kg de peso corporal) tanto para o glifosato, quanto para o AMPA (FAO, 2000).

No relatório JMPR de 1997 a Assembleia aumentou os níveis de IDA para o glifosato e AMPA, que passaram a ser 0-1,0 mg/kg de peso corporal. Decidiu também que era desnecessário estabelecer uma ARfD para o glifosato, tendo em vista sua baixa toxicidade aguda, a ausência de toxicidade relevante para o desenvolvimento de ratos e coelhos como consequência da exposição aguda e a ausência de qualquer outro efeito toxicológico que seria desencadeado por uma dose única. Concluiu também que a ingestão de resíduos de glifosato, em longo prazo, tem pouca probabilidade de causar problemas de saúde pública (FAO, 2000).

Em 2005 a assembleia do JMPR decidiu pela harmonização das orientações relacionadas à determinação sobre resíduos de agrotóxicos entre os países. Dois principais sistemas de classificação eram utilizados: o sistema do *Codex* e o sistema dos EUA. O primeiro configura os LMRs da perspectiva agrícola e comercial, enquanto o sistema estadunidense extrapola os seus limites de resíduos a partir do ponto de vista da exposição de resíduos e os padrões de uso de agrotóxicos. A ideia é utilizar os pontos fortes dos dois sistemas com o objetivo, segundo a FAO, de tornar as regulamentações melhor aceitas e, assim, minimizaria os entraves comerciais. Essa harmonização deveria ser feita a partir de encontros e acordos internacionais. Por conta disso, alguns LMRs foram desconsiderados no relatório, como as forragens, por exemplo. O LMR do *Codex* é utilizado como padrão para produtos destinados ao comércio internacional e a reunião do JMPR foi da opinião de que forragem não se encaixa nessa categoria (JMPR, 2005a).

Quadro 5 - Evolução LMR (mg/kg) do glifosato no JMPR, para os cultivos de algodão, canola, milho e soja

PRODUTO	1986	1987	1988	1994	1997	2004	2005	Atual
Algodão (semente)	0,05			0,5	10	10	40	40
Algodão (óleo da semente, cru)					0,05	0,05	W	
Algodão (óleo da semente, comestível)					0,05	0,05	W	
Canola						10	20	30
Milho doce	0,05					0,1	W	
Milho (espiga)								3,0 (1)
Milho (grão)	0,05			0,1	1	1	5	5
Milho (forragem, seco)							150	150
Milho (forrageira)				1	1		W	
Soja (grão)	0,5	5	5	20		20	20	20
Soja (semente imatura)	0,2					0,2	W	
Soja (forragem)	20	20	20	200		200	W	200
Soja forrageira, (green)		5				5	W	
Grãos de cereais (palha e forragem, secos)	100					100	W	
Grãos de cereais (exceto milho e arroz)								30

(1) Inserido em 2012 em substituição ao milho doce; W: recomendação foi retirada.

Fonte: Elaborado pela autora com base nos documentos JMPR (1988, 1994b, 1997, 2002, 2004, 2005b, 2013).

A justificativa para alteração dos LMRs assenta-se na alegação da realização de novas análises de dados relevantes de avaliações anteriores e também de novos dados que não tinham sido revisados anteriormente. Deve-se destacar que estas análises são realizadas com base nos estudos disponibilizados pelas indústrias quando da submissão para a aprovação do produto químico e não são testados pelas entidades reguladoras.

Organizações contrárias ao cultivo e uso de alimentos GM alegam, no entanto, que não se trata de uma revisão técnica meramente, nem de uma suposta facilitação do mercado internacional, mas que as mudanças nos níveis de segurança coincidem com o período imediatamente anterior à introdução dos transgênicos, sugerindo que houve uma força-tarefa para possibilitar a aprovação e subsequente comercialização dos transgênicos, fato que com base nos parâmetros anteriores seria impossível. As alegações dessas organizações fazem referência ao uso do glifosato em pós-emergência do cultivo, pois, como o herbicida não pode mais eliminar o cultivo comercial – já que este é resistente ao glifosato –, ele pode ser usado indiscriminadamente, inclusive com aplicações aéreas. O fato de utilizar a aplicação em pós-emergência implicaria na existência de mais resíduos no produto. Assim, para essas entidades os aumentos dos níveis de segurança atendem a uma demanda mercadológica da indústria e parecem não levar em consideração o risco real aos consumidores.

4.2.2 Padrões nos EUA

Nos EUA se utiliza o termo “Tolerância para resíduos” no lugar de “Limite Máximo de Resíduos”, fazendo uso dos mesmos indicadores para determinar esses índices de tolerância. Esse índice é utilizado antes da venda e distribuição de qualquer agrotóxico, sendo que quem revisa e determina se o produto apresenta risco excessivo para a saúde humana ou para o meio ambiente é a EPA. Os resíduos dos agrotóxicos são regulados pela *Federal Food, Drug and Cosmetic Act* – FFDCA (Lei Federal de Alimentos, Medicamentos e Cosméticos), através da Seção 408 da lei (FDA, 2002), que determina as tolerâncias para a quantidade máxima de um resíduo de agrotóxico legalmente autorizada para estarem presentes num produto agrícola. A EPA está autorizada a estabelecer ou isentar um resíduo de agrotóxico de uma mercadoria agrícola da exigência da tolerância como parte do processo de registro sob o *Federal Insecticide, Fungicide, and Rodenticide Act* – FIFRA (Lei Federal sobre Inseticidas, Fungicidas e Raticidas) – para o uso de um agrotóxico na alimentação humana e produção animal nos EUA (U.S. EPA, 2009). A FFDCA pode também estabelecer limites de resíduos de agrotóxicos nas mercadorias

agrícolas processadas, prontas para comer, se for averiguado que o nível de agrotóxicos excedeu o limite no produto bruto, fazendo-se necessário estabelecer uma regulação adicional. A EPA define os limites para a quantidade permitida de um resíduo de agrotóxico na alimentação humana ou animal, ou mercadorias agrícolas os limites máximos de resíduos de agrotóxicos, que podem ser encontrados pelo nome padrão dos produtos alimentícios e mercadorias agrícolas no *Electronic Code of Federal Regulations* – eCFR (Código Eletrônico de Regulamentos Federais)⁹⁸. Além disso, o *International Maximum Residue Limit Database* – IMRLD (Base de Dados Internacional de Limite Máximo de Resíduos) contém os teores máximos de resíduos dos cultivos produzidos fora dos Estados Unidos⁹⁹ (FDA, 2002).

Em 1974, a Monsanto propôs, em caráter temporário, os primeiros índices de tolerância (LMR) para o glifosato, conforme podemos observar no quadro 06, abaixo.

Quadro 6 - Proposta da Monsanto para LMR do glifosato - 1974

Cultivo	LMR (mg/kg) ¹⁰⁰
Algodão (semente) e algodão (forrageira e feno)	0,5
Milho forragem e forrageira	0,5
Milho (grão)	0,1
Soja (grão) e soja (forrageira e feno)	0,1
Trigo (grão) e trigo (forrageira e palha)	0,1

Fonte: (U.S. EPA, 1974)

A EPA considerou que a tolerância temporária proposta pela Monsanto de 0,1 mg/kg para o trigo grão, forrageira e palha poderia ser estabelecida, pois estava de acordo com as considerações toxicológicas. Porém, foram contra as tolerâncias propostas para milho e soja. Segundo a EPA, os dados disponíveis sobre os resíduos em forragens destes dois grãos eram inconclusivos, ou seja, não era possível analisar se os resíduos estariam ou não presentes na forrageira ou na palha. Entretanto, a agência aconselhou o requerente, no caso a Monsanto, a inserir restrições à

⁹⁸ Disponível em <<http://www.ecfr.gov/cgi-bin/ECFR?page=browse>>.

⁹⁹ Os dados sobre tolerância de agrotóxicos nos EUA podem ser encontrados em <http://www.epa.gov/pesticide-tolerances>.

¹⁰⁰ Originalmente a EPA utiliza a medida em ppm (partes por milhão), porém, para efeitos de comparação com outros países ou a regulação internacional, os valores foram convertidos para mg/kg. Por exemplo, 0,1 ppm corresponde a 0,1 mg/kg.

alimentação animal no uso da forrageira e do feno de soja, e da forrageira e forragem de milho. Só assim seria possível recomendação favorável do órgão para as tolerâncias propostas. Além disso, a EPA recomendou que se alterasse a nomenclatura para “soja” somente ao invés de separar “soja grão” e “soja forrageira e feno”. Dessa forma, não seria mais necessário determinar separadamente as tolerâncias para os cultivos. Em relação ao algodão para forrageira, feno e semente de algodão os reguladores solicitaram mais estudos para determinar se a tolerância proposta de 0,5 mg/kg era adequada, uma vez que havia evidência de que resíduos poderiam estar presentes na semente. Por fim, a EPA solicitou uma série de novos estudos para que pudessem ser estabelecidas futuras tolerâncias permanentes, tais como estudos mais amplos sobre alimentação animal para averiguar resíduos em animais e seus subprodutos e métodos melhores e maiores evidências para as especificidades das análises na presença de outros agrotóxicos com tolerâncias nos mesmos cultivos (U.S. EPA, 1974).

Em 1992 órgãos da EPA trocaram correspondência sobre a possibilidade de harmonizar a regulação da EPA com o *Codex* em relação à regulação do glifosato. Segundo o departamento os dados de estudos sobre resíduos sugeriam que o glifosato era rapidamente translocado – se movimentava rapidamente da folha para as raízes – e, portanto, não apresentava resíduos preocupantes (U.S. EPA, 1992). Apresentamos no quadro 07 alguns exemplos de alteração dos parâmetros de tolerância praticados nos EUA para harmonização com o *Codex* em 1993.

Quadro 7 - Harmonização das tolerâncias (EUA) com LMR (Codex)

Mercadoria agrícola	LMR (mg/kg)	Tolerância EUA (ppm)	Medidas de harmonização
Algodão (semente)	0,5	15	
Canola			
Milho	0,1	0,1	
Soja (forrageira)	20	15	20
Soja (palha)		15	200 ¹⁰¹
Soja (forragem verde)	5	15	
Soja (grão)	5	20	
Grãos de cereais (palha e forragem)	100	0,2	

Fonte: Elaborado pela autora com base nos documentos da EPA (U.S. EPA, 1992, 1993a).

¹⁰¹ O aumento expressivo foi justificado para cobrir o uso como dessecante (U.S. EPA, 1993a).

Os parâmetros relacionados à soja em grão e soja para forragem (verde) foram mantidos, pois, conforme a EPA (1993), os índices foram definidos conforme padrões de uso nos Estados Unidos e não poderiam ser reduzidos para alcançar compatibilidade com o *Codex*. Em relação à cevada, aveia e grãos de cereais para palha e forragem, por conta da diferença entre as regulações ser maior do que cinco vezes, decidiu-se que a harmonização não poderia ser feita naquela data. E, por fim, não viam nenhuma questão de incompatibilidade em relação aos produtos onde nenhum LMR tinha sido estabelecido no *Codex*, mas com índices de tolerância nos Estados Unidos, nem quando havia LMR aplicado no *Codex*, mas não havia índices de tolerância estabelecidos nos Estados Unidos.

Desde então os LMRs do glifosato nos cultivos de soja, milho, algodão e canola, bem como os subprodutos dos animais que foram alimentados por esses cultivos, têm sofrido modificações nos Estados Unidos. Muitas vezes as modificações acontecem a partir da alteração da nomenclatura utilizada. Por exemplo: a soja é dividida em diversas categorias. Uma delas era denominada de “soja, resíduos de aspiração do grão¹⁰²” de 1994 a 2002, e o LMR era de 20,0 mg/kg. Em 2003 essa categoria é incluída no grupo “resíduos de aspiração do grão” cujo LMR é de 100 mg/kg e em 2009 passou a ser 310,0 mg/kg, assim, considerados ainda menos tóxicos.

¹⁰² O termo em inglês “Aspirated Grain Fractions” foi traduzido por “resíduo de aspiração do grão”. São resíduos resultantes da limpeza e beneficiamento dos grãos. Informação fornecida em entrevista com o Zootecnista Ederson Américo de Andrade, doutorando do Programa de Pós Graduação em Ciência Animal da Universidade de Trás os Montes e Alto Douro, Portugal.

Quadro 8 - Índices de LMR para os cultivos nos EUA

Produto	LMR (mg/kg)
Canola, semente	20,0
Milho, forrageira	13,0
Milho, grão	5,0
Milho, palha	100,0
Milho de pipoca, grão	0,1
Milho, doce, grão mais a espiga com a casca removida	3,5
Resíduos de aspiração de grãos	310,0
Algodão, subprodutos	210,0
Soja, forrageira	100,0
Soja, feno	200,0
Soja, cascas	120,0
Soja, semente	20,0

Fonte: (U.S. EPA, 2013a)

Como vimos, o primeiro índice de tolerância de resíduos de glifosato para a soja era generalizado, cobrindo todos os usos da soja (grão, forragem e feno) e tendo como proposta da Monsanto um LMR de 0,1 mg/kg. Em 1993, segundo a EPA, para fins de harmonização com o *Codex*, foram criadas diversas outras categorias, cada uma com seu respectivo LMR: soja em grão (20,0 mg/kg), palha de soja (200,0 mg/kg), soja forrageira (20 mg/kg), forragem de soja (20 mg/kg). Três anos depois, em 1996, é lançada a soja Roundup Ready, tolerante ao herbicida glifosato.

A partir dessa nova modalidade, o LMR do milho foi inicialmente registrado em duas categorias: milho (forrageira) (0,5 mg/kg) e milho em grão (0,1 mg/kg). Com o passar do tempo as categorias foram divididas em grão de milho, palha de milho, milho de pipoca e milho doce. Em 1997, um ano antes do lançamento do Roundup Ready Corn (milho geneticamente modificado para ser tolerante ao glifosato), por exemplo, o milho grão teve seu LMR aumentado de 0,1mg/kg para 1,0 mg/kg, um aumento de dez vezes a sua tolerância.

O algodão, inicialmente tinha LMR de 0,5 mg/kg. Várias subdivisões foram feitas, como forragem, semente, feno e subprodutos do algodão. Essa última classificação é a única que permanece e seu LMR é de 210,0 mg/kg. A questão é que até então o algodão possuía LMR de 15 mg/kg nas outras categorias em que estava subdividido. Em 1996, um ano antes do lançamento do algodão geneticamente modificado tolerante ao glifosato, foi inserida a categoria “subprodutos do algodão”, inicialmente

com LMR de 100,0 mg/kg, que passou para 175,0 mg/kg em 2005 e para 210,0 mg/kg em 2010.

A canola foi o cultivo que menos sofreu alterações no LMR. Em 1996 foi lançada a canola geneticamente modificada tolerante ao glifosato e somente em 1999 que os índices de tolerância foram solicitados à EPA. Inicialmente em duas categorias: farelo (15 mg/kg) e semente (10/mg/kg). A partir de 2009 foi mantida somente a categoria “canola semente” com 20 mg/kg de LMR.

Nos Estados Unidos a classificação de toxicidade do glifosato é categoria III – baixa toxicidade, sendo que a categoria I indica o mais alto grau de toxicidade aguda e a IV o mais baixo (HENDERSON et al., 2010). Há no país um programa de monitoramento de resíduos de pesticidas em alimentos desde 1987, *Pesticide Data Program* (PDP) realizado pela FDA¹⁰³ em parceria com as agências estaduais. Tal monitoramento é feito de três formas diferentes e em momentos diferentes: o primeiro deles coleta amostras nacionais de produtos agrícolas brutos próximos aos pontos de distribuição, em que são coletados uma cesta contendo em torno de 300 alimentos quatro vezes ao ano. Utilizam métodos multirresíduos (MRM – *multi-residue methods*, em inglês) para determinar a maioria dos cerca de 400 pesticidas com índice de tolerância determinados pela EPA. O segundo método baseia-se em métodos de resíduos seletivos ou individuais (SRMSs – *Selective or Single Residue Methods*, em inglês). Este método seleciona um pesticida ou um pequeno número de pesticidas, fazendo uma busca mais detalhada. O terceiro método origina-se do programa de Estudo de Dieta Total (TDS – *Total Diet Study*, em inglês). Nesse programa acompanham-se os resíduos nos alimentos prontos para o consumo. Os alimentos são coletados, lavados, descascados e/ou cozidos antes da análise, simulando o manuseio típico do consumidor. São cerca de 180 alimentos que representam a dieta do consumidor médio estadunidense, coletados em quatro cestas por região/ano em três diferentes cidades. Enfatizam regiões com histórico de violação e os que têm maior remessa (U.S. FDA, 2012). Este programa de monitoramento não abrange as forragens.

No último relatório de monitoramento de resíduos de pesticidas em alimentos da FDA (U.S. FDA, 2012) foram encontradas violações em 11,1% dos alimentos importados e em 2,8% dos alimentos produzidos internamente. O glifosato aparece na lista do total de agrotóxicos, mas

¹⁰³ Maiores informações sobre os dados de pesticidas estão disponíveis em: <<http://www.fda.gov/food/foodborneillnesscontaminants/pesticides/ucm126174.htm>>. Acesso em 17 abril 2016.

não há menção de análises de resíduos específicos para o herbicida. Isso significa dizer que para as agências reguladoras dos EUA resíduos de glifosato não são uma preocupação no que concerne à saúde da população.

4.2.3 Padrões na União Europeia

Na União Europeia, com o objetivo de harmonizar as legislações entre os Estados-membros em relação aos agrotóxicos, foi criado o Regulamento (CE) n.º 1107/2009 (PARLAMENTO..., 2009), que entrou em vigor em 14 de Junho de 2011. Esse regulamento introduziu uma nova abordagem de registro de agrotóxicos e seus índices de tolerância por zonas. Esta abordagem baseou-se nas fronteiras políticas ao invés de zonas climáticas. A *European and Mediterranean Plant Protection Organisation* – EPPO (Organização Europeia e Mediterrânea para a Proteção das Plantas) estabeleceu três zonas separadas:

- Zona A – Zona Norte: Dinamarca, Estônia, Letônia, Lituânia, Finlândia e Suécia;

- Zona B – Zona Central: Alemanha, Áustria, Bélgica, Eslováquia, Eslovênia, Holanda, Hungria, Irlanda, Luxemburgo, Polônia, Reino Unido, República Tcheca, Romênia.

- Zona C – Zona Sul: Bulgária, Chipre, Espanha, França, Grécia, Itália, Malta, Portugal.

O Regulamento (CE) n.º 396/2005 (PARLAMENTO..., 2005) foi instituído para harmonização dos LMRs para todos os gêneros alimentícios com base numa avaliação de risco detalhada. Este regulamento é responsabilidade da Unidade de Agrotóxicos da EFSA. Os Estados-membros devem comunicar sobre resíduos de agrotóxicos à Comissão Europeia, aos outros Estados membros e à EFSA em cumprimento aos controles oficiais da UE¹⁰⁴.

Na União Europeia o glifosato é classificado como muito tóxico para os organismos aquáticos, com efeitos duradouros, e nocivo para os olhos e pele humanos (PARLAMENTO..., 2008). Os LMRs da região

¹⁰⁴ As substâncias ativas aprovadas pela UE estão disponíveis para visualização através do site da Comissão Europeia. Cada substância pode ser procurada de acordo com critérios definidos. O resultado inclui uma referência à legislação pertinente da UE com todas as informações toxicológicas e teores máximos de resíduos em alimentos e rações, exportáveis para Excel. O banco de dados pode ser encontrada aqui <<http://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides-database/public/?event=homepage&language=EN>>.

seguem os padrões do *Codex Alimentarius* e valem também para os gêneros alimentícios e alimentos para animais importados, inclusive os transgênicos. A análise de risco realizada pela UE, apresenta uma metodologia diferente da dos EUA, pois reconhece que a avaliação científica dos riscos não pode fornecer sozinha todas as informações em que se deve basear uma decisão em matéria de gestão dos riscos e que devem ser levados em conta os fatores sociais, econômicos, tradicionais, éticos e ambientais, assim como a viabilidade dos controles. Apesar disso, a decisão final ainda baseia-se em detalhes técnicos – Regulamento (CE) 178/2002 (PARLEMENT EUROPÉEN, 2002) nos quais foram baseadas as solicitações de alterações nos LMRs do glifosato aceitas pelos órgãos reguladores. Conforme podemos observar no quadro 09, abaixo, os índices dos LMRs do glifosato sofreram alterações consideráveis a partir de 2008.

Quadro 9 - Evolução do LMR na União Europeia

	LMRs (mg/kg)			
	Até 2008	2008 (harmonização)	2012	2013
Milho	0,05	0,1	1,0	3,0
Soja	0,05	20,0	20,0	20,0
Algodão	0,2	10,0	10,0	10,0
Canola				10,0

Fonte: Elaborado pela autora a partir de dados da Comissão Europeia, (2008a, 2008b, 2012; 2013); e do Parlamento Europeu (2005).

A União Europeia possui um programa de monitoramento de resíduos de pesticidas denominado Programa de Controle Multi-Anual de Agrotóxicos (*Multi Annual Pesticide Control Program* – MACP, em inglês). Com base no Regulamento (EC) nº 396/2005 (PARLAMENT EUROPÉEN, 2005), os Estados-Membros devem coletar e analisar amostras, em torno de 30 a 40 gêneros alimentícios monitorados ao longo de uma série de ciclos de três anos, com no mínimo 12 amostras anuais por produto. O glifosato, por exemplo, será analisado em grãos de centeio em 2016, grãos de arroz em 2017 e em 2018 em grãos de trigo (JUNCKER, 2015). Por fim, a EFSA coleta e analisa os resultados dos programas de monitoramento e publica um relatório anual¹⁰⁵. Produtos

¹⁰⁵ Mais informações sobre o Programa multianual podem ser encontradas em: <http://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/max_residue_levels/enforcement/eu_multi-annual_control_programme_en.htm>. Acesso em 20 fev. 2016.

destinados à exportação não estão sujeitos aos LMRs estabelecidos pela União Europeia (PARLAMENT EUROPÉEN, 2005).

É importante destacar que na União Europeia atualmente é permitido o cultivo de uma única variedade comercial de cultivo geneticamente modificado, que é o milho MON810, modificado geneticamente a partir da introdução do gene “cry1Ab” que permite resistência à broca do milho europeia. Esta variedade foi autorizada em 1998 (BJERREGAARD, 1998). Porém, atualmente somente cinco Estados-Membros cultivam a variedade: Eslováquia, Espanha, Portugal, República Checa e Romênia, compreendendo um total de 150.000 hectares, dos quais 135.000 estão na Espanha (EUROPEAN COMMISSION, 2015). Em 2015, a União Europeia publicou a Diretiva EU 2015/412 (SCHULZ; KALNIŅA-LUKAŠEVICA, 2015), que permitiu cada Estado-Membro decidir sobre o cultivo GM em seu território. Do total de Estados-Membros, 19 decidiram proibir total ou parcialmente o cultivo do milho transgênico: Alemanha (permite só para fins de pesquisa), Áustria, Bélgica (somente na Wallonia), Bulgária, França, Chipre, Croácia, Grécia, Dinamarca, Eslovênia, Hungria, Holanda, Itália, Letônia, Lituânia, Luxemburgo, Malta, Reino Unido (somente na Irlanda do Norte, Escócia e País de Gales) e Polônia (ANDRIUKAITIS, 2016).

Paradoxalmente, 58 OGMs são autorizados para comercialização na UE para alimentação humana e animal (que abrangem milho, algodão, soja, colza e beterraba). Muito embora a maior parte seja destinada à ração animal, pois, segundo a Comissão Europeia (2015), a UE necessita anualmente em torno de 36 milhões de toneladas de soja para alimentação animal, e produz apenas 1,4 milhão de toneladas por ano, sendo necessária a importação, que majoritariamente é transgênica¹⁰⁶. Sendo assim, 80% do gado é alimentado com transgênicos (EUROPEAN COMMISSION, 2015).

De forma geral, é difícil coletar dados históricos de mudanças de legislações sobre os agrotóxicos na União Europeia. Muito embora as instituições forneçam bastante abertura ao acesso às informações via internet, as especificações são determinadas no contexto de cada país, ficando difícil fazer um comparativo entre o conjunto de países da União Europeia com os Estados Unidos e Brasil.

¹⁰⁶ Guivant (2014b) faz uma interessante caracterização da rede de atores sociais e econômicos e suas associações em torno da comercialização da soja não OGM na Europa e na Ásia (China).

4.2.4 Padrões no Brasil

No Brasil a Lei dos Agrotóxicos (nº 7.802/89, regulamentada pelo decreto 4.074/02) fornece as bases legais para a regulamentação de agrotóxicos (BRASIL, 1989). O registro dos agrotóxicos é determinado a partir de pareceres de três Ministérios: Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA, Saúde - MS (através da agência reguladora, Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA) e Meio Ambiente - MMA (através do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA). O MS, por intermédio da ANVISA, é o responsável pela classificação toxicológica dos agrotóxicos. Em conjunto com o MAPA, são responsáveis pelo monitoramento dos resíduos de agrotóxicos em produtos de origem vegetal. O LMR é, portanto, estabelecido pela ANVISA, bem como o intervalo de segurança¹⁰⁷ dos ingredientes ativos para cada tipo de cultura (ANVISA, 2010a).

Em 2001 a ANVISA criou o Programa de Análise de resíduos em Alimentos -PARA -, com o objetivo de verificar se os alimentos pesquisados contêm resíduos dentro dos padrões LMR estabelecidos para cada agrotóxico, se os resíduos são de agrotóxicos registrados no país e se são utilizados nas culturas para as quais são permitidos e estimar a exposição e os riscos da população que consome esses alimentos (ANVISA, 2008).

Os relatórios anuais do PARA têm mostrado níveis de resíduos acima das doses recomendadas. As principais irregularidades relacionam-se ao uso de agrotóxicos irregulares, ou não aprovados para uso no Brasil, ou não aprovados para uso no produto pesquisado (ANVISA, 2008, 2010a, 2011, 2013, 2014). Porém, o método utilizado pela ANVISA, a análise multirresíduos, que consiste em analisar vários tipos de resíduos numa mesma amostra, não contempla algumas substâncias, entre elas o herbicida mais utilizado na agricultura brasileira, o glifosato. A justificativa é que suas características físico-químicas demandam uma metodologia mais específica e cara (MADEIRO, 2015).

Em 2003, a ANVISA publicou a consulta pública nº 84/2003, que propunha uma nova monografia para o glifosato. Uma das propostas era aumentar o LMR da soja de 0,2 mg/kg para 10 mg/kg (ANVISA, 2003). A análise feita por técnicos do Ministério Público Federal – MPF, afirma que o aumento do LMR para soja buscou atender solicitação da Monsanto, pois seus testes de campo com a Roundup Ready resultaram

¹⁰⁷ Corresponde o período compreendido entre a data da aplicação até a comercialização.

em persistência de resíduos muito acima dos até então limites estabelecidos para o glifosato em soja (0,2 mg/kg). Ou seja, da mesma forma que nos Estados Unidos as alterações dos limites, embora tenham a justificativa jurídica da cientificidade, acabam indo ao encontro com as demandas da Monsanto.

Quadro 10 - Evolução do LMR no Brasil

Produto	Tolerância							
	1990	1991	1998	1998	2002	2004	2005	2013
Algodão	0,1		3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Soja	0,1	0,2	2,0(1)	0,2	0,2			
Soja GM				2,0(1)	2,0	10(2)	10(3)	10
Milho		0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	1,0

1) - intervalo de segurança de 45 dias, que corresponde a data da aplicação até a comercialização; (2) - intervalo de segurança de 56 dias; (3) - intervalo de segurança de 7 dias.

Fonte: Elaborado pela autora a partir de dados da ANVISA, 1998, 2004, 2005; DIDES/ANS, 2002; Secretaria de Defesa Agropecuária, 2013; e Secretaria Nacional de Vigilância Sanitária, 1991.

Com base em todos os índices (IDA, LMR e efeitos adversos), a classificação dos agrotóxicos no Brasil segue conforme o quadro 11.

Quadro 11 - Classificação toxicológica dos agrotóxicos no Brasil

Classe toxicológica	Descrição	Cor indicativa da embalagem
I	Extremamente tóxico	Faixa vermelha
II	Altamente tóxico	Faixa amarela
III	Moderadamente tóxicos	Faixa azul
IV	Pouco tóxicos	Faixa verde

Fonte: Londres (2011).

A classificação toxicológica brasileira foi reformulada em 1992, com a justificativa de adequação aos estabelecidos pela OMS (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 1992), aqueles discutidos anteriormente e questionados pelas organizações contrárias aos OGMs. Até então, no Brasil, o glifosato pertencia à classe II e, nessa reclassificação, passou a pertencer à classe IV, o que pode ter dado a falsa impressão que o produto se tornou menos tóxico, já que houve uma mudança classificatória

(FARIA; FASSA; FACCHINI, 2007)¹⁰⁸. Segundo os autores, não houve nenhuma alteração na substância ou no seu uso; ela foi apenas de cunho técnico, utilizando novos parâmetros. Contudo eles não deixam claro quais são esses novos parâmetros. A agência reguladora brasileira, porém, não prevê avaliações periódicas dos agrotóxicos, como acontece nos EUA e União Europeia. A Lei dos Agrotóxicos prevê apenas que "Quando organizações internacionais responsáveis pela saúde, alimentação ou meio ambiente [...] alertarem para riscos ou desaconselharem o uso de agrotóxicos, seus componentes e afins, caberá à autoridade competente tomar imediatas providências, sob pena de responsabilidade" (BRASIL, 1989, p. 1). Apesar de ter havido esse alerta com relação ao glifosato, até hoje a ANVISA ainda não iniciou o processo de reavaliação do herbicida, mesmo estando previsto desde 2008 (ANVISA, 2009). Além das justificativas usuais de falta de pessoal, as empresas fabricantes também entraram com processos judiciais com objetivo de impedir a avaliação. No último comunicado feito em agosto de 2015, a Anvisa anunciou que o processo de reavaliação toxicológica será reiniciado, com projeção de conclusão para início de 2016¹⁰⁹. Por seu turno, o Ministério Público Federal (MPF) solicitou o banimento do glifosato até que seja realizada a avaliação (MPF, 2014). No entanto, nenhuma dessas medidas foi tomada.

É importante frisar que no Brasil há grande dificuldade em encontrar dados históricos sobre o uso de agrotóxicos. A página da Anvisa disponibiliza apenas os dados atuais para consulta e as monografias dos agrotóxicos não possuem data. Assim, não é possível determinar claramente quando as alterações foram feitas. O meio mais fácil de encontrar os dados é através do Diário Oficial da União, que também apresenta problemas no sistema de busca, e só é possível acesso após 1990. Para ter acesso às informações é necessário ter a informação exata da data do documento que se está buscando. Tais informações podem ser obtidas de outras fontes, como teses/dissertações, artigos, e publicações em páginas da internet de ONGs que discutem o assunto. No entanto, ainda assim, os links mencionados no passado não são mais acessíveis

¹⁰⁸ Os critérios de classificação de toxicologia da ANVISA podem ser encontrados em: <<http://s.anvisa.gov.br/wps/s/r/vz>>. Acesso em 23 ago. 2015.

¹⁰⁹ "Anvisa irá reavaliar glifosato e outros quatro agrotóxicos utilizados no país". Portal ANVISA, em 20/08/2015. Disponível em <<http://portal.anvisa.gov.br/wps/content/anvisa+portal/anvisa/sala+de+imprensa/menu+-+noticias+anos/2015/anvisa+ira+reavaliar+glifosato+e+outros+quatro+agrototoxicos+utilizados+no+pais>>. Acesso em 23 ago. 2015.

para consulta, tornando o intento ainda mais difícil, se não impossível. Em relação às outras agências reguladoras de outros países é a que apresenta menos transparência dos processos de classificação dos agrotóxicos.

Fazendo uma análise comparativa entre os LMRs expostos até aqui podemos perceber uma grande diferença entre os parâmetros e categorias utilizados, tanto nos países mencionados, quanto nos padrões internacionais. Podemos constatar que nos EUA há muito mais categorizações que no Brasil e na União Europeia, conforme quadro 12.

Quadro 12 - Quadro comparativo MRLs do glifosato

Cultivo	LMR (mg/kg de peso corporal)			
	Brasil	Codex	EUA	União Europeia
Soja (grão)	10	20	20	20
Milho (grão)	1	5	5	3
Algodão (semente)	3	40	(1)	10
Canola	(2)	30	20	10

(1) Nos EUA existe somente a categoria “subprodutos” do algodão, cujo LMR é 210 mg/kg

(2) No Brasil não há referência de LMR para canola.

Fonte: Elaborado pela autora, com base nos quadros anteriores.

O que podem significar essas diferenças? É possível afirmar que, em relação à soja por exemplo, o consumo dos subprodutos da mesma são mais seguros no Brasil do que nas outras regiões? É possível afirmar que o Brasil tem legislação mais rígida, portanto mais segura, em relação aos resíduos de agrotóxicos?

O processo regulatório nas três regiões analisadas tenta combinar parâmetros relacionados à eficiência econômica com parâmetros toxicológicos levando-se em conta os aspectos técnicos da relação entre esses parâmetros. Ou seja, desconsideram o fato que uma mesma substância pode ter significados diferentes para pessoas diferentes, e variam conforme idade, sexo, educação, etc. (GUIVANT, 2000). Além disso, conforme afirma Guivant (2002), não levam em conta as divergências científicas em relação à interpretação das evidências e a incerteza dos resultados.

Diversas organizações se posicionaram contra ao aumento dos níveis de IDA e LMR. A ONG *Friends of the Earth* – FOE (Amigos da Terra) alerta que o IDA aprovado pela FAO era muito alto. Fixado em 1,0 mg/kg de peso corporal por dia, significaria que, para uma criança de 20 kg, essa ingestão de resíduos considerada “aceitável” seria de 20 mg/kg/dia. A organização afirma que os aumentos de tolerância propostos

tanto na Europa quanto nas organizações internacionais estão ligados ao comércio de cultivos GM, fazendo eco às necessidades da agricultura industrial, permitindo que os agricultores utilizem grandes quantidades do herbicida. Uma pesquisa conduzida pela própria ONG na Europa encontrou resíduos de glifosato na urina da população pesquisada. Afirmar ainda que somente cinco países da União Europeia fazem testes sobre resíduos de glifosato nos alimentos. Dada a importância comercial do herbicida, o mais vendido do mundo, se conduziriam poucas análises sobre seus resíduos em alimentos. Dessa forma, a organização exige que se incluam todos os usos¹¹⁰ do herbicida a partir de uma reavaliação do glifosato (FOE, 2013).

A Direção de Segurança de Pesticidas (*Pesticides Safety Directorate* – PSD)¹¹¹ do Reino Unido também conduziu estudos sobre resíduos de glifosato e os resultados mostram que a contaminação é frequente, principalmente no pão. Isso acontece, pois o glifosato é usado como dessecante para a colheita do trigo. O fato é que não há LMR para resíduos de glifosato nos subprodutos do trigo processado no país (PRC, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010) nem existem estudos disponíveis sobre o efeito do processamento sobre os resíduos de glifosato e do seu metabólito AMPA (EFSA, 2012).

Ou seja, mesmo havendo rígidos parâmetros de quantidades máximas de resíduos, não há controles suficientes para a proteção dos consumidores e trabalhadores agrícolas, em nenhuma das regiões. Não é possível remover por lavagem, e eles não são decompostos durante o cozimento. Resíduos de glifosato podem permanecer estáveis no alimento durante mais de um ano, mesmo após congelamento, desidratação ou transformação (EFSA, 2009). Porém, segundo a EFSA, os valores encontrados estavam abaixo dos índices IDA, não sendo, portanto, considerados como fatores de riscos à saúde humana.

As alterações dos LMRs fazem parte da controvérsia em torno da utilização do glifosato em cultivos geneticamente modificados. No Brasil, em 2003 a Anvisa publicou a consulta pública 84/2003 (ANVISA,

¹¹⁰ Entre os principais usos aprovados estão: dessecação, pré-emergência da planta, pós-colheita para limpeza dos campos, renovação de pastagens, além de usos não agrícolas como residenciais, ambientes aquáticos, florestas, rodovias, etc.

¹¹¹ O PSD era uma agência executiva do Departamento de Meio Ambiente, Alimentos e Assuntos Rurais (*Department for Environment, Food and Rural Affairs*). A partir de 2008 passou a fazer parte do órgão regulatório do Reino Unido sobre Saúde e Segurança (*Health and Safety Executive* – HSE).

2003)¹¹² para alteração dos limites de resíduos de glifosato para a soja transgênica, como já referenciado, aumentando o LMR da soja convencional de 0,2 mg/kg para 10 mg/kg. É importante notar que a soja comum até 2002 tinha o limite estabelecido em 0,2 mg/kg. Quando da introdução da soja GM houve o estabelecimento de LMR de 2,0 mg/kg, diferente da soja comum. E a partir de 2002 os LMRs foram fixados em 10 mg/kg. Os grupos contrários evidenciavam sobre o percentual de aumento dos limites, em torno de 50 vezes. Devido ao curto prazo dado para manifestações, o IDEC – Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor solicitou à ANVISA aumento do prazo para as manifestações públicas e um relatório sobre os fundamentos técnicos que justificaram a proposta de alteração. Apesar do órgão ter feito uma contestação técnica sobre o aumento do LMR que foi negada pela Anvisa, o Idec entrou com um mandado de segurança para que pudesse ter acesso a todos os documentos que teriam servido de base à Anvisa para sua decisão. O processo seguiu por vários meandros (recursos negados, liminares, multas impostas) e culminou com a entrada da Monsanto no processo, solicitando que o Idec não tivesse acesso aos documentos, pois se tratava de perigo de um produto de sua propriedade (IDEC, 2004). A ONG Amigos da Terra (FOE, 2013), afirmou que as alterações realizadas nos MRLs das mercadorias agrícolas foram motivadas para se ajustarem aos novos cultivos geneticamente modificados. Outro grupo, de base governamental, o Núcleo de Estudos Agrários e Desenvolvimento Rural - NEAD, vinculado ao Ministério de Desenvolvimento Agrário, ligado aos movimentos agroecológicos, afirma que em nenhum dos pareceres e regulamentações de aprovação da elevação dos índices houve inserção de novos estudos comprovando a ausência de risco. Além disso, a tolerância ao herbicida tornou a aplicação mais facilitada e, portanto, os agricultores podem não obedecer às determinações do intervalo de segurança e aplicarem o glifosato em períodos muito próximos da colheita, aumentando, assim, os riscos em relação aos resíduos nos alimentos

112 Além do documento da Consulta Pública da Anvisa, as informações sobre a consulta pública foram retiradas também do site da ONG Biodiversidad en America Latina y el Caribe, que na ocasião pedia para que as entidades da Campanha “Por um Brasil livre de transgênicos” publicassem mensagens na consulta solicitando ampliação de prazo da consulta, que era apenas de 10 dias. Disponível em http://www.biodiversidadla.org/Principal/Secciones/Noticias/Brasil_!Manifestem-se_sobre_a_Consulta_Publica_do_glifosato. Acesso em 20 mar 2016.

(NEAD, 2014). Ou seja, o fator manejo também deveria ser abordado nas análises de risco, fato que não acontece.

Os limites foram ampliados pela Portaria nº 33 de 16/02/2004 (ANVISA, 2004). Na época, o então Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Agrícola (SINDAG) justificou que os índices da União Europeia e Estados Unidos são de 20 mg/kg, sendo portanto menos restritivas que a legislação brasileira. Além disso, ressaltou que os índices se basearam em estudos científicos e estudos de avaliação de risco de acordo com a normativa da Anvisa (SINDAG, 2006)¹¹³.

Outros argumentos mobilizados pelos críticos ao uso do glifosato estão relacionados aos estudos toxicológicos e os parâmetros de segurança. Essas críticas são fundamentadas principalmente entre as organizações que trabalham com saúde coletiva e entidades ligadas a estudos de câncer, entre elas a ABRASCO – Associação Brasileira de Saúde Coletiva¹¹⁴, a Fiocruz – Fundação Oswaldo Cruz, cujas atividades estão ligadas aos campos da saúde, da educação e do desenvolvimento científico e tecnológico, o INCA – Instituto Nacional de Câncer, o IARC - Agência Internacional para Pesquisa do Câncer (IARC – International Agency for Research on Cancer), além de pesquisadores de Universidades.

As críticas apontadas pelas referidas entidades podem ser divididas em quatro argumentos. O primeiro deles, discutido por pesquisadores do Serviço de Vigilância Epidemiológica de Bento Gonçalves e do Departamento de Medicina Social da Universidade Federal de Pelotas – UFPEL, no Rio Grande Sul, afirma que o critério da DL50 é estabelecido a partir de estudos de toxicidade aguda, desconsiderando os problemas crônicos – tais como câncer, problemas respiratórios, entre outros, que podem ser causados pelo uso prolongado e constante dessas substâncias (FARIA; FASSA; FACCHINI, 2007).

¹¹³ O Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Agrícola foi fundado em 1941, e era conhecida pela sigla SINDAG. No final de 2013 mudou a razão social para Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Vegetal (Sindiveg). Hoje a sigla SINDAG é utilizada somente pelo Sindicato Nacional das Empresas de Aviação Agrícola. Disponível em <http://www.agrolink.com.br/noticias/sindicato-nacional-da-industria-de-produtos-para-defesa-vegetal-entra-2014-com-nova-sigla_189174.html>. Acesso em 20 mar 2016.

¹¹⁴ A ABRASCO lançou um dossiê, em parceria com a Fiocruz, sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde que é utilizado como referência pelos grupos contrários ao uso dos agrotóxicos (CARNEIRO et al., 2015).

A segunda crítica diz respeito a não consideração dos riscos associados à exposição a coquetéis de agrotóxicos e seus efeitos combinados, discutidos por pesquisadores da Universidade Federal do Paraná – UFPR, numa análise comparativa sobre a regulação de pesticidas no EUA, Brasil e União Europeia (PELAEZ; DA SILVA; ARAUJO, 2013).

A terceira é sobre a relação do LMR com a IDA, apresentada em um parecer técnico do NEAD do MDA, assinado também por diversas ONGs. Segundo essas entidades, essa relação é baseada em princípios clássicos de toxicologia, a partir de uma relação dose-resposta, ou seja, quanto maior a dose, maiores os efeitos negativos observados. Porém, de acordo com o NEAD (2014), há estudos que apontam que as perturbações endocrinológicas são desencadeadas por pequenas quantidades de substâncias químicas estranhas ao organismo, ou seja, uma dose mais baixa pode ser mais prejudicial e causar efeitos mais danosos do que uma dose mais alta (NEAD, 2014).

A quarta crítica relaciona-se aos adjuvantes utilizados juntamente aos princípios ativos dos agrotóxicos. Pesquisadores da indústria de agrotóxicos afirmam que um adjuvante é uma substância adicionada a uma formulação de agrotóxico que pode aumentar o seu desempenho biológico, bem como aumentar as características físicas de suas formulações pré-diluídas. Um dos efeitos de um adjuvante, por exemplo, é aumentar a velocidade de absorção do agrotóxico na planta (LEAPER; HOLLOWAY, 2000). O NEAD, porém, contra-argumenta que, apesar de serem denominadas de “substâncias inertes”, esses adjuvantes podem interagir biologicamente com o princípio ativo produzindo efeitos não previstos a partir de uma nova configuração físico-química e, portanto, novos riscos (NEAD, 2014). Um estudo do CRIIGEN, grupo de pesquisa de Gilles-Éric Séralini – conhecido cientista militante contra os OGMs, conclui que as formulações de glifosato contendo adjuvantes são mais tóxicas que o princípio ativo utilizado sozinho (MESNAGE; BERNAY; SÉRALINI, 2013).

No entanto, essas críticas são direcionadas à metodologia de análise, mas ainda consideram importante a indicação desses indicadores e a criação de novos parâmetros de controle. Ou seja, ainda defendem que aspectos técnicos podem determinar os níveis de segurança dos agrotóxicos para saúde humana.

Para Beck (2010 [1992]) a definição de limites de tolerância é resultante do fato de que os cientistas não sabem exatamente sobre os reais riscos de contaminação. A ideia de tolerância evidencia a imprecisão na avaliação dos reais riscos causados pelas substâncias analisada. Tal

estratégia define apenas que com base em estudos analíticos, sabe-se que diante de determinada concentração, os elementos estudados podem causar poucos danos. Podemos exemplificar isso a partir dos dados de determinação da IDA no *Codex Alimentarius* e nas três regiões aqui analisadas: Estados Unidos, União Europeia e Brasil (quadro 13). Para determinação da IDA é utilizado o parâmetro NOAEL (*No-Observed-Adverse-Effect Levels*. Nível de Efeito Adverso Não Observado, em português). Ou seja, o maior nível da dose do experimento em que não ocorreu nenhum efeito adverso. Além disso, são considerados os fatores de incerteza¹¹⁵ na fórmula para cálculo da IDA, geralmente estipulado em 100 vezes. O que significa que o NOAEL é dividido por 100 para determinação da IDA ($IDA = NOAEL/100$) (WHO, 2009).

Quadro 13 - Diferenças entre os parâmetros de Ingestão Diária Aceitável – IDA no mundo

Região	NOAEL (mg/kg de peso corporal/dia)	Espécie do estudo e efeitos	IDA (mg/kg de peso corporal/dia)
Brasil	4,2	Dados não são publicados	0,042
<i>Codex Alimentarius</i>	100	Estudo de 2 anos em ratos. Efeitos: alteração nas glândulas salivares	1
Estados Unidos	175	Estudo em coelhos. Efeitos: diarreia, secreção nasal e morte de fêmeas prenhas.	1,75
União Europeia	31	Estudo de 2 anos em ratos. Efeitos: alterações no fígado, nas glândulas salivares, no estômago e nos olhos.	0,3

Fonte: Elaborado pela autora a partir de informações de ANVISA, 2010b; CODEX, 2015; HENDERSON et al., 2010; e COMISSÃO EUROPEIA..., 2002.

¹¹⁵ Entre os fatores de incerteza são consideradas as interações inter e intraespécie, a confiabilidade dos estudos ou da base de dados, a natureza ou severidade dos efeitos adversos (WHO, 2009).

Tecnicamente o princípio ativo analisado é o mesmo, sob as mesmas bases das Boas Práticas de Laboratório, porém apesar de usarem estudos com o mesmo tempo e mesmas espécies de animais como cobaias nos testes de laboratório, como no caso do *Codex* e da União Europeia, nos resultados foram observados efeitos adversos diferentes. Essas diferenças também refletem na atribuição do que é seguro ou não para o consumo da população e evidenciam a imprecisão da definição do que pode ser considerado seguro e qual é o limite de segurança. Além disso, mesmo que alguns limites de resíduos impostos no país sejam muito abaixo das outras agências reguladoras, como vimos anteriormente, ainda assim o glifosato não é uma substância na lista de agrotóxicos controlados pelos programas de análise de resíduos no Brasil, e apenas em poucos países da União Europeia. Isso evidencia que as agências reguladoras não consideram importante fiscalizar os resíduos do glifosato, pois em suas avaliações é um herbicida que não impõe riscos aos seres humanos e ao meio ambiente.

Estes questionamentos permitem as discussões sobre a quem cabe a tomada de decisão em relação aos riscos. Alan Irwin (1989), sociólogo e com trabalhos no tema governança de risco, afirma que há uma tendência dos órgãos oficiais em tratar a questão dos riscos como se eles fossem de caráter essencialmente técnico. Assume-se, assim, que os "fatos" de qualquer análise de risco podem falar por si só. As decisões são tomadas com base em pessoas (cientistas e técnicos) com algum conhecimento específico e estas são consideradas centrais para avaliar questões de segurança e toxicidade. Argumenta-se que a regulação baseada na assessoria de especialistas poderia olhar os fatos de maneira objetiva e imparcial e não haveria o risco de serem enganados ou facilmente persuadidos pela emoção ou pela "propaganda" dos grupos opostos. Irwin (1989) destaca que a análise técnica é colocada no centro do processo de avaliação de risco, enquanto outros fatores tais como necessidades sociais, ou o ponto de vista das potenciais vítimas são geralmente tratados de uma forma mais informal e implícita. Aparentemente a decisão técnica sobre a prova do risco parece muito mais um questão de julgamento institucional para o que constitui uma "prova suficiente" do que os "fatos" falando por si e um comitê de especialistas assume a posição de decidir o que é um risco aceitável para outros sofrerem (IRWIN, 1989).

Outra crítica importante vem de Beck, em seu livro "Sociedade de Risco" (2010 [1992]). O autor alerta para o perigo das discussões em torno das questões ambientais serem pautadas por categorias químico-biológico-técnicas e considerarem os seres humanos como meros

“dispositivos orgânicos”. Essa visão desconsidera os significados sociais e culturais que cada pessoa imputa ao risco. Dessa forma, os limites de tolerância, para ele, são uma “falácia categorial” [...] pois “eles simultaneamente admitem as emissões tóxicas e legitimam-na dentro dos limites que estipulam” (p. 78). Significa dizer que a população está sendo envenenada, mas só um ‘pouquinho’, “viabilizam um racionamento de longo prazo do envenenamento coletivo normalizado” (p. 79). Para Beck, o ato de se estipular “teores máximos” revela uma ambivalência no sentido de que, ao mesmo tempo em que admitem a contaminação, ela é também negada, já que, estando dentro dos limites, não pode ser considerado contaminação. Além disso, todas as outras substâncias ainda não categorizadas, não estudadas, não abordadas, ou que precisam de mais pesquisas, são as que mais nos ameaçam, pois “o que (ainda) não está registrado ou (ainda) não é registrável não é venenoso” (p. 80).

Muitas questões são colocadas por Beck (2010 [1992]) em relação aos limites de tolerância, entre elas, se é possível extrapolar os resultados de um experimento que foi feito em animais para os humanos. Os próprios estudos da indústria enviados para registro dos agrotóxicos mostram que os animais reagem de formas diferentes, mesmo sendo da mesma espécie e sendo alimentados da mesma forma. Como imaginar que os seres humanos, toda a diversidade deles (atividades, alimentação, cultura, idade, origem étnica, etc.), irão reagir a padrões estabelecidos por uma média? Beck afirma que o efeito nos seres humanos só serão sabidos quando a substância entrar em circulação. Somos parte do experimento, sem sermos avaliados ou estudados.

Trata-se assim de um grande experimento permanente, com a participação compulsória da humanidade tomada involuntariamente como cobaia, sobre os efeitos de intoxicação que se acumulam em meio a ela, com o ônus da prova invertido e bastante dificultado, de modo que os argumentos nem precisam ser levados em conta *já que existem limites de tolerância que são respeitados!* (BECK, 2010 [1992], p. 84. Grifos do autor).

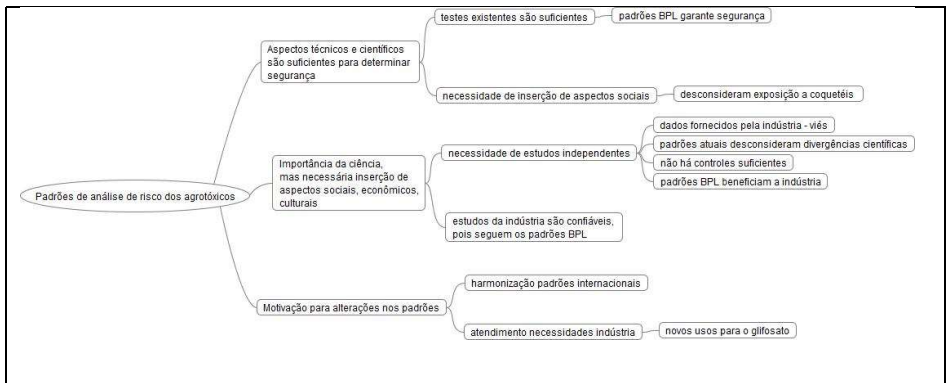
Guivant (2000) argumenta que o debate em torno dos riscos dos agrotóxicos “extravasa os limites da ciência, passando a entrar no terreno das opções políticas e éticas” (p. 17). A autora ainda argumenta que as análises sociais de risco ainda são limitadas no que diz respeito à maneira que podemos lidar com os riscos de graves consequências e, principalmente porque não nos respondem a quem cabe a tomada de

decisão sobre os riscos e conchama a necessidade da participação pública no processo decisório (GUIVANT, 2005a).

Avaliar os parâmetros tóxicos de produtos químicos industriais em relação à exposição humana apresenta desafios especiais: eles são difíceis de definir, eles contam com a extrapolação de animais ao invés da mensuração em humanos e é difícil de quantificar a exposição a baixas doses durante um longo período de tempo. De outra forma, como explicar os diferentes padrões de segurança para o glifosato estabelecidos pelas agências reguladoras do Brasil, Estados Unidos e União Europeia? Essas inconsistências só são possíveis pois aquela objetividade advogada pelas instituições reguladoras e pelos Estados, de fato não existe. Outras variáveis participam dessas decisões, mas não são evidenciadas.

Por fim, elaboramos um mapa cognitivo (Figura 11) para complementar a descrição dessa controvérsia e obtermos uma outra forma de visualização das diferentes posições e argumentos mobilizados pelos atores.

Figura 11 - Mapa cognitivo da controvérsia em torno dos padrões de análise de risco



Fonte: elaborado pela autora.

4.3 CONTROVÉRSIA 2: A RESISTÊNCIA DE ERVAS DANINHAS

O tema da resistência de “ervas daninhas” tem sido recorrente na controvérsia em torno do glifosato. Utilizando a ferramenta cientométrica

Scopus¹¹⁶ fizemos um levantamento de artigos científicos relacionando o glifosato aos problemas de resistência de “ervas daninhas”. Optamos por utilizar os termos em inglês para poder abranger um número maior de artigos e de diferentes procedências, uma vez que todos os artigos possuem um resumo em inglês, sendo possível então captar artigos em diversos idiomas. Utilizamos as palavras-chave “glyphosate”, “resist*” (o asterisco permite que apareçam todas as variações da palavra, tal como “resistance” ou “resistant”) e “weed”. Esses termos precisavam necessariamente estar no título, ou no resumo ou nas palavras-chave. O resultado pode ser observado no gráfico 4 abaixo.

Gráfico 4 - Artigos científicos de 1964 a 2014 que contenham no título, resumo ou palavra-chave os termos “glyphosate”, “weed” e “resist*”

Documents by year



Fonte: Elaborado pela autora através da Base de dados Scopus. Pesquisa realizada em 15/01/2015.

A partir do gráfico 4 é possível identificar que houve um aumento considerável de artigos dentro da temática e que eles aparecem a partir de 1996 e aumentaram a partir dos anos 2000, sendo o topo em 2011, ano em que a *Weed Science Society of America* (WSSA) define resistência de “plantas daninhas” a herbicidas como a habilidade de uma planta sobreviver e se reproduzir após exposição a uma dose de herbicida normalmente letal para o biótipo selvagem da planta (WSSA, 2011a). Do

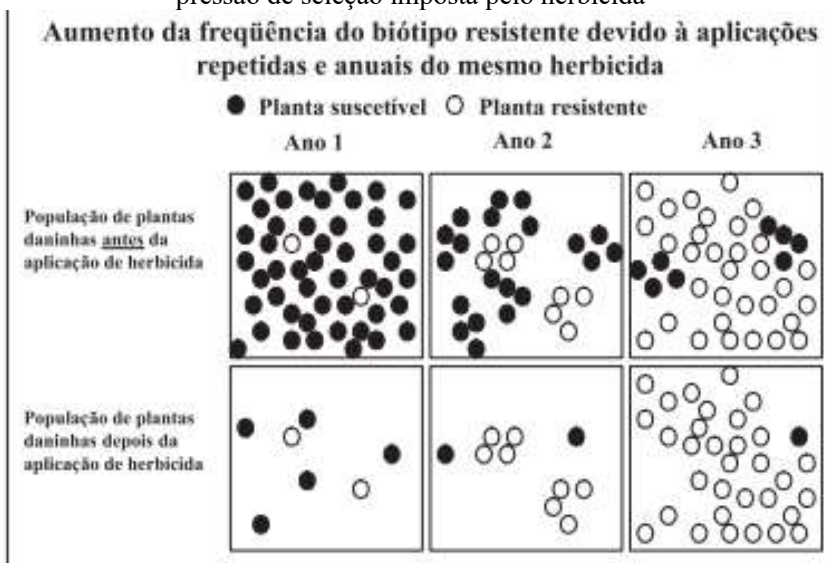
¹¹⁶ O Scopus é a maior base de dados de resumos e citações de literatura científica revisada por pares e de fontes web de qualidade, que integra ferramentas inteligentes para acompanhar, analisar e visualizar os resultados da pesquisa.

ponto de vista técnico dominante, o combate a elas sempre foi uma preocupação para a agricultura. Conforme explica Galli (2009), gerente técnico de agrotóxicos da Monsanto, elas surgem a partir de um processo evolutivo, acumulando características biológicas “de grande agressividade” e com “eficientes mecanismos de sobrevivência e disseminação” comparativamente superiores às culturas agrícolas, que “foram selecionadas pelo homem para expressar maior qualidade e produtividade” e com menor capacidade de competição. Dessa forma, segundo ele, a convivência entre os cultivos comerciais e as “ervas daninhas” “leva a perdas significativas de produtividade” nas culturas comerciais, o que justificaria o seu controle (GALLI, 2009).

Christoffoletti et al. (2008)¹¹⁷ explicam como ocorre a infestação de uma população de plantas resistente na Figura 12. Os autores afirmam que quando se aplica de forma repetitiva um herbicida com o mesmo mecanismo de ação ocorre uma pressão de seleção: “as plantas suscetíveis são mortas e as plantas resistentes sobrevivem e se reproduzem sem competição das plantas suscetíveis” (CHRISTOFFOLETI et al., 2008, p. 15).

¹¹⁷ Pedro Jacob Christoffoleti é Professor Associado – livre docente da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ/USP), um dos mais importantes pesquisadores brasileiros sobre “ervas daninhas”. Tem uma longa carreira de pesquisas ligadas ao glifosato e grande parte dela financiada pelo setor público, como a FAPESP. De 1991 a 2008 coordenou uma pesquisa sobre Biologia e manejo de plantas daninhas resistentes aos herbicidas inibidores da EPSPs (como o glifosato), financiada pela FAPESP em parceria com a Monsanto. No projeto estavam outros integrantes deste artigo, como Marcelo Nicolai, Murilo Sala Moreira e Ramiro Fernando López-Ovejero. Ramiro Fernando López Ovejero, à época do artigo era Técnico em desenvolvimento de produto da BASF e atualmente ocupa o cargo de Especialista em Manejo de Plantas Daninhas na Monsanto. Marcelo Nicolai, à época do artigo doutorando da ESALQ/USP e orientando de Pedro Jacob Christoffoleti, foi Engenheiro Agrônomo da Syngenta. Leandro Vargas, Pesquisador da Embrapa e Professor da UFPEL. Saul Jorge Pinto de Carvalho, foi estagiário na BASF e à época do artigo era pesquisador da ESALQ/USP. Hoje é professor do Instituto Federal do Sul de Minas Gerais. Ana Catarina Cataneo, era pesquisadora da UNESP/Botucatu quando participou do artigo. Atualmente é Professor Adjunto do Departamento de Química e Bioquímica, do Instituto de Biociências (IB) da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. José Claudionir Carvalho, já trabalhou como pesquisador da Monsanto e atualmente atua na Syngenta. Murilo Sala Moreira, pesquisador da Syngenta. Todos são da área de Agronomia.

Figura 12 - Representação esquemática da mudança genética na população suscetível para uma população resistente, provocada pela pressão de seleção imposta pelo herbicida



Fonte: CHRISTOFFOLETI et al., 2008.

O gráfico 5, formulado pelo *The International Survey of Herbicide Resistant Weeds*, que reúne especialistas em “ervas daninhas” em mais de oitenta países e mantém um quadro atualizado sobre a emergência e proliferação daquelas resistentes a herbicidas, demonstra o rápido crescimento de “ervas daninhas resistentes” ao glifosato no mundo.

Gráfico 5 - Aumento da resistência de “ervas daninhas” ao glifosato no mundo



Fonte: Heap (2015).

O primeiro relato de resistência ao glifosato em cultivos GM foi em Delaware, EUA, por Mark J. VanGessel, pesquisador do Departamento de Ciência de Plantas e Solos da Universidade de Delaware (VANGESSEL, 2001). Segundo o autor, após a utilização contínua do glifosato durante três anos, o herbicida não obteve sucesso no controle da buva (*Conyza canadensis*). A “erva daninha” podia suportar doses de herbicida de 8 a 13 vezes maior que o normal. Até o final de 2014 a buva se espalhou por outros 23 estados dos Estados Unidos, bem como para outros cultivos como milho, algodão e frutas. Outros casos também foram relatados em países como o Brasil, China, Espanha, Canadá, Itália, Portugal, entre outros (HEAP, 2015). O primeiro caso de resistência de buva em cultivos de soja geneticamente modificados no Brasil foi em 2005 (HEAP, 2015).

A buva possui várias espécies, sendo as mais conhecidas a *Conyza canadensis*, nativa da América do Norte e com forte infestação nos EUA, e a *Conyza bonariensis*, nativa da América do Sul, com forte infestação no Brasil. Essa erva daninha tem alto grau de sobrevivência e grande potencial de germinação. A planta tolera bem as condições de seca,

podendo produzir até 200 mil sementes por planta, com germinação de pelo menos 80% delas. É considerada uma planta auto-polinizadora e com elevada capacidade de se disseminar através do vento (LOUX et al., 2005)¹¹⁸.

Outra “erva daninha” que tem se espalhado rapidamente pelos EUA é o amaranto (*Palmer amaranth*). Sua resistência foi relatada pela primeira vez nos EUA, no estado da Geórgia, em 2004 por pesquisadores do Departamento de Ciência do Solo e Cultivos da Universidade da Geórgia e da Universidade Estadual da Carolina do Norte (CULPEPPER et al., 2006). O glifosato aplicado a uma taxa três vezes maior que o normal só conseguiu controlar 17% da “erva daninha” em campo. 86% das plantas só foi controlada com uma taxa de aplicação de glifosato 12 vezes maior que o volume normalmente aplicado. Segundo os autores, o amaranto é uma das mais problemáticas “ervas daninhas” para agricultura dos EUA, pois é extremamente competitiva e sua estrutura de raiz permite que ela penetre mais profundamente no solo em busca de nutrientes e água. De 2005 a 2006 esta “erva daninha” se espalhou por mais 25 estados dos EUA. Sua forma de dispersão se dá principalmente pela água de irrigação, animais ou pássaros (COSTEA; WEAVER; TARDIF, 2005; MENGES, 1987)¹¹⁹.

Conforme relata o jornalista José Rocher, especialista em agronegócio do Jornal Gazeta do Povo, os pesquisadores da 1ª Conferência Pan-Americana sobre Resistência de Ervas Daninhas declararam que no Brasil as mais preocupantes espécies de “plantas daninhas” com casos relatados de biótipos resistentes ao glifosato, são a buva (*Conyza bonariensis*, *Conyza canadensis*), o azevém (*Lolium multiflorum*), o capim amargoso (*Digitaria insularis*) e amendoim-bravo ou leiteira (*Euphorbia heterophylla* L.) (ROCHER, 2010). Na publicação dos resultados da pesquisa Templeton, mencionada na Introdução, o aumento da resistência de “ervas daninhas” ao glifosato usado na cultura da soja GM é uma realidade preocupante nos estados do sul do país (GUIVANT, 2014a). Segundo informações obtidas em entrevistas com

¹¹⁸ Estas informações fazem parte de uma publicação patrocinada por entidades ligadas aos produtores de soja de Indiana e Illinois, em colaboração com pesquisadores de extensão da Universidades Estadual de Ohio, Universidade de Purdue e Universidade de Illinois.

¹¹⁹ Robert M. Menges é pesquisador do Departamento de Agricultura dos EUA, Costea e Tardif são pesquisadores da Universidade de Guelph, no Canadá, e Weaver é pesquisador da Estação de Pesquisa do Departamento de Agricultura e Alimentação do Canadá, em Harrow, Ontário.

técnicos da APROSOJA (Associação dos Produtores de Soja e Milho do Estado de Mato Grosso) em abril de 2015, a buva e o azevém estavam mais disseminados no sul do Brasil e ainda não haviam chegado no Mato Grosso, estado maior produtor de soja transgênica do país. Segundo a Embrapa (2014), no estado do Rio Grande do Sul nas safras 2012 e 2013, biótipos de azevém e de buva resistentes ao glifosato estavam presentes em mais de 80% das lavouras geneticamente modificadas. E mais recentemente foi relatado por agricultores do Mato Grosso a presença da buva no cultivo de milho transgênico (APROSOJA, 2015). Segundo o Instituto de Defesa Agropecuária do Estado do Mato Grosso, também foi registrado o aparecimento do amaranto (*Palmer amaranth*) no Estado (INDEA-MT, 2015).

A controvérsia se estabelece quando Laura Bradshaw, Stephen Padgett, Steven Kimball e Barbara Wells cientistas da Monsanto, publicam uma mini revisão na revista científica *Weed Technology* (BRADSHAW et al., 1997) afirmando que era praticamente impossível a resistência de ervas daninhas ao glifosato, o que poderia ser explicado pelo modo de ação, metabolismo, estrutura química, e falta de atividade residual no solo deste herbicida. Segundo eles, apesar da longa história de mais de 20 anos de extensiva utilização do herbicida não havia ainda nenhum caso de evolução de ervas daninhas resistentes ao glifosato.

Porém, na década de 80, menos de 10 anos após o início do uso do glifosato na agricultura, foi registrado em Indiana, EUA, por pesquisadores da Universidade de Purdue, o aparecimento da corriola (*Convolvulus arvensis*) em áreas que recebiam repetidas aplicações do herbicida (DEGENNARO; WELLER, 1984). Pesquisadores da Universidade da Austrália Ocidental (POWLES et al., 1998) registraram população de “ervas daninhas” resistentes ao glifosato em condições de campo, a *Rigid Ryegrass* (*Lolium rigidum*). Isto teria acontecido num pomar a partir de duas ou três aplicações anuais de glifosato durante 15 anos consecutivos, segundo os pesquisadores. Nos anos seguintes os casos de resistência se espalharam pela Austrália e outros países como Estados Unidos, África do Sul, França, Espanha, Itália e Israel (HEAP, 2015).

Assim, o problema da emergência de “ervas daninhas” resistentes ao glifosato tem levantado 3 principais debates discutidos a seguir: a) tal emergência está associada aos cultivos GM? b) os cultivos GM fizeram surgir novas formas de resistência? e, c) a quem deve-se atribuir responsabilidade da emergência?

4.3.1 A emergência de “ervas daninhas” resistentes ao glifosato está associada aos cultivos GMs?

Os cientistas da Monsanto Bradshaw et al. (1997) afirmaram que a resistência ao glifosato conferida por manipulação genética aos cultivos (no caso a soja Roundup Ready), por conta de sua complexidade, seria improvável de ser duplicada na natureza para que haja evolução de ervas daninhas resistentes ao herbicida. No Brasil, a própria CTNBio em seu parecer de aprovação da Roundup Ready afirma que “A introdução de cultivares tolerantes ao glifosato não aumentará a pressão de seleção sobre as “plantas daninhas”, em termos de concentração do glifosato (produto/área)” (CASTRO, 1998). No processo de tradução da soja Roundup Ready, tanto os pesquisadores da Monsanto quanto as agências reguladoras afirmavam que a tecnologia iria resolver o “problema” das “ervas daninhas” na agricultura de forma “sustentável”. Além disso, os cientistas da Monsanto afirmava que a adoção dos cultivos geneticamente modificados iria facilitar o controle, pois seria necessário apenas a aplicação de um único herbicida, no caso, o glifosato.

Não se poderia afirmar que “ervas daninhas” resistentes ao glifosato surgiram somente após o evento dos GRCs, pois como vimos, as primeiras resistências surgiram antes dos GRCs ou em campos de cultivo de espécies não manipuladas geneticamente. Porém, Loux et al. (2005), especialistas em “ervas daninhas” da Universidade Estadual de Ohio, Universidade de Purdue e Universidade de Illinois, afirmam que essas “ervas daninhas” não eram um problema grave para a agricultura dos EUA até a emergência dos GRCs. Segundo os autores, com a produção transgênica passou-se a utilizar mais glifosato o que gerou maior “pressão de seleção”. O site *The International Survey of Herbicide Resistant Weeds* registrou 32 novas espécies de ervas daninhas resistentes ao glifosato de 1996 até o final do ano de 2014. E o número continua crescendo, como vimos no gráfico 5 acima (HEAP, 2015).

Diversos pesquisadores das Ciências Agrônomicas (BEHRENS et al., 2007; CERDEIRA et al., 2011; CULPEPPER et al., 2010; DUKE; POWLES, 2009; LOUX et al., 2005; OSIPE; STORNILO; BARROS, 2013) admitem que a inserção dos GRCs na agricultura associada ao sistema de plantio direto foi responsável pelo aumento da pressão de seleção de “ervas daninhas”. No Brasil, a buva era controlada pelo glifosato nos cultivos de soja, mesmo em estágio de crescimento mais avançado até as safras de 2004/2005, conforme afirmam pesquisadores da Embrapa, da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Passo Fundo, RS e da Faculdade de Agronomia da

Universidade Federal de Pelotas (VARGAS et al., 2007). Porém a rápida adoção dos GRCs contribuiu para o aumento do uso do herbicida, de acordo com David Gustafson (2008), pesquisador da Monsanto.

O sistema de plantio direto parece também contribuir para o aumento do uso do glifosato. O plantio direto, considerado uma prática conservacionista por contribuir com a redução da erosão, do uso de combustíveis fósseis e da compactação do solo e por melhorar a estrutura do solo, como já vimos, foi mobilizado pelos cientistas da Monsanto como um componente associado ao glifosato para justificar a sustentabilidade dos cultivos geneticamente modificados. Além disso, a adoção desse sistema na Argentina, Brasil e Paraguai permitiu o cultivo de duas culturas por ano, sendo o segundo cultivo conhecido como “safrinha” (CERDEIRA et al., 2011)¹²⁰. Porém, nesse sistema recomenda-se utilizar um herbicida pós-emergente (como o glifosato) para matar as “ervas daninhas” presentes que irão formar uma massa vegetal de cobertura do solo, denominada de palhada, conforme explicam pesquisadores da Embrapa (KARAM et al., 2010). Assim, eliminam-se as práticas mecânicas de combate às “ervas daninhas” e se passa a utilizar somente o controle químico.

Portanto, a resposta à primeira questão pode ser parcialmente respondida com um “sim”. Os dois lados da disputa aceitam que houve aumento do uso de glifosato a partir da emergência dos GRCs. O que nos leva à segunda pergunta.

4.3.2 Os cultivos GM fizeram surgir novas formas de resistência?

A segunda questão levantada é se os GRCs fizeram surgir um novo tipo de “erva daninha”, chamada por alguns como “*superweeds*” (super “ervas daninhas”). Um dos argumentos usados contra o plantio de transgênicos é que de alguma forma eles poderiam dar origem a novas

¹²⁰ Este artigo foi produzido em conjunto por pesquisadores da Embrapa, Antonio Cerdeira e Dionisio Gazziero, do Instituto Biológico de Campinas, Marcus Matallo, e o pesquisador do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos – USDA, Stephen Duke. O artigo afirma as vantagens dos GRCs em relação aos cultivos convencionais de soja, mas alerta sobre os riscos do aumento da resistência de “ervas daninhas” ao herbicida. Para resolver o problema sugerem a) rotação de cultivos geneticamente modificados, para rotacionar tipos diferentes de herbicida; b) evitar doses de glifosato abaixo do recomendado; c) manter cobertura vegetal no solo; d) limpar as máquinas de resíduos de “ervas daninhas”; e) utilizar outro herbicida não seletivo em pré-plantio associado ao glifosato.

“plantas daninhas”, particularmente “agressivas” que de outra forma não ocorreriam. Não há consenso na definição das “*superweeds*”. Às vezes aparece como um “erva daninha” de tamanho gigante (o amaranto), às vezes como “ervas daninhas” que possuem resistência múltipla, ou então ervas daninhas que poderiam ter adquirido o gene de resistência dos cultivos geneticamente modificados através da polinização cruzada ou fluxo gênico.

O termo “super” nos remete imaginar sobre alguma propriedade acima ou além das que as “ervas daninhas” “comuns” possuem. Geralmente a associação é feita com o amaranto que pode atingir o tamanho de uma árvore de porte médio, se reproduz rapidamente e é difícil de extrair mesmo quando se utilizam equipamentos mecânicos. Além disso, essa erva daninha surgiu em cultivos GM e é hoje a que tem assustado mais os agricultores, como tem mostrado algumas notícias de jornais e até mesmo editorial da *Nature* (CAULCUTT, 2009; EDITORIAL LA TIMES, 2014; NATURE, 2014).

A resistência múltipla refere-se a ervas daninhas que resistem a mais de um mecanismo de ação. A distinção entre o modo de ação e local de ação diz respeito a "como" o herbicida funciona versus "onde" ele funciona. Por exemplo, um modo de ação funciona para destruir clorofila na presença de luz. No entanto, diferentes herbicidas podem fazer isso através do bloqueio de diferentes enzimas, ou de outros sítios, na fisiologia da planta. Cada um representa um local de ação que leva um caminho diferente para conseguir o mesmo resultado. Em outras palavras, o modo de ação normalmente descreve o processo biológico ou a enzima que o herbicida interrompe na planta, afetando seu crescimento e desenvolvimento. Em alguns casos pode ser uma descrição geral dos sintomas da lesão nas plantas. Site de ação é o lugar bioquímico específico que é afetado pelo herbicida. Seria uma descrição mais precisa da atividade do herbicida. No caso do glifosato, por exemplo, ele é um herbicida do grupo das Glicinas (G) e seu site de ação é a inibição da síntese do EPSP e ele age interferindo na biossíntese dos aminoácidos aromáticos, responsáveis pelo crescimento da planta (WSSA, 2011b).

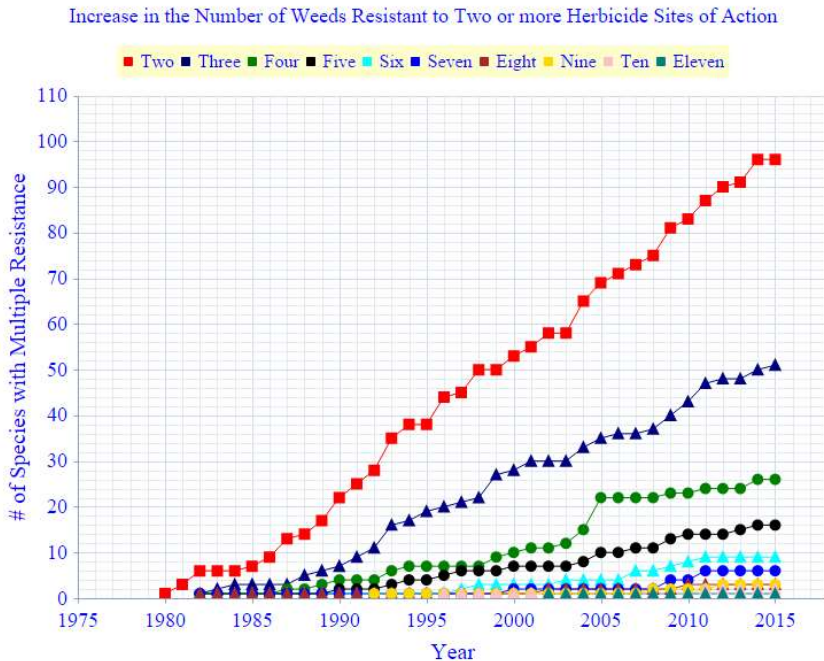
Podemos perceber que há um crescimento acelerado de ervas daninhas resistentes a mais de um mecanismo de ação (ver gráfico 6). Atualmente existem 32 espécies resistentes ao glifosato. 16 delas são documentadas como resistentes a outros modos de ação de herbicidas. Destas, 09 evoluíram em cultivos GM.

Estes dois tipos de resistência de “ervas daninhas” têm como motivos principais o cultivo de uma única variedade (monocultura), a excessiva confiança em um único herbicida e a não utilização de outras

formas de manejo (CHRISTOFFOLETI et al., 2008), o que nos remete à terceira questão sobre a evolução da resistência ao glifosato, sobre a quem cabe a responsabilidade.

Porém, antes de passarmos para o terceiro ponto, é necessário discutir ainda sobre as possibilidades de uma “erva daninha” adquirir as propriedades de resistência do gene inserido nas plantas GM, pois isto, além de pôr em cheque a tecnologia de transferência de genes, poderia amplificar o problema da resistência de “ervas daninhas” em outro patamar, talvez incontrolável.

Gráfico 6 - Crescimento do número de “ervas daninhas” resistentes a dois ou mais sítios de ação



Fonte: (HEAP, 2013).

A WSSA publicou em 2014 uma ficha técnica cujo objetivo era “dissipar equívocos comuns em relação às “*superweeds*” (WSSA, 2014), afirmando que a transferência é rara e causa impactos insignificantes. Para que haja essa transferência é necessário que os cultivos e as “ervas daninhas” sejam parentes próximos e, mesmo assim, depende da proximidade dos cultivos. O fluxo de genes entre espécies de plantas de parentesco mais distante é raro, porque eles não se cruzam tão facilmente.

Portanto, a WSSA defende que não há casos relatados de transferência de genes para “ervas daninhas” nos cultivos GM de milho, algodão e soja nos EUA e Canadá, pois estes cultivos não têm parentesco com nenhuma planta nativa desses países. No caso do cultivo da soja brasileira, especialistas (CERDEIRA et al., 2011) afirmam que é improvável que a resistência de “ervas daninhas” ao glifosato seja resultado do fluxo genético com espécies de plantas silvestres, pois a soja é um cultivo não nativo e não possui parentes silvestres na América do Sul.

Porém, a publicação da WSSA (2014) relata que tanto nos EUA quanto no Canadá os cultivos GM de canola, girassol e trigo possuem parentes compatíveis entre espécies silvestres, mas afirmam que nos casos relatados de transferência de gene para “ervas daninhas”, essas não possuem resistência maior que suas plantas-mãe. O biólogo e ambientalista Peter Raven, Presidente emérito do Jardim Botânico de Missouri, afirma que a transferência de genes de resistência aumenta a dificuldade de controle das “ervas daninhas” nas áreas cultivadas, mas afirma que os cultivos convencionais impactam muito mais a biodiversidade ou o meio ambiente em geral (RAVEN, 2010). E ainda, segundo as alegações de dois outros especialistas, Duke e Powles (2009), a transferência de genes é mais um problema econômico e político do que ambiental. É um problema econômico e político, pois se os genes resistentes dos transgênicos cruzarem com plantações comerciais orgânicas, estes produtores perderão o status de “produtores orgânicos”. Os autores citam outros artigos que relatam contaminação de áreas com cultivo convencional de milho, beterraba e canola, e em áreas com cultivo orgânico de alfafa nos EUA. Problema também relatado no estudo realizado por pesquisadores canadenses em relação à canola (KNISPEL et al., 2008). Outro artigo produzido por professores na área de Agronomia de universidades dos EUA e da Austrália além de especialistas em “ervas daninhas” do USDA (NORSWORTHY et al., 2012)¹²¹ retrata que há poucos relatos sobre cruzamento de genes em

¹²¹ A maioria dos autores tem artigos publicados em conjunto com cientistas da Monsanto. O caso que mais chama a atenção é de David R. Shaw, vice-presidente de P&D na Universidade Estadual do Mississippi. Um recente artigo do New York Times (2015) mostra que Shaw recebe apoio financeiro tanto da Monsanto quanto da Dow Agroquímica. A reportagem afirma que um dos seus projetos recebeu apoio de US\$ 880.000 da Monsanto. Shaw também é colaborador na página GMO Answers (<https://gmoanswers.com/>), criada pelas corporações BASF, Bayer, Dow AgroSciences, DuPont, Monsanto Company and Syngenta e conta com “colaboradores independentes” para responder questões sobre os

campo e apontam também que o problema maior é a evolução “espontânea” de resistência a herbicidas em populações de plantas daninhas sob pressão de seleção devido às intensas aplicações de herbicidas em sistemas de cultivo GM.

Pesquisadores do México em conjunto com pesquisadores Universidade de California Davis dos EUA encontraram os genes de resistência ao glifosato em campos de milho no sudeste do México (DYER et al., 2009), levantando a preocupação com a manutenção da biodiversidade de sementes de milho, em virtude do México ser considerado como centro de origem e diversificação da planta. Outro artigo de pesquisadores da Universidade da Califórnia, Universidade Lund e Universidade Estadual de Michigan (ELLSTRAND; PRENTICE; HANCOCK, 1999), destacam duas principais consequências negativas da transmissão de genes entre plantas comerciais e plantas silvestres: a evolução crescente de seletividade para resistência de “ervas daninhas” e aumento da probabilidade de extinção de parentes silvestres. Apesar dos temores apontados, os especialistas afirmam que são necessários mais estudos sobre o fluxo gênico.

Porém, a conclusão da maioria dos estudos relacionados à infestação de “ervas daninhas” nos cultivos comerciais é que a causa principal está na pressão de seleção provocada pelo uso abusivo de herbicidas. Tanto a WSSA quanto os estudos científicos aqui apontados, as soluções propostas para resolver o problema estão relacionadas ao manejo cultural: cultivo sem pousio, rotação de cultivos, utilização de herbicidas com diferentes mecanismos de ação e eliminação mecânica ou manual. Algumas propostas oriundas de pesquisadores ligados às universidades apontam para uma abordagem de gestão integrada de “ervas daninhas” usando controles culturais, mecânicos e químicos (CULPEPPER et al., 2010). Porém, a maioria tem mais confiança no controle químico, com o uso de pelo menos 3 herbicidas com modos de ação diferentes, como o 2,4-D, dicamba e glufosinato (KRUGER et al., 2010; LOUX et al., 2005; NEVE, 2008). Hurley et al. (2009) recomendam, além da rotação de herbicidas, a incorporação de um herbicida residual.

OGMs. Além disso, segundo a reportagem, Shaw recebe solicitações da Monsanto e Dow Agroquímica para que ele intervenha junto ao USDA para aprovação de novos cultivos GM. Disponível em <http://www.nytimes.com/interactive/2015/09/06/us/document-shaw.html?_r=0>. Acesso em 20 mar. 2016.

Pesquisadores ligados às indústrias agroquímicas também propõem soluções de manejo químico, mas acrescentam que a solução está na tecnologia, ou seja, produzir novas sementes com tolerância a outros herbicidas¹²² como o 2,4-D, glufosinato, entre outros (GUSTAFSON, 2008; SAMMONS et al., 2007). Sobre isso, Mortensen et al. (2012)¹²³ alertam que as indústrias, frente ao problema da emergência de “ervas daninhas” ao glifosato, estão buscando desenvolver outros tipos de sementes GM resistentes a outros herbicidas, mais fortes e mais perigosos. Isto, segundo Mortensen, provocaria três outros problemas: as ervas daninhas aumentarão a resistência também a estes herbicidas, aumentará o uso de herbicidas pela facilidade de manejo e soluções de curto prazo desencorajam a pesquisa pública em gestão integrada de ervas daninhas.

A própria Monsanto, mudando seu discurso, lançou em 2011 um novo programa denominado Roundup Ready Plus nos EUA (presente já também na Argentina, no Brasil e na África do Sul)¹²⁴, que inclui novas ferramentas e práticas de manejo, tais como aplicar as doses recomendadas na bula, uso de herbicida residual na pré-emergência dos cultivos e rotação de culturas. As ferramentas incluem um sistema *online* de recomendações personalizadas e acompanhamento por um técnico. A

¹²² Também denominadas de HRC – *Herbicide Resistant Crops* (Cultivos resistentes à herbicidas).

¹²³ David A. Mortensen é professor de Ecologia de Plantas e Ervas Daninhas na Universidade Estadual da Pensilvânia, EUA. Entre seus interesses de pesquisa, além das “ervas daninhas”, estão a Agricultura Sustentável, Agricultura Orgânica e Agroecologia. Disponível em <<http://plantscience.psu.edu/directory/dam37>>. Acesso em 20 mar. 2016. J. Franklin Egan é professor do Departamento de Ciência de Plantas da Universidade Estadual da Pensilvânia. Bruce Maxwell é professor de Ecologia de Plantas e Agroecologia na Universidade Estadual de Montana. Disponível em <<http://montanaioe.org/about/people/affiliated/maxwell-bruce>>. Acesso em 20 mar. 2016. Matthew Ryan é professor assistente da Universidade de Cornell, é agroecologista e suas pesquisas têm foco nos sistemas sustentáveis de cultivo. Disponível em <<https://scs.cals.cornell.edu/people/matthew-ryan>>. Acesso em 20 mar. 2016. Richard G. Smith, é professor da Universidade Estadual da Pensilvânia, agroecologista e seu interesse de pesquisa é relacionado às interações ecológicas em sistemas sustentáveis. Disponível em <<http://plantscience.psu.edu/research/labs/weed-ecology/directory/past-personnel/richard-g.-smith>>. Acesso em 20 mar. 2016.

¹²⁴ Disponível em <<http://www.roundupreadyplus.com.br/>>. Acesso em 20 set. 2015.

Monsanto lançou também um novo produto, o Sumisoya® um herbicida pré-emergente com efeito residual, cujo princípio ativo é a flumioxazina. O sistema online oferece uma ferramenta chamada “árvore de recomendações”, baseada na região e tipo de cultivo. Numa simulação num campo de soja com duas ervas daninhas (buva e azevém) recomenda-se 2,4-D (2 aplicações de 1l/ha), Paraquat (2l/ha), Metsulfurom (5g/ha), Roundup (3 aplicações, 2 de 20 DAP – Dias antes de plantar e 1 de 28 DAE – dias após a emergência), Cletodim (0,45l/ha), Dessecante (3 DAP), Flumioxazina (100g/ha).

É importante lembrar aqui que o principal marketing dos GRCs era exatamente a facilidade de controle de ervas daninhas utilizando apenas o glifosato. Ou seja, após os problemas da pressão do uso excessivo do glifosato, propõe-se um retorno às técnicas mecânica e manual, consideradas mais trabalhosas para os agricultores, e rotação de herbicidas, incluindo alguns até então considerados mais “perigosos” que o glifosato, como o 2,4-D e o Paraquat.

4.3.3 Então, afinal, a quem se atribui a responsabilidade da emergência de “ervas daninhas” resistentes ao glifosato?

Geralmente quando um problema agrônômico como a resistência aparece, especialistas são chamados a responder questões e apresentar soluções em revistas de divulgação especializadas, tais como “A Granja” (GAZZIERO, 2005; GAZZIERO et al., 2011, 2013; JARDINE, 2006; VOLL; GAZZIERO; ADEGAS, 2015) ou em publicações de cooperativas, como a Coamo (2010), sempre contando com especialistas, na sua maior parte pesquisadores de estatais responsáveis pela pesquisa e extensão no caso brasileiro ou pesquisadores de universidades, como aliados. Afinal, eles são o elo importante entre a indústria e o agricultor, e têm a confiança deste último. Nessas entrevistas os especialistas apresentam a “erva daninha” como um problema de manejo – aplicação do mesmo herbicida ou em quantidade errada ou na época errada, uso de plantio direto, áreas de pouso, etc. Conforme explicitam os pesquisadores da Embrapa (GAZZIERO et al., 2011), “os herbicidas não provocam a resistência, apenas selecionam os biótipos resistentes já presentes nas áreas agrícolas, devido ao seu uso continuado”.

A responsabilidade é imputada pelos técnicos ao produtor, sendo justificada essa culpa pela não prevenção e não controle adequado do avanço da erva daninha. Numa reportagem em revista de veiculação nacional sobre o problema da resistência de “ervas daninhas” (BLECHER, 2010), o pesquisador da Embrapa, Dionísio Gazziero,

afirma que a culpa da resistência não é a tecnologia RR, mas de o agricultor que usa de forma incorreta o glifosato ao não aplicar as doses recomendadas e no tempo certo da aplicação. Ainda em 2009, em seu blog, Blecher (2009) traz a nota da Monsanto sobre o problema da resistência, em que a empresa afirma que as causas são múltiplas, já que é um “fenômeno natural” e que a resistência pode ocorrer devido a “falhas” no momento da aplicação, na forma de aplicação, na dose utilizada, ou então devido às características biológicas das plantas daninhas, além da interferência de fatores climáticos. Além disso, pesquisadores da Monsanto (SAMMONS et al., 2007) afirmam que é preciso usar bons princípios de manejo mediante a obtenção de altos níveis de controle por meio de taxa de aplicação adequada, a escolha de práticas culturais, e as ferramentas adequadas de controle de plantas daninhas. Para isso, segundo eles, é preciso controlar e limpar as “ervas daninhas” assim que surgem, usar a dose recomendada de herbicida, associar com outros herbicidas. Ou seja, a responsabilidade do surgimento do problema e, portanto, sua resolução fica ao encargo do produtor, não havendo reconhecimento da indústria sobre seu papel importante na criação do problema. No entanto, verifica-se que de acordo com as propostas e propagandas nos produtos da empresa, fica evidente sua proposta de facilitar a vida do agricultor, não sendo portanto necessários os cuidados especiais creditados ao aparecimento das “ervas daninhas” resistentes.

Na página da Monsanto, por exemplo, onde há a descrição sobre a soja Roundup Ready¹²⁵, por duas vezes se faz referência ao que seria a principal vantagem do uso desta variedade, a diminuição do trabalho para o agricultor: “Essa tolerância [ao glifosato] faz com que o agricultor possa aplicar apenas esse herbicida sobre a soja...”, e no parágrafo seguinte: “Outros benefícios trazidos pela soja Roundup Ready® são de maior facilidade, com o uso de apenas um herbicida...”. Portanto, a estratégia de problematização inicial da empresa foi atrair os agricultores para um dos aspectos que mais dificultam o trabalho agrícola, que é o trabalhoso ato de controlar “ervas daninhas”. Como afirma Mortensen et al. (2012) os agricultores foram atraídos pela flexibilidade e simplicidade do pacote tecnológico, pois até a emergência dos cultivos resistentes ao glifosato (GRC) os agricultores precisavam utilizar várias formas de manejo – as mesmas sugeridas agora pela Monsanto como responsáveis pelo surgimentos de resistências –, além de tomarem cuidado com a

¹²⁵ Disponível em <<http://www.monsanto.com/global/br/produtos/pages/soja-rr.aspx>>. Acesso em 12 set. 2014.

formulação da aplicação do glifosato nos cultivos já que é um herbicida de amplo espectro. Paradoxalmente, o discurso atual da indústria é que foi o excesso de confiança dos agricultores na eficiência do glifosato que causou a grande proliferação de “ervas daninhas”.

Como vimos, até há pouco tempo os cientistas da Monsanto ainda afirmavam que seria praticamente impossível a resistência de ervas daninhas ao glifosato, principalmente a partir do evento dos GRCs que, por conta de sua complexidade, seria improvável de ser duplicada na natureza para que haja evolução de ervas daninhas resistentes (BRADSHAW et al., 1997). Em outro artigo, Westra et al. (2008), afirmaram que não havia diferença nas respostas de “ervas daninhas” resistentes em áreas com rotação de cultura versus áreas com cultivo contínuo de milho e reforçava a ideia de que nenhuma espécie havia evoluído resistência ao glifosato.

E esta era a posição oficial da empresa até 2008, quando o fenômeno da resistência era mais que comprovado e vários sites de notícias e ONGs destacavam o problema com o amaranto (*Palmer Amaranth*)¹²⁶. Assim, abandonando sua estratégia inicial, a empresa precisou fazer um desvio e admitir que havia um problema. No ano de 2015 a empresa criou uma página em seu site sobre a segurança do glifosato e sobre o problema das “ervas daninhas”, para “esclarecer” os usuários sobre os procedimentos corretos. Porém, deixa claro que o problema é mais uma questão de manejo do que do herbicida em si¹²⁷.

As outras indústrias seguem o mesmo argumento de que evolução de “ervas daninhas” é um fenômeno normal, mas têm reforçado o problema com o glifosato para defender a ideia de que a solução é utilizar herbicidas com modos de ação diferentes para combater o problema, fornecendo maior flexibilização no mercado de herbicidas. Isso é compreensível dentro de uma estratégia de concorrência, principalmente porque a partir do surgimento dos GRCs, a venda de outros herbicidas caiu bastante (BENBROOK, 2012). Com a ampliação da resistência ao glifosato, porém, a venda de outros herbicidas voltou a crescer,

¹²⁶ “Designing the perfect weed — Palmer amaranth”. Disponível em <<http://deltafarmpress.com/management/designing-perfect-weed-palmer-amaranth>>. “Weed Science Society of America Warns Glyphosate Resistance Increasing”. Disponível em <<http://www.prweb.com/releases/2008/05/prweb953784.htm>>. Acesso em 14 out. 2015.

¹²⁷ Disponível em <<http://www.monsanto.com/glyphosate/pages/herbicide-resistant-weeds.aspx>>. Acesso em 14 out. 2015.

principalmente a do 2,4-D, paraquat¹²⁸ e do glufosinato de amônio¹²⁹ no Brasil.

A Syngenta (concorrente da Monsanto) criou uma página denominada “paraquat.com” em 1997, como um centro de informações do herbicida Paraquat, um dos “concorrentes” diretos do glifosato no combate a ervas daninhas. Além das informações sobre os “benefícios” e “segurança” do Paraquat, a página faz diversas referências ao problema de resistência de ervas daninhas ao glifosato¹³⁰. A Dow Agrosiences também apresenta a solução do problema da resistência com a introdução do seu Enlist, um sistema de controle de “ervas daninhas” que envolve a comercialização de uma semente tolerante ao glifosato e ao 2,4-D¹³¹. A Bayer lançou seu programa de melhores práticas para gestão de ervas daninhas¹³² e suas sementes Liberty Link com tolerância ao glufosinato. A própria Monsanto, como já mencionado acima, também cria novo programa, associando novos herbicidas e novas ferramentas que, segundo a empresa, irão auxiliar o agricultor no controle de “ervas daninhas”.

É importante lembrar aqui que o principal marketing dos GRCs era exatamente a facilidade de controle de “ervas daninhas”, utilizando apenas o glifosato e sem a necessidade do manejo manual. Ou seja, após os problemas da pressão do uso excessivo do glifosato, propõe-se um retorno às técnicas mecânica e manual, consideradas mais trabalhosas para os agricultores, e rotação de herbicidas, incluindo alguns até então considerados mais “perigosos” que o glifosato, como o 2,4-D e o Paraquat.

¹²⁸ Informação no site do SINDIVEG – Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Vegetal. Disponível em <<http://www.sindiveg.org.br/noticia.php?cod=1785>>. Acesso em 14 out. 2015.

¹²⁹ Notícia veiculada no Jornal Gazeta do Povo, sob o título « Erva daninha coloca em xeque o glifosato”. Disponível em <<http://www.gazetadopovo.com.br/agronegocio/agricultura/erva-daninha-coloca-em-xeque-o-glifosato-da7ehh50huhpzz3ju0wpdc7co>>. Acesso em 14 out. 2015.

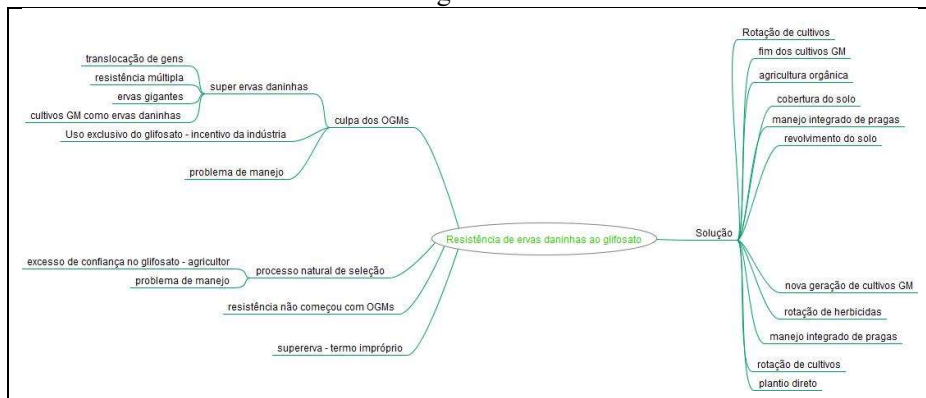
¹³⁰ Ver <<http://paraquat.com/knowledge-bank/-glyphosate-resistant-weeds>>. Acesso em 14 out. 2015.

¹³¹ Ver em <<http://www.enlist.com/en/how-it-works/enlist-duo-herbicide>>. Acesso em 14 out. 2015.

¹³² O programa foi criado em vários países com diferentes nomes. “Gestion Responsable des herbicides Céréales” na França, “Diversity Can’t Wait” Austrália, “Mix It Up” no Canadá, “Respect the Rotation” nos EUA, entre outros. Ver em <<http://www.cropscience.bayer.com/en/Commitment/Integrated-Weed-Management/Best-Practices.aspx>>. Acesso em 14 out. 2015.

A representação do debate em torno da resistência de ervas daninhas ao glifosato pode ser visualizada através do mapa cognitivo abaixo (Figura 13).

Figura 13 - Mapa cognitivo da controvérsia sobre resistência de ervas daninhas ao glifosato



Fonte: elaborado pela autora.

O debate em torno das responsabilidades sobre a emergência de “ervas daninhas” não é recente. Guivant (1992) já discutia em sua tese de doutorado sobre esta questão. Esclarecemos que a intenção aqui não é achar um “culpado” pela emergência de “ervas daninhas” resistentes ao glifosato. O importante para essa tese é evidenciar os argumentos mobilizados pelos atores para justificar suas ações em virtude de uma mudança no sistema.

4.4 CONTROVÉRSIA 3: FUNGOS E DOENÇAS NAS PLANTAS

Na avaliação ambiental do glifosato, que consta na ficha informativa de re-registro (RED - *Reregistration Eligibility Decision*) nos EUA (U.S. EPA, 1993b), é informado que o herbicida rapidamente adsorve no solo, o que significa que é facilmente decomposto e não tem potencial residual. Ele também é facilmente degradado por micróbios do solo e resulta finalmente como dióxido de carbono. Dessa forma, o glifosato seria um herbicida que, após aplicado, cumpriria o seu papel – matar ervas daninhas –, e logo em seguida desapareceria no solo sem qualquer outro efeito adverso.

Porém, diversos sites de organizações que lutam contra a produção e consumo de agrotóxicos e cultivos geneticamente modificados (“Dr.

Huber's warning", 2013; ROTHSCCHILD, 2011; WALTERS, 2011) têm destacado as afirmações de Don Huber, professor aposentado da Universidade Purdue, nos EUA, sobre os riscos do glifosato à saúde das plantas. Ele e outro pesquisador, Gurmukh S. Johal (JOHAL; HUBER, 2009) afirmam em um artigo de 2009 no *European Journal of Agronomy* que o uso indiscriminado do herbicida glifosato pode aumentar significativamente a gravidade de diversas doenças em plantas, prejudicar a defesa das plantas contra patógenos e imobilizar os nutrientes do solo e das plantas tornando-os indisponíveis para uso da mesma. Além disso, o herbicida pode estimular o crescimento de fungos e aumentar a virulência de organismos patógenos. Em uma entrevista publica no site *Non-GMO report* ("*Scientist warns of dire consequences with widespread use of glyphosate*", 2010), Don Huber afirma que há mais de 40 doenças ligadas ao uso do glifosato e que este número aumentou nos últimos 15 a 18 anos. Para ele isto está diretamente ligado ao gene da Roundup Ready, pois ele reduz mais de 50% a eficiência do manganês e do zinco no solo.

Outro pesquisador bastante citado por essas organizações, Roberto Kremer (KREMER; MEANS, 2009), do Serviço de Pesquisa Agropecuária do Departamento de Agricultura dos EUA (USDA) e Universidade de Missouri, aponta que os problemas com fungos e doenças relacionados ao glifosato são ainda maiores nos cultivos geneticamente modificados. Além disso, para ele a liberação dos cultivos GRCs baseia-se em estudos com análises biológicas gerais de solo que muitas vezes não conseguem detectar efeitos não visados.

Apesar dos artigos de Huber e Kremer estarem chamando mais atenção nos anos recentes, uma revisão da pesquisa agropecuária sobre este assunto mostra que há muito tempo se discute sobre a possibilidade dos herbicidas predisporem as plantas a certos tipos de doenças, pois as tornam mais suscetíveis a insetos e patógenos presentes no ambiente. Na década de 70 Altman e Campbell, Katan e Eshel (1977; 1973) já alertavam para essa questão. Os pesquisadores apontam vários herbicidas que causam esse tipo de efeito nas plantas, entre eles o Paraquat e o 2,4-D. Em suas conclusões, os autores reafirmam a importância dos herbicidas no controle de ervas daninhas, mas afirmam que esses efeitos adversos, apesar de serem bem visíveis, têm sido frequentemente ignorados ou rejeitados (ALTMAN; CAMPBELL, 1977; KATAN; ESHEL, 1973). Aqui ainda não se falava de glifosato, pois ele só foi autorizado para fins agrícolas em 1976 (MONSANTO COMPANY, [s.d.]). Mas isso não demorou muito a acontecer. A partir do estudo do Altman e Campbell (1977), diversos outros autores incluíram o glifosato em suas pesquisas e também encontraram efeitos adversos às plantas com

o uso do herbicida. Para facilitar a compreensão visual desta controvérsias, apresentamos no Apêndice C as principais posições e autores sobre o tema. O quadro foi elaborado a partir da pesquisa de artigos que contivessem o termo “glyphosate” no título e que citassem Altman e Campbell, os mais citados autores em relação à doenças em plantas a partir do uso de herbicidas.

Em 2011, o Departamento de Agricultura da Universidade de Purdue fez um comunicado em sua página (CAMBERATO et al., 2011), dizendo que a alegação de que herbicidas, como o glifosato, possam tornar as plantas mais suscetíveis à doença não é totalmente sem mérito. As pesquisas indicam que as plantas pulverizadas com glifosato ou outros herbicidas são mais suscetíveis a muitas doenças biológicas e fisiológicas. Porém, segundo eles, as pesquisas não apontam aumento generalizado de suscetibilidade à doenças em plantas geneticamente modificadas. Até a data da publicação (2011), há dados limitados de investigação científica que sugerem que a doença em plantas têm aumentado em culturas geneticamente modificadas devido ao uso de glifosato, não permitindo essa enunciado com precisão.

Apesar de haver estudos apontando efeitos adversos do glifosato sobre plantas não-alvo desde a década de 70, só recentemente, em 2011, a Monsanto se manifestou em sua *webpage* (MONSANTO COMPANY, 2011) sobre a questão. O texto foi publicado após a divulgação dos artigos de Johal e Huber (2009) e Kremer e Means (2009). A empresa afirma que um “limitado” número de estudos “sugerem” que o glifosato provoca os problemas citados acima, mas que tais efeitos são difíceis de serem extrapolados em condições reais de campo. Segundo a empresa, se utilizado nas taxas recomendadas, “a maioria das evidências científicas indica que o herbicida Roundup não terá efeitos desfavoráveis adversos sobre fungos patógenos nos solos ou em associação com as plantas”. Além disso, o documento reafirma a eficiência da tecnologia dos GRCs e que as evidências científicas disponíveis não sugerem que elas tenham maior suscetibilidade a doenças e que, embora existam diferenças sobre essa questão, dependendo da variedade da planta, isto está relacionado às características das mesmas e não do tipo de herbicida aplicado. Estes efeitos, segundo a Monsanto, refletem a escolha da tecnologia de controle de plantas daninhas e sistemas de cultivo, e não um efeito adverso de glifosato ou de genes de tolerância ao glifosato.

Os resultados mostram que os efeitos dos herbicidas e, nesse caso o glifosato, dependem de muitas variáveis que podem afetar positiva ou negativamente as interações herbicida-planta-doença. Condições como clima, área geográfica, sistema de produção, população de fungos e

resíduos de outras culturas. E, segundo Powell e Swanton (2008), neste momento, não há evidências suficientes para provar ou refutar uma ligação entre doenças, glifosato e cultivos associados com *Fusarium spp.* Sendo importante, portanto que se dê prioridade de investigação a essa área, dado o aumento rápido e generalizado no uso do glifosato.

Esta controvérsia está ainda concentrada nos círculos científicos da área. Ela pouco mobiliza os setores mais populares e a mídia, apesar da importância dessa questão aos setores produtivos. Abaixo, o mapa cognitivo sobre a controvérsia (Figura 14).

Figura 14 - Mapa cognitivo da controvérsia sobre fungos e doenças em plantas e glifosato



Fonte: Elaborado pela autora.

4.5 CONTROVÉRSIA 4: AS ALEGAÇÕES DE RISCOS À SAÚDE CAUSADOS PELO GLIFOSATO

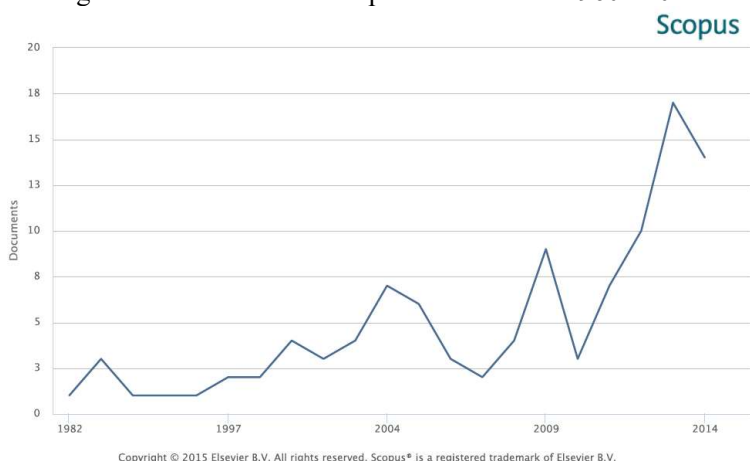
Fizemos um levantamento na base Scopus com os termos “glyphosate”, “carcinog*”¹³³, “genotox*”¹³⁴ e/ou “cancer” nas palavras-chave, verifica-se esta associação começa a aparecer nos artigos a partir de 1982 (ver gráfico 7). Esses termos foram escolhidos, pois estão nos artigos mais citados por organizações contrárias ao uso do glifosato quando referem-se aos riscos do herbicida à saúde humana. O levantamento dos estudos foi realizado através de uma combinação entre busca na base de dados Scopus e uma triagem a partir dos estudos

¹³³ O uso do asterisco se justifica para abranger termos similares como carcinogenic, carcinogenicity, etc. O termo refere-se a qualquer agente que tem como propriedade o potencial de desenvolvimento de câncer. Informação disponível em: <http://bvsm.s.saude.gov.br/bvs/publicacoes/cartilha_aben.pdf>. Acesso em 18 nov. 2015.

¹³⁴ O uso do asterisco se justifica para abranger termos similares como genotoxic, genotoxicity, etc. O termo refere-se à toxicologia genética, ou seja, qualquer agente que tem como propriedade o potencial para provocar alterações no material genético de outros organismos. Informação disponível em: <http://bvsm.s.saude.gov.br/bvs/publicacoes/cartilha_aben.pdf>. Acesso em 18 nov. 2015.

referenciados nos sites das organizações industriais e nas ONGs, tanto a favor quanto contra o uso do glifosato. A partir da pesquisa Scopus foi elaborado um quadro (ver Apêndice D) com os principais artigos sobre o tema a partir do cruzamento de duas informações: os artigos mais citados pelos grupos contrários e os artigos usados nas revisões de cientistas ligados à Monsanto. A partir daí, selecionamos 51 estudos sobre carcinogenicidade, genotoxicidade, citotoxicidade, efeitos agudos e crônicos, efeitos reprodutivos, potencial neurotóxico e alergias. Destes, 33 deles relatam associação direta do glifosato com os problemas de saúde acima descritos.

Gráfico 7 - Artigos com os termos “glyphosate”, “carcinog*”, “genotox*” e “cancer” nas palavras-chave – 1960 - 2014



Fonte: Base de dados Scopus. Pesquisa realizada pela autora.

O estudo de Sèralini (2012) pode ser considerado o mais emblemático deles. Publicado na revista científica *Food and Chemical Toxicology* (Alimentos e Toxicologia Química, em português) cujo fator de impacto em 2014 foi de 2.895, ou seja, a média de citações recebidas pelos artigos publicados numa revista científica durante um ano (THOMSON REUTERS, 2015). Apesar das controvérsias em torno do ranking de fator de impacto¹³⁵, esse número indica que a revista é uma

¹³⁵ Entre as principais questões controversas sobre o fator de impacto estão: a possibilidade de manipulação do fator, os dados são selecionados por pessoal técnico sem relação à qualidade científica e o que determina a qualidade da revista são os números e não o inverso (SAHA; SAINT; CHRISTAKIS, 2003; SEGLEN, 1997; SHEMA, 2012).

das mais conceituadas nas áreas de Toxicologia e Ciência e Tecnologia de alimentos, cujos artigos são revisados por especialistas da área antes de serem publicados. O artigo de Sèralini relatava dados de sua pesquisa de dois anos em que testava os efeitos do milho NK603, o milho geneticamente modificado para ser tolerante ao glifosato de propriedade da Monsanto. Os resultados do estudo apontaram alta mortalidade entre os ratos de laboratório alimentados com o milho NK603. O estudo recebeu diversas críticas (ACADÉMIES NATIONALES, 2012; BFR, 2012; CTNBIO, 2012; MINK et al., 2012; MONSANTO, 2012), entre as principais estão: a utilização de uma espécie de cobaia naturalmente propensa ao câncer e numa quantidade muito baixa para um estudo de qualidade, deficiências nas análises estatísticas e limitação na descrição dos resultados. Além dos aspectos técnicos, o que pesa sobre o cientista Sèralini é sua atuação contra os OGMs, sendo, portanto, acusado de militante político e, conseqüentemente, não científico.

O principal impacto sobre a reputação do pesquisador foi a retração do estudo da revista *Food and Chemical Toxicology* (ELSEVIER, 2013) após recusa do próprio pesquisador de retirar o artigo, medida proposta pela revista após as severas críticas. A retração gerou diversas reações. Sèralini e sua equipe afirmaram que a retração decorreu da nomeação de um novo editor-chefe da revista, o biólogo Richard Goodman, que trabalhou por sete anos na Monsanto. A organização *European Network of Scientists for Social and Environmental Responsibility* – ENSSER (Rede Europeia de Cientistas para a Responsabilidade Ambiental e Social)¹³⁶, formada por cientistas de diversas áreas que definem-se como pesquisadores independentes, publicaram em sua página uma crítica sobre a retração, afirmando que a alegação de “resultados inconclusivos” dadas pela Elsevier para a retirada do artigo é inconsistente, já que resultados “conclusivos” são raros na ciência e criticam a revista por não informar quem foram os pesquisadores que fizeram a revisão do estudo e decidiram por retirá-lo. A acusação da ENSSER é que essa atitude transparece um claro interesse em fazer com que os resultados do estudo sejam desacreditados e, portanto, a falta de transparência sobre como esta decisão teria sido tomada seria “imperdoável”, “não-científica” e “inaceitável” e, ainda, usam o termo “uma caricatura de ciência”. Para eles essa atitude levanta a suspeita de que a retração é um favor à indústria interessada, nomeadamente a Monsanto (ENSSER, 2013). No Brasil, um grupo de integrantes e ex-integrantes da CTNBio, representantes de

¹³⁶ Mais informações sobre a ENSSER ver em <http://www.ensser.org/about/who-we-are/>. Acesso em 20 nov. 2015.

entidades da sociedade civil, enviou um parecer ao presidente da CTNBio solicitando revisão da liberação do milho GM no Brasil (RAMOS et al., 2013).

Em contrapartida, o grupo Genetic Literacy Project - GLP (Projeto de Alfabetização Genética, em português)¹³⁷, que, segundo descrição no seu site, tem por função “separar a ciência da ideologia”, mas é declaradamente favorável aos cultivos GM e qualquer outra biotecnologia agrícola, acusa o ENSSER de ser “ideologicamente” contra qualquer biotecnologia agrícola, de possuir uma “relação emocional” com os produtos alimentares e uma “antipatia” à tecnologia (ENTINE, 2014). John Entine, jornalista de ciência e fundador do GLP, é acusado por ONGs relacionadas aos produtos orgânicos de ser “propagandista” corporativo ao promover as opiniões e posições das corporações químicas (PHILPOTT, 2012), além de ter ligações com a Syngenta (GMWATCH, 2013).

Em 2015, cientistas da Monsanto e de outras empresas ligadas ao *Glyphosate Task Force* – Força tarefa da indústria em defesa do glifosato, com foco na União Europeia, cujo objetivo é reunir esforços para renovar o registro do glifosato na região – conjuntamente com um professor da *Technical University Munich*, publicaram no jornal científico denominado *Revisão Crítica em Toxicologia* sobre o potencial carcinogênico do glifosato (GREIM et al., 2015). Eles se basearam nos dados de quatorze estudos sobre o tema. Todos os estudos são de empresas ligadas à produção de agrotóxicos ou laboratórios de pesquisa¹³⁸, datados de 1981 a 2009. Os autores afirmam que o glifosato está sob forte “pressão política” por conta da sua associação com os cultivos GM. E que, por conta disso, o herbicida tem sido contestado por “grupos de interesse” através da mídia e de estudos científicos. Citam principalmente os autores Antoniou, Benachour, Sèralini, Gasnier, Paganelli e Romano, e afirmam que os seus estudos não conseguem demonstrar estatisticamente, de forma clara e imparcial, as associações do glifosato com o câncer. Dedicam especial atenção ao estudo de Giles-Eric Sèralini (SÉRALINI et al., 2012), aquele que foi retirado da publicação sob acusação de erros estatísticos e conclusões não confiáveis. Greim et al. (2015), usam do discurso de autoridade científica ao afirmarem que os estudos citados por eles foram avaliados e aprovados

¹³⁷ Mais informações sobre o grupo disponíveis em <<https://www.geneticliteracyproject.org>>. Acesso em 20 nov. 2015.

¹³⁸ Monsanto, Cheminova Feinchemie Schwebda, Excel, Arysta Life Sciences, Nufarm, Syngenta, Institute of Industrial Organic Chemistry.

por especialistas das agências reguladoras de diversos países e também pela FAO/OMS. Assim, a partir de estudos “convincentes” concluem que o glifosato não apresenta qualquer preocupação em relação ao seu potencial cancerígeno.

A publicação mais citada em defesa do glifosato é de Williams, Kroes e Munro (2000), que fizeram uma extensa revisão sobre a segurança do glifosato e do herbicida Roundup. Gary Williams é professor de Patologia do *New York Medical College*, Robert Kroes professor de Toxicologia do Instituto de Pesquisa em Toxicologia – RITOX, Universidade de Utrecht, Holanda, e Ian Munro, presidente da *Cantox Health Science International Inc.*, grupo corporativo de advocacia¹³⁹. Atualmente seu nome é Intrinsic e é uma empresa especializada em prestar assessoria para as corporações conseguirem aprovação e comercialização de seus produtos em agências reguladoras. Os autores reafirmam que todos os estudos que fazem parte da revisão foram utilizados por agências regulatórias e publicados em jornais especializados. Além disso, todos utilizam os padrões de estudos conduzidos pelas BPLs, que, como veremos no final deste item, também são alvo de controvérsias. Na referida revisão, os autores concluem que: a absorção oral e cutânea do glifosato é baixa, e quando absorvido é eliminado rapidamente e não metabolizado; não houve nenhuma intoxicação aguda ou crônica; não há evidências convincentes de danos ao DNA e, portanto, o glifosato não é genotóxico, não representando riscos de mutação hereditárias em humanos; o glifosato não é carcinogênico, teratogênico ou tóxico.

Outro artigo bastante divulgado pela Monsanto, e outras organizações ligadas aos agrotóxicos, é a revisão de Pamela Mink et al., (2012), professora do Departamento de Epidemiologia da *Rollins School of Public Health* (Escola de Saúde Pública Rollins) na Universidade de Emory, nos Estados Unidos e também consultora da Exponent Inc, uma empresa de consultoria estadunidense especializada em “suporte jurídico” e “defesa de produtos”. Nesta pesquisa, os autores afirmam não ter encontrado em seus estudos nenhum padrão consistente de associações positivas que indicasse uma relação causal entre o câncer (em adultos ou crianças) ou qualquer tipo de câncer específico e a exposição ao glifosato. Esse estudo foi financiado pela Monsanto e é co-autorado por três outros pesquisadores da Exponent Inc.

¹³⁹ Gary M. Williams e Ian C. Munro são envolvidos também na controvérsia em torno do Aspartame por conflitos de interesses. Ver em <<http://www.holisticmed.com/aspartame/burdock/>>. Acesso em 23 nov. 2015.

A Exponent Inc. tem um histórico controverso quando se trata de conflito de interesses. Um artigo publicado em 2006 no *Jornal Saúde Ambiental (Environmental Health Journal)*, afirma que a Exponent Inc. manipulou dados e ajudou a influenciar as agências reguladoras no processo de regulamentação do cromo hexavalente (MICHAELS; MONFORTON; LURIE, 2006)¹⁴⁰. Em outro artigo, publicado no *Jornal Americano de Medicina Industrial (American Journal of Industrial Medicine)*, em 2007, por Lennart Hardell, pesquisador do Departamento de Oncologia do Hospital Universitário da Universidade de Örebro, Suécia, juntamente com outros pesquisadores, os autores acusam a empresa de consultoria de contratar os epidemiologistas Jack S. Mandel, Hans-Olov Adami e Dimitrios Trichopoulos para afirmarem, na conferência sobre Dioxina¹⁴¹ na Coreia do Sul em 2001, que as dioxinas não estavam associadas com câncer em humanos, mesmo que o IARC tenha classificado essas substâncias como cancerígenas em 1997. Hardell et al. denominam o episódio como “remanufaturização da dúvida” com o objetivo de que o estudo entrasse no processo de revisão da dioxina pela EPA (HARDELL et al., 2007). O jornal Los Angeles Times também relatou caso de acusações sobre distorção de resultados para beneficiar clientes (BENSINGER; VARTABEDIAN, 2010).

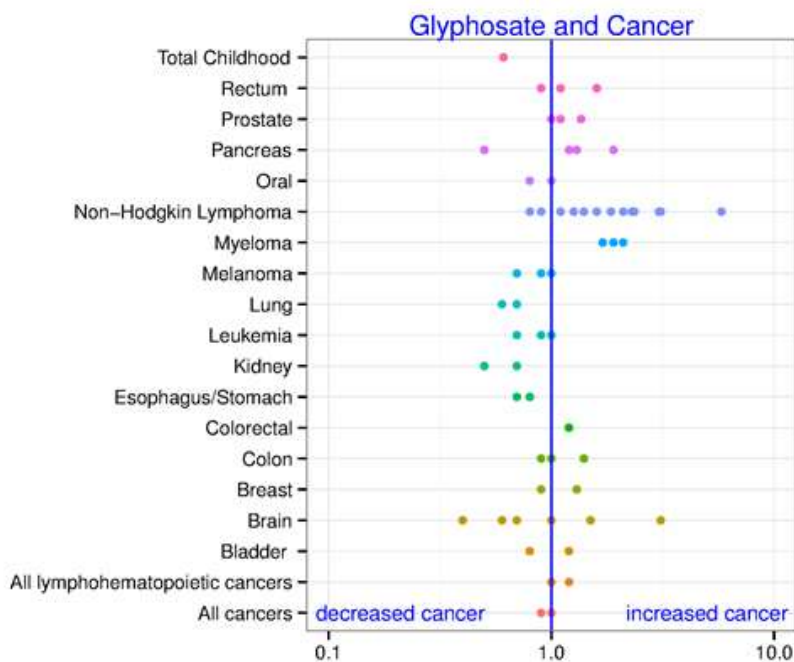
O pesquisador na área de Ecologia e Gestão de Ervas Daninhas da Universidade de Wyoming, EUA, prof. Andrew Kniss, especialista em glifosato, fez um levantamento estatístico dos estudos que incluíam

¹⁴⁰ Os autores afirmam que embora o cromo hexavalente tem sido associado ao aumento do risco de câncer de pulmão por mais de 50 anos, o produto químico ainda não está regulado pela Agência Americana de Administração de Saúde e Segurança Ocupacional (*USA Occupational Safety and Health Administration – OSHA*, em inglês), com base em sua carcinogenicidade. Por conta de pressões por uma regulação mais forte, a indústria de cromo iniciou uma força tarefa para contestar as provas científicas que sustentam um padrão de maior proteção à saúde humana. Este esforço incluiu o uso de consultores "de defesa do produto", no caso a *Exponent Inc.*, para realizar análises de um estudo com financiamento público com o objetivo de desafiar os resultados, pois estes eram desfavoráveis à indústria (MICHAELS; MONFORTON; LURIE, 2006).

¹⁴¹ Dioxinas são subprodutos indesejados do processo industrial, principalmente resultantes da produção de PVC, de agrotóxicos, da incineração, do branqueamento de papel e da polpa da celulose com cloro e da fusão e reciclagem de metais. A substância possui uma grande variedade de efeitos tóxicos graves, tais como a disfunção endócrina, comprometimento do desenvolvimento, defeitos congênitos, disfunção reprodutiva e infertilidade, imunossupressão e câncer (APHA, 1996).

glifosato e câncer (KNISS, 2015a), baseando-se no artigo de Mink et al. (2012). Porém Kniss alerta que o estudo apenas serviu como ponto de partida, para evitar qualquer associação a um estudo financiado pela Monsanto. Ele apenas usou o levantamento realizado pelos autores para acessar os dados dos estudos mencionados. Com base em seu levantamento Kniss elaborou um gráfico apontando a exposição relativa ao glifosato e câncer (Gráfico 8).

Gráfico 8 - Associação entre glifosato e câncer



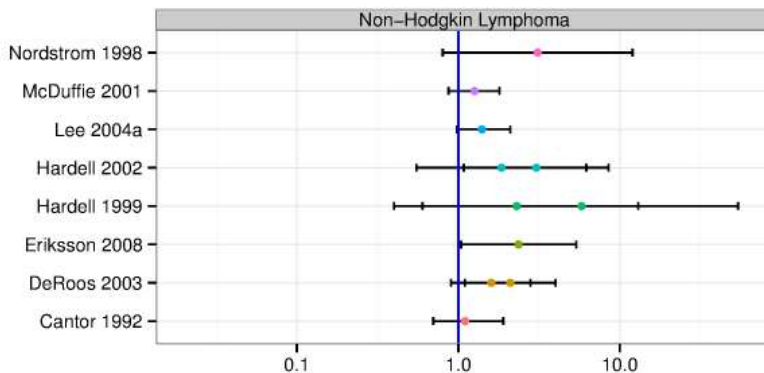
Fonte: Kniss (2015).

Kniss usa as informações de *Odds ratio* (OR) fornecidas pelas pesquisas de Mink et al. *Odds ratio* (OR) é uma medida de intensidade de associação, geralmente encontrada em estudos de caso-controle. Ou seja, o pesquisador seleciona um grupo de pessoas com determinado tipo de câncer que quer estudar (casos) e o mesmo número de pessoas que não apresentam a doença (controles) e avalia-se a exposição a determinados fatores de risco nestes grupos para que se possa estabelecer qual a

intensidade de associação ao problema associado¹⁴². Assim, cada ponto na figura representa o risco relativo de desenvolver câncer entre as pessoas expostas ao glifosato e as que não foram expostas. Cada ponto à esquerda do ponto 1.0 significa que, em média, as pessoas expostas ao glifosato foram menos suscetíveis de obter o tipo de câncer mencionado. Cada ponto à direita do ponto 1.0 significa que as pessoas expostas ao glifosato tinham maior probabilidade de ter o tipo de câncer mencionado. Quanto mais próximo de 1 menos forte é a evidência. Kniss ainda alerta que o seu gráfico é uma super simplificação dos dados estatísticos, mas serve para ter uma noção das evidências demonstradas nos estudos (KNISS, 2015a).

Como é possível perceber no gráfico organizado por Kniss em resumo aos *Odds ratio* dos estudos sobre o assunto (gráfico 9), há um número maior de pontos do lado direito para casos de Linfoma non-Hodgkin – NHL¹⁴³. Mesmo que alguns estudos apresentem evidências próximas a 1.0, há um número considerável de casos acima de 1.0, o que poderia representar uma associação considerável entre o glifosato e o Linfoma non-Hodgkin.

Gráfico 9 - Resumo Odd ratio dos estudos sobre Linfoma non-Hodgkin – NHL



Fonte: Kniss (2015).

¹⁴² Para maiores esclarecimentos sobre os dados estatísticos utilizados em estudos epidemiológicos podem ser obtidos em (RUMEL, 1986; WAGNER; CALLEGARI-JACQUES, 1998).

¹⁴³ Mais informações sobre o assunto podem ser encontradas na página do Instituto Nacional do Câncer – INCA. Disponível em <http://www.inca.gov.br/conteudo_view.asp?id=457>. Acesso em 14 set. 2015.

Porém, Kniss faz algumas ressalvas: a) alguns estudos utilizaram mais de um modelo para ajustar variáveis confusas; b) uma grande porcentagem de pessoas expostas ao glifosato foi também exposta a outros agrotóxicos e substâncias químicas; c) a minoria dos casos de NHL foi exposta ao glifosato (em torno de 3%). Dessa forma, o autor conclui que, para ele, não há motivos para que se “manche” a reputação do glifosato como um “agrotóxico muito seguro” (KNISS, 2015a). Cabe ainda esclarecer aqui, que o próprio Kniss informa que um terço do financiamento de suas pesquisas vêm de corporações ou empresas do setor de sementes e agrotóxicos (KNISS, 2015b).

Nosso interesse nesse item não é refazer uma revisão dos estudos científicos que tratam sobre os problemas de saúde que possuem associação, ou não, ao glifosato. Nosso objetivo é apresentar o quão controversa é essa questão entre os especialistas na área e os possíveis conflitos de interesse existentes nessas discussões. Dessa forma buscamos problematizar o discurso de cientificidade e apontar outras variáveis em disputa nesse processo de legitimação do glifosato. Recentemente o New York Times (LIPTON, 2015) denunciou um escândalo científico ao revelar que alguns professores de universidades e pesquisadores na área de produção de alimentos e biotecnologia agrícola tinham ligações financeiras com corporações de biotecnologia para defendê-las em fóruns online e em debates em universidades, sob o manto da imparcialidade de pesquisador. Eles deixam de ser atores pesquisadores/professores para atuarem como lobistas e relações públicas corporativos, diz o jornal. Entre eles estão Kevin Folta¹⁴⁴, presidente do Departamento de Horticultura da Universidade da Flórida, Bruce M. Chassy, professor emérito da Universidade de Illinois, David R. Shaw, vice-presidente de pesquisa e desenvolvimento econômico da Universidade Estadual do Mississippi, todos envolvidos em discursos de defesa dos OGMs e agrotóxicos.

O referido artigo aponta ainda que a indústria de biotecnologia produziu dezenas de artigos sob autoria de renomados acadêmicos, mas em alguns casos os artigos foram elaborados por consultores das próprias

¹⁴⁴ Kevin Folta é também um dos cientistas que escrevem na página da ONG *GMO Answer* (Respostas OGM), financiada pelos membros do Conselho de Informação sobre Biotecnologia que inclui BASF, Bayer CropScience, Dow AgroSciences, DuPont, Monsanto Company and Syngenta. Segundo eles, “peritos independentes” respondem voluntariamente as perguntas dos consumidores sobre os OGMs, pois são “apaixonados por ajudar o público a entender melhor os OGMs” e como nosso alimento é cultivado. Disponível em <<https://gmoanswers.com/search?query=folta>>. Acesso em 30 dez. 2015.

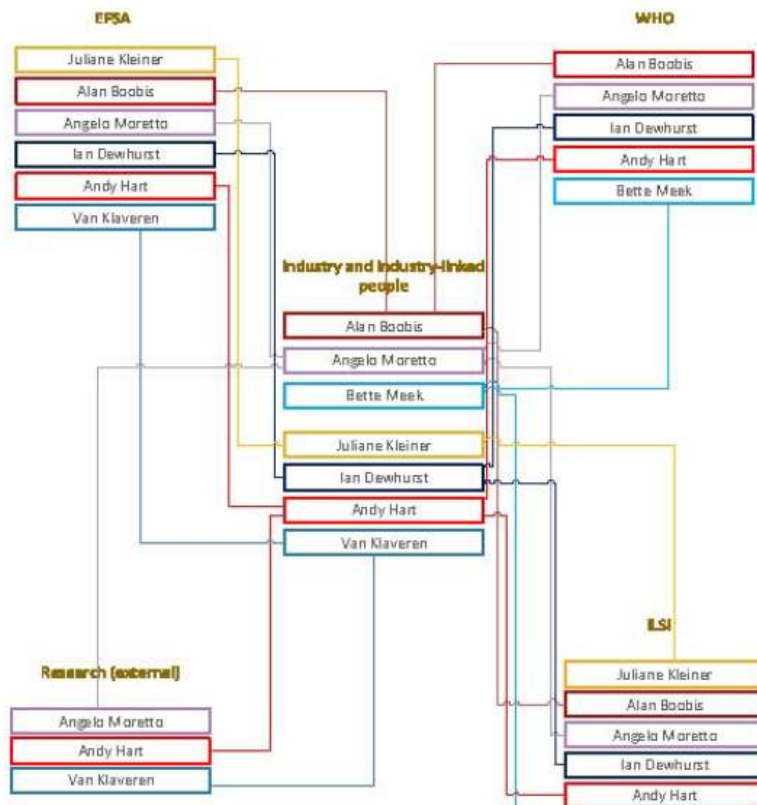
indústrias. O artigo aponta que, no entanto, esta não é uma prática exclusiva das indústria de agrotóxicos, havendo ligações de pesquisadores também com o lobby da indústria de orgânicos, entre elas a *Organic Valley, Whole Foods, Stonyfield and United Natural Foods Inc*, como o professor Charles Benbrook, da Universidade Estadual de Washington, um ativo crítico dos cultivos GM e do uso de agrotóxicos (LIPTON, 2015). As acusações do New York Times foram baseadas no acesso aos e-mails dos pesquisadores solicitados pela ONG US-RTK – *Right to Know* (Direito de Saber, em português), que é financiada pela OCA - *Organic Consumers Association* (Associação de Consumidores Orgânicos, em português). A US-RTK se baseou na lei estadunidense denominada FOIA – *Freedom of Information Act* (Lei de Liberdade de Informação, em português)¹⁴⁵, que dá ao público o direito de requisitar acesso aos registros de qualquer agência federal. A ONG apresentou pedidos FOIA em várias universidades, buscando a correspondência de e-mails dos cientistas a fim de encontrar qualquer comunicação com empresas de biotecnologia (RUSKIN, 2015).

Um relatório produzido pela ONG *Pesticide Action Network* europeia (PAN-Europe) aponta também estreitas relações entre cientistas da indústria e órgãos reguladores na Europa (Figura 15). Segundo a organização, alguns cientistas que contribuem com a EFSA têm múltiplos papéis dentro da estrutura de análise de substâncias químicas, ou seja, são chamados a dar sua opinião diretamente à EFSA e FAO e também dão opinião como pesquisadores “independentes”, além de serem ligados ao Instituto Internacional de Ciência da Vida (*International Life Science Institute - ILSI*) da Europa¹⁴⁶, considerado pela ONG como grupo de lobby da indústria e que desenvolve métodos de avaliação de riscos pró-indústria para os alimentos GM e contaminantes alimentares químicos e os insere em regulamentos governamentais.

¹⁴⁵ Mais informações em <<http://www.foia.gov/>>. Acesso em 22 dez. 2015.

¹⁴⁶ Site do ILSI Europa disponível em <<http://www.ilsi.org/europe/Pages/HomePage.aspx>>. Há um site brasileiro também, disponível em <<http://www.ilsi.org.br/>>.

Figura 15 - Conflitos de interesse entre cientistas da indústria e órgãos reguladores na Europa



Fonte: PAN Europe (2014).

Outra questão que pode ser levantada aqui é sobre as Boas Práticas de Laboratório que, como vimos no capítulo anterior, foram criadas em 1978 nos EUA logo após os casos de fraude do IBT. As BPLs, em tese, exigem que todos os estudos pré-clínicos cruciais de segurança – aqueles usados para tomar decisões diretas sobre a exposição humana – devem ser conduzidos sob um protocolo bem definido. Os EUA tem dois conjuntos de BPL: um para o FIFRA (US EPA, 2011a) e outro para o Departamento de Substâncias Tóxicas (Toxic Substances Control Act – TSCA) (US EPA, 2011b)¹⁴⁷.

¹⁴⁷ Informações adicionais sobre as Boas Práticas de Laboratório em relação aos agrotóxicos nos EUA podem ser acessadas em

Atualmente a maioria dos países, entre eles os EUA, o Brasil (IBAMA/INMETRO, 2010)¹⁴⁸ e a União Europeia (EUROPEAN..., 2004a, 2004b)¹⁴⁹, segue as orientações da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico – OCDE (OECD - *Organisation for Economic Co-operation and Development*, em inglês), criadas em 1992 e em constante reformulação. Segundo a OCDE, a BPL é um sistema de qualidade relacionado aos processos e as condições organizacionais sob os quais os estudos não clínicos de saúde e segurança ambiental são planejados, executados, monitorados, registrados, arquivados e relatados. Abrange todos os aspectos desses estudos, incluindo a formação do pessoal, instalações, equipamentos e métodos (OECD, 1997)¹⁵⁰.

Estudos científicos realizados e/ou financiados pela indústria química são normalmente reconhecidos pelos órgãos do governo e de boa parte da comunidade científica como contribuições necessárias e valiosas para a compreensão do potencial risco para a saúde pública e os efeitos ambientais relacionados à produção e utilização de produtos químicos. Diversos padrões foram (e ainda estão constantemente sendo reformulados) desenvolvidos através dos parâmetros BPL pelas autoridades reguladoras para definir os “níveis de segurança aceitáveis” dos produtos químicos aos quais a população e o meio ambiente serão expostos.

É importante notar que o BPL foi instituído pela regulação no final da década de 1970 para combater a fraude nos testes das indústrias. Curiosamente, a mudança para padrões de BPL foi motivada por um grave caso de fraude envolvendo estudos toxicológicos, entre eles o glifosato, para fins de regulamentação realizados por um laboratório sob contrato com várias indústrias, entre elas a Monsanto, no final de 1970.

<<http://www.epa.gov/compliance/good-laboratory-practices-standards-compliance-monitoring-program>>. Acesso em 20 set. 2015.

¹⁴⁸ Informações adicionais sobre as Boas Práticas de Laboratório em relação aos agrotóxicos no Brasil podem ser acessadas em <http://www.inmetro.gov.br/monitoramento_BPL/historico.asp>. Acesso em 20 set. 2015.

¹⁴⁹ Informações adicionais sobre as Boas Práticas de Laboratório em relação aos agrotóxicos na União Europeia podem ser acessadas em: <http://ec.europa.eu/growth/sectors/chemicals/good-laboratory-practice/index_en.htm>. Acesso em 20 set. 2015.

¹⁵⁰ Informações adicionais sobre as Boas Práticas de Laboratório em relação aos agrotóxicos podem ser acessadas em: <<http://www.oecd.org/chemicalsafety/testing/oecdseriesonprinciplesofgoodlaboratorypracticeglpandcompliancemonitoring.htm>>. Acesso em 20 set. 2015.

No entanto, a implementação do BPL não conseguiu evitar um segundo grande caso de fraude que veio à tona na década de 1990. O caso de fraude refere-se aos laboratórios Craven, que em 1991 teve seu proprietário e 14 funcionários acusados e condenados por mais de 20 acusações criminais que envolviam produção de dados falsos. Esses dados foram usados para estudos de resíduos de agrotóxicos e, por sua vez, usados para o registro dos mesmos (US EPA, 1994a). Este episódio envolveu alguns estudos de resíduos para os produtos da Monsanto, entre eles, novamente, o glifosato. Segundo a Monsanto, a indústria de agrotóxicos foi novamente “vítima” de fraudes em testes, e isso implicou em custos adicionais de US\$ 6,5 milhões para a repetição de todos os testes e danos à reputação da empresa, pois contribuiu para que “ativistas” questionassem a integridade dos dados da Monsanto (MONSANTO CO., 2005).

Este caso nos mostra que os estudos patrocinados pela indústria podem ser muito propensos à fraudes e que o BPL parece não conseguir impedi-las. Esse sistema é também alvo de controvérsias com críticas oriundas de diferentes grupos. Hans Muilerman, da Organização *Pesticide Action Network Europe* – PAN Europe, além de denunciar que os estudos baseados no BPL não são publicados e, portanto, não são revisados por pares, denuncia que o conjunto de princípios torna os estudos caros e inacessíveis aos pesquisadores independentes (MUILERMAN, 2015). Além disso, os padrões BPL também não são unanimidade entre os cientistas. Um grupo de 30 pesquisadores das mais diversas áreas e instituições escreveram um artigo denominado “*Why Public Health Agencies Cannot Depend on Good Laboratory Practices as a Criterion for Selecting Data: The Case of Bisphenol A*”¹⁵¹ (MYERS et al., 2009). O artigo revisou diversos estudos buscando comparar entre aqueles produzidos através de financiamento da indústria dentro dos padrões BPL para fins regulatórios nos Estados Unidos e União Europeia e estudos não-BPL realizados em laboratórios de universidades e governamentais. Em suas conclusões, o grupo de pesquisadores afirma que tanto a EPA quanto a EFSA consideraram como válidos dois estudos BPL financiados pela indústria que possuem graves falhas conceituais e metodológicas. Além disso, os estudos BPL e não-BPL divergem

¹⁵¹ “Por que as agências de saúde pública não podem depender das Boas Práticas de Laboratório como um critério para a seleção de dados: O Caso de bisfenol A” (tradução minha). O Bisfenol A é uma substância para produção de policarbonato, que é um polímero utilizado na fabricação de mamadeiras e chuquinhas, além de outros utensílios. Informação disponível no Portal Anvisa em: <<http://s.anvisa.gov.br/wps/s/r/Fto>>. Acesso em 25 set. 2015.

fortemente nos seus resultados, sendo os primeiros centrais para a decisão da EPA e EFSA em declarar o Bisfenol-A seguro para os atuais níveis de exposição humana.

As agências reguladoras, segundo Myers et al. (2009), têm erroneamente considerado os padrões BPL como fonte de resultados válidos e confiáveis. Ao favorecer estudos BPL em detrimento de centenas de estudos publicamente financiados, a regulação ignora o principal fator na determinação da confiabilidade e validade das descobertas científicas, que é a replicação independente e utilização de estudos mais adequados e sensíveis. Para os autores a decisão pública sobre a saúde deve ser baseada em estudos que utilizem protocolos apropriados, com os controles adequados e os ensaios mais sensíveis a partir de ensaios de estado-da-arte, e não no BPL.

As discussões em torno das avaliações de segurança do glifosato quanto à saúde alcançaram seu ápice no início de 2015, quando o IARC divulgou o resumo da sua monografia classificando o glifosato, bem como quatro outras substâncias, como “potencialmente cancerígeno para humanos”. Veremos no próximo item como, a partir das reações dos diferentes grupos de interesse, como a afirmação do IARC foi traduzida e canalizada para os interesses de cada um, evidenciando um conflito de interesses entre as instituições científicas.

4.5.1 O relatório do IARC e o possível banimento

“The herbicide glyphosate and the insecticides malathion and diazinon were classified as probably carcinogenic to humans” (Group 2A) (IARC, 2015)¹⁵².

A *International Agency for Research on Cancer* (Agência Internacional de Pesquisa sobre o Câncer, em português) – IARC é uma instituição intergovernamental da OMS cuja missão é promover a colaboração internacional na pesquisa sobre o câncer. A criação da agência em maio de 1965 foi iniciativa de personalidades públicas francesas e, por isso, tem sua sede em Lyon, na França. É considerada uma referência global na área, pois tem papel preponderante na descrição da incidência de câncer no mundo e suas conclusões servem de referência para políticas nacionais em todo o mundo em relação à doença. A IARC estabeleceu uma rede internacional para testes de carcinogenicidade a

¹⁵² “O herbicida glifosato e os inseticidas malationa e diazinona foram classificados como provavelmente cancerígenos” (Tradução minha).

longo prazo de produtos químicos, e também desenvolveu métodos para testes de mutagenicidade a curto prazo, que são importantes na triagem do grande número de produtos químicos que são introduzidos no ambiente. Entre as suas muitas publicações, a Agência publica, desde 1971, uma série de monografias sobre a avaliação do risco carcinogênico dos produtos químicos para os seres humanos. Essas monografias sempre tiveram uma reputação firme tanto nos círculos científicos quanto nas agências reguladoras governamentais (DAVIS, 1986).

A IARC classifica os agentes, misturas e exposições em cinco categorias (Quadro 14). É importante notar que esta classificação não se baseia no aumento relativo do risco de câncer por causa da exposição a determinado agente químico, mas na força da evidência de carcinogenicidade (IPCS, 1999).

Quadro 14 - Categorias de carcinogenicidade do IARC

Grupo 1	Carcinogênico para humanos – há suficiente evidência para concluir que pode causar câncer em humanos.
Grupo 2A	Provavelmente carcinogênico para humanos – há forte evidência que pode causar câncer em humanos, mas a evidência, até o momento, ainda não é conclusiva.
Grupo 2B	Possivelmente carcinogênico para humanos – há algumas evidências que pode causar câncer em humanos, mas até o presente está longe de serem conclusivas.
Grupo 3	Não classificado carcinogênico para humanos – não há nenhuma evidência até o presente momento que pode causar câncer.
Grupo 4	Provavelmente não carcinogênico para humanos – há forte evidência que não cause câncer em humanos.

Fonte: IARC (2006).

Então, conforme a classificação do IARC, há fortes evidências que o glifosato seja cancerígeno para os humanos. Segundo as conclusões da monografia, há limitada evidência em humanos para a carcinogenicidade do glifosato, mas há evidência suficiente em animais em experimentos. Além disso, existe uma positiva associação do glifosato com o linfoma non-Hodgking (IARC, 2015).

Para ilustrar o impacto nas redes sociais sobre as alegações de cancerinidade do glifosato, utilizamos a ferramenta tweetarchivist¹⁵³

¹⁵³ Disponível em <<https://www.tweetarchivist.com/>>. Acesso em 09 set. 2014.

que rastreia e analisa termos de interesse na rede social e microblog twitter. Em setembro de 2014, realizamos um teste no aplicativo utilizando o termo “glyphosate” e inserimos a solicitação de rastreamento de 02/09 a 12/09/2014. Após a divulgação do relatório do IARC realizamos novo rastreamento no aplicativo, no período de 23/06 a 28/06/2015 (figura 16). O aplicativo gera uma série de informações gráficas tais como principais utilizadores, palavras-chave, endereços eletrônicos, hashtags etc. Dessa forma, é possível identificar e visualizar, por exemplo, os termos mais populares associados à palavra-chave da pesquisa. Quanto maior o tamanho do termo que aparece no resultado, mais vezes ele foi mencionado pelos usuários, portanto maior a relevância no assunto em questão.

Figura 16 - Resultado pesquisa no Twitterarchivist – períodos 02/09 a 12/09/2014 e 23/06 a 28/06/2015



Fonte: pesquisa realizada pela autora no tweetarchivist.

O aplicativo gera outras informações, mas destacamos aqui o que nos parece mais relevante observar. No primeiro período, o termo “*resistant*” or “*resistance*” aparece como um termo relevante associado ao glifosato¹⁵⁴, mas o termo “*cancer*” não aparece entre as palavras mais mencionadas. No segundo período, porém, além do termo “*cancer*”, podemos ver destacados “*breast*” (“mama”, muito provavelmente relacionado ao câncer de mama) e “*banning*”, uma referência às discussões sobre banimento do herbicida que tomaram força após a divulgação do relatório.

O anúncio da classificação na revista The Lancet (GUYTON et al., 2015) provocou uma série de reações, positivas e negativas, dos diversos grupos de interesse em relação ao glifosato. Robb Fraley, diretor de tecnologia da Monsanto, afirmou estar “ultraçado” com a avaliação.

¹⁵⁴ No período a controvérsia sobre resistência de “ervas daninhas” ao glifosato estava mais em evidência.

Segundo ele, essa avaliação é incompatível com as avaliações de segurança de agências reguladoras, que afirmam que o uso do glifosato é seguro para a saúde humana. Nas palavras de Fraley, há uma agenda direcionada para uma coleta parcial de dados (MONSANTO CO., 2015c). A Monsanto, juntamente com outras empresas que compõem o *Glyphosate Task Force*, contra argumentam desqualificando os estudos, apontando as seguintes imprecisões: a) A classificação do IARC não é um estudo. Não há novos dados. É apenas a revisão de alguns poucos estudos; b) Dados científicos relevantes foram excluídos da revisão; c) A conclusão não está apoiada em dados científicos; d) a classificação do IARC não estabelece uma ligação entre glifosato e um aumento de câncer (MONSANTO CO., 2015a).

A estratégia da indústria é contrastar as conclusões do IARC com as conclusões das agências reguladoras, como a EPA, a EFSA e até mesmo a própria OMS. Em sua página na internet onde responde sobre o estudo, a empresa afirma que dos quatro programas da OMS que tem revisado o glifosato – *International Programme on Chemical Safety* – IPCS (Programa Internacional sobre Segurança Química), *Core Assessment Group on Pesticides do JMPR– CAGP* (Núcleo de Avaliação dos agrotóxicos) e *Guidelines for Drinking-Water Quality* (Diretrizes para a qualidade da água potável) e o IARC, este último é o único que associa o glifosato ao câncer (MONSANTO CO., 2015d). Em resposta o CAGP afirmou que o papel das duas instituições é diferente e que, por conta da monografia do IARC, decidiu criar uma força tarefa de especialistas *ad hoc* do JMPR e do IARC para uma reavaliação conjunta do glifosato. Este grupo de trabalho constatou que o IARC e o JMPR havia usado dados significativamente diferentes para avaliar o glifosato (CAGP, 2015). Porém a ONG *Natural Resources Defense Council* – NRDC (Conselho de Defesa dos Recursos Naturais, em português), enviou uma carta (OLSON, 2015), com apoio de diferentes ONGs tais como *Center for Biological Diversity* (Centro de Diversidade Biológica), *Center for Food Safety* (Centro de Segurança Alimentar), *Friends of the Earth Europe* (Amigos da Terra), *Pesticide Action Network*, entre outros, mostrando preocupação com o grupo de cientistas que formam o painel do JMPR, pois, segundo o NRDC, três dos oito membros do painel JMPR tinham vínculos financeiros e profissionais com a indústria química, incluindo a Monsanto, o que demonstraria inegável conflito de interesses¹⁵⁵.

¹⁵⁵ É importante também lembrar que o IARC já esteve no outro lado da controvérsia sobre suas relações com a indústria. Em 2003 o seu diretor, Lorenzo

Além disso, a indústria também tenta desqualificar a monografia do IARC afirmando que a instituição já classificou diversos itens na categoria 2, tais como café, telefones celulares, extrato de aloe vera, legumes em conserva, como também profissões tais como barbeiros e cozinheiros de frituras (MONSANTO CO, 2015a). Essa desqualificação mais confunde do que explica, pois os produtos mencionados pela empresa são classificados no Grupo 2B, e não no 2A como o do glifosato.

Tanto a Monsanto (2015a) quanto alguns pesquisadores, como Henry Miller, pesquisador aposentado na área biomédica da Universidade de Stanford e revisor de medicamentos geneticamente modificados do FDA nos EUA¹⁵⁶ (MILLER, 2015) têm afirmado que os estudos em que se baseiam o IARC são parciais e pouco profundos. Além disso, eles fazem referência ao estudo prospectivo de câncer em aplicadores de agrotóxicos e os seus cônjuges da United States' Agricultural Health Study – AHS (Estudo de Saúde Agrícola dos Estados Unidos). Este estudo é um esforço colaborativo envolvendo pesquisadores do Instituto Nacional do Câncer, o Instituto Nacional de Ciências de Saúde Ambiental, a EPA, e do Instituto Nacional de Segurança e Saúde Ocupacional, e seus resultados não têm apontado relação do glifosato com câncer.

A Monsanto convocou, segundo ela, um painel de especialistas para analisar a monografia do IARC sobre o glifosato. O painel concluiu que nenhum dos resultados oriundos de um grande banco de dados, usando diferentes metodologias, fornecia evidência de qualquer mecanismo potencial para a carcinogênese humana do glifosato. Afirmam, ainda, que o bioensaio com animais e as avaliações de genotoxicidade do IARC sofriam de “deficiências significativas”, tais como: seletividade na escolha dos dados revisados, incapacidade de utilizar toda a informação biológica relevante para avaliar as relações no tratamento em bioensaios com animais, e a não utilização de avaliações adequadas (WILLIAMS et al., 2015). Este painel, formado por especialistas de diversas áreas como Patologia, Epidemiologia, toxicologia, entre outras, tem, em sua maior parte, pesquisadores que já

Tomatis, foi acusado de atenuar os riscos de produtos químicos industriais (FERBER, 2003).

¹⁵⁶ Informações sobre Miller ver em <<http://www.forbes.com/sites/henrymiller/#ce82c036ef06>>. Acesso em 04 abr. 2015.

foram empregados da Monsanto ou que participaram como consultores para a empresa¹⁵⁷.

Algumas agências reguladoras também se manifestaram após repercussão da monografia do IARC. A Anvisa declarou em outubro de 2015 que até então as indicações de probabilidade de carcinogenicidade eram objetos de apenas um artigo na revista *The Lancet* e que era necessário aguardar a publicação oficial da monografia para “determinar a ordem prioritária de análise dos agrotóxicos que demandem reavaliação” (ANVISA, 2015). O BfR - Instituto Federal de Avaliação de Risco, da Alemanha, (*Bundesinstitut für Risikobewertung*) responsável pelo processo de reavaliação do glifosato na União Europeia, afirmou que a classificação do glifosato no Grupo 2A é uma “surpresa”, uma vez que outras avaliações realizadas por organismos supranacionais como o JMPR da OMS e também por agências reguladoras como a U.S. EPA haviam concluído o contrário. Afirmam também que é necessário esperar a monografia completa para tomarem posição (BFR, 2015).

Enquanto um grupo tenta minimizar a importância da avaliação do IARC e até mesmo a importância do próprio Instituto, que até então era utilizado como referência pelas agências reguladoras, as ONGs e cientistas do outro lado utilizaram o estudo do IARC como um grande trunfo na sua luta contra os agrotóxicos e os cultivos GM. A ONG *Pesticide Action Network* – PAN (Rede de Ação contra os Agrotóxicos), uma rede internacional que luta contra a produção e utilização de agrotóxicos em todo o mundo, comemora a publicação do artigo e clama para que governos e formuladores de políticas tomem medidas imediatas contra a utilização do glifosato (PANNA, 2015). O GMWatch, organização que luta contra os alimentos e cultivos GM, relembra que 80% dos cultivos GM são manipulados para serem resistentes ao glifosato. Portanto, esse anúncio ajudará a pressionar os reguladores contra tais cultivos (GMWATCH, 2015).

No Brasil, o Instituto Nacional do Câncer do Ministério da Saúde, conhecido apoiador de movimentos contrários ao uso de agrotóxicos, publicou seu posicionamento em favor do estudo do IARC, recomendou a utilização do Princípio da Precaução¹⁵⁸ e novas ações para que se reduza

¹⁵⁷ A lista dos especialistas com seus respectivos currículos pode ser acessada em: <<http://www.monsanto.com/iarc-roundup/pages/2015-glyphosate-expert-panel.aspx>>. Acesso em 04 jan. 2016.

¹⁵⁸ O Princípio da Precaução é adotado em Convenções e Acordos Internacionais, tais como o Protocolo de Montreal sobre substâncias que empobrecem a camada de ozônio e o Protocolo de Cartagena sobre Biossegurança – dos quais o Brasil é

progressivamente o uso dos agrotóxicos no Brasil e o apoio a um modelo de produção agroecológica e orgânica (INCA, 2015).

Se verídico ou não, verifica-se que o anúncio do IARC provocou bastante barulho e as organizações que lutam contra os agrotóxicos e os cultivos GM começaram imediatamente uma campanha para seu banimento. Alguns países tomaram algumas medidas em relação ao glifosato. A Holanda já havia tomado medidas bem antes do relatório do IARC. Em abril de 2014 o Parlamento Holandês anunciou a proibição da venda do herbicida para indivíduos privados, mas continuará sendo usado para uso comercial (SUSTAINABLE PULSE, 2014). A Ministra de Meio Ambiente e Energia da França, Segolene Royal, pediu que viveiros e floriculturas dispusessem o glifosato somente em armários fechados para que não fosse facilmente acessível. As vendas continuaram legais (REUTERS, 2015), mas algumas redes de supermercados estão decidindo, por conta própria retirar o glifosato das gôndolas. A rede de varejistas da Alemanha¹⁵⁹, bem como os viveiros e floriculturas do Reino Unido¹⁶⁰ removeram o glifosato de suas prateleiras. Há ainda um grupo recém criado que chama-se *Detox Project*¹⁶¹ que se propõe a fazer testes na urina e alimentos a qualquer um que solicitar. Um de seus fundadores, Henry Rowlands, é filho da co-fundadora da ONG *GMFree* do País de Gales, e é fundador também do portal de notícias online de agricultura sustentável, *Sustainable Pulse*. Este portal possui projetos como *GMO Evidence*, uma biblioteca online sobre a pesquisa em OGMs. Além disso, Henry também coordenou a criação do grupo *Global GMO Free Coalition* (Coalisão Global Livre de OGMs).

No Brasil, o MPF, que já havia solicitado o banimento do glifosato e de cinco outros agrotóxicos (MPF, 2014), reforçou o pedido em abril de 2015, afirmando que havia fatos novos, no caso, o estudo do IARC afirmando sobre a probabilidade de carcinogenicidade do glifosato. O

signatário –, é um princípio de direito ambiental que regula a adoção de medidas de proteção ao meio ambiente em casos envolvendo ausência de certeza científica e ameaças de danos sérios ou irreversíveis. Este princípio está previsto no Art. 225 da Constituição de 1988 (art. 225, § 1º, IV, CF/88) e adotado na Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizado no Rio de Janeiro de 1992.

¹⁵⁹ REWE groupe. Disponível em: <<http://www.rewe-group.com/en/newsroom/pressemitteilungen/1422#>>. Acesso em 20 nov. 2015

¹⁶⁰ West Six and North One Garden Centres. Disponível em <<http://www.hortweek.com/glyphosate-fears-roundup-pulled-west-six-north-one/retail/article/1354878>>. Acesso em 20 nov. 2015.

¹⁶¹ Disponível em <<http://detoxproject.org/>>. Acesso em 20 nov. 2015.

pedido foi acatado parcialmente. Foi deliberado apenas que a Anvisa teria prazo de noventa dias para concluir o processo de reavaliação do herbicida (MPF, 2015).

4.5.2 A reação dos aliados: a avaliação da EFSA

No momento em que os grupos contrários comemoravam o novo e muito forte aliado, o IARC e sua monografia contra o glifosato, a agência reguladora europeia, EFSA, lança em novembro de 2015 a sua avaliação sobre o herbicida e conclui que é improvável que o glifosato represente um perigo cancerígeno para os humanos e as provas não suportam a classificação em relação ao seu potencial cancerígeno. Além disso, recomendam a elevação da IDA de 0,3 para 0,5.

As conclusões da EFSA chegaram a um veredito totalmente oposto às conclusões do IARC. E tem um razão para ser, pois a legislação da União Europeia prevê que agrotóxicos ligados a uma provável carcinogenicidade humana baseada em provas oriundas de estudos em animais devem ser proibidos (PARLAMENTO..., 2009). Isto justifica a forte reação da indústria, que solicitou inclusive retração do estudo e uma retratação do IARC (GILLAM, 2015), principalmente porque a maioria dos cultivos GM são manipulados para serem resistentes ao glifosato.

A primeira reação de Robb Fraley da Monsanto, o mesmo que disse sentir-se “ultrajado” com o relatório do IARC, foi escrever em sua conta no twitter “*science wins*” (a ciência vence)¹⁶², confirmando o pensamento por parte da indústria de que o estudo do IARC foi “político” e “não científico”. Os grupos contrários afirmam que as agências reguladoras possuem em seus quadros muitos cientistas com ligações com as indústrias, o que tornam suas conclusões suspeitas. Um desses grupos é o Corporate Europe Observatory – CEO (Observatório Corporativo da Europa, em português)¹⁶³, cujo objetivo é pesquisar e divulgar a influência de lobistas corporativos na formulação de políticas da União Europeia.

Ao analisar o episódio IARC x EFSA/BfR o grupo CEO pontua três aspectos sobre as diferenças discrepantes dos resultados (CEO, 2015):

¹⁶² Disponível em <https://twitter.com/RobbFraley/status/664861221808656384>. Acesso em 23 mar. 2016

¹⁶³ Disponível em <http://corporateeurope.org/>. Acesso em 23 mar. 2016.

a) O IARC se baseou também em estudos com formulações de glifosato, as quais são utilizadas com adjuvantes para ampliar o efeito do herbicida, como já vimos acima, enquanto a EFSA/BfR, com base na própria legislação da União Europeia, se basearam apenas em estudos sobre o princípio ativo puro. Como vimos anteriormente, alguns pesquisadores afirmam que alguns adjuvantes podem ser mais tóxicos do que o próprio princípio ativo glifosato.

b) A EFSA/BfR afirmam que suas conclusões basearam-se em mais dados do que o IARC, porém, segundo o CEO, o IARC não teve acesso aos estudos confidenciais da indústria, pois estes são disponíveis somente para os reguladores e não para a comunidade científica e público em geral por conta de “segredos comerciais”. A questão de que há diferentes formulações exigiria que houvesse estudos para cada uma delas e que estes estivessem disponíveis para análise da comunidade científica.

c) A EFSA/BfR não divulgaram os cientistas que fizeram parte do painel de avaliação dos estudos sobre o glifosato. A justificativa de proteção contra influência indevida é aceitável segundo o CEO, porém após a publicação isso não seria mais necessário já que o risco de influência não existiria mais. O fato é que a agência reguladora se recusou a divulgar os nomes. O IARC, ao contrário, divulgou o nome de todos os panelistas e disponibilizou todos os estudos para acesso ao público.

O mais recente episódio da controvérsia envolvendo os institutos de pesquisa em relação à carcinogenicidade do glifosato foi o envio de uma carta aberta à Comissão Europeia, assinada por 96 cientistas, questionando as discrepâncias entre os relatórios do IARC e EFSA/BfR e solicitando que a EFSA realize uma revisão “transparente”, “aberta” e “confiável” sobre o glifosato. Nas conclusões afirmam forte oposição aos estudos usados pelo BfR devido a utilização de dados não acessíveis, portanto, não reprodutíveis, não refletindo a ciência disponível (PORTIER et al., 2015).

Grupos ambientalistas no mundo todo têm apelado pela proibição do uso do glifosato após relatório do IARC. Diversas restrições ao uso do herbicida foram impostas ao redor do mundo como uso em lugares públicos, gramados e jardins, ou proibição de pulverização aérea,

conforme relatório da organização que luta contra os agrotóxicos pelo mundo *Pesticide Action Network* (PAN-UK, 2015). Na Europa, por exemplo, que está em vias de analisar o pedido de autorização do glifosato por mais dez anos, as ONGs têm feito campanhas para que os parlamentares europeus não deem nova autorização¹⁶⁴. O comitê de peritos da Comissão Europeia ainda não conseguiu chegar a um consenso para votar a favor ou contra o prolongamento da autorização de venda do herbicida na UE. Isso pode significar que o glifosato poderá sair das prateleiras do mercado europeu. Por outro lado, os ativistas favoráveis aos OGMs, comemoram a publicação do mais novo relatório da Academia Nacional de Ciências dos EUA, que reafirma a segurança à saúde humana e ao meio ambiente dos cultivos GM e do glifosato (NAS, 2016) e as conclusões do mais recente relatório da reunião conjunta da FAO e OMS (JMPR, 2016) sobre a improbabilidade que o glifosato seja um risco cancerígeno para os seres humanos através da dieta alimentar. Em um artigo no jornal inglês *The Guardian*, afirma-se que há conflitos de interesses pró-indústria de membros que participam do JMPR¹⁶⁵.

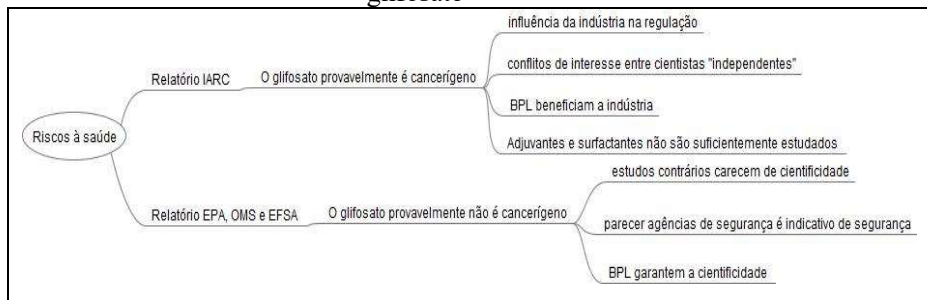
Esses exemplos mostram que a controvérsia não está encerrada, pelo contrário, ela se acirra de forma crescente e torna-se cada vez mais técnica, cada parte mobilizando mais actantes e ampliando suas redes de influência. De acordo com Latour (2000), “quanto mais as controvérsias se inflamam, mais ambos os lados precisam mobilizar argumentos para comprovar sua posição, e quanto mais precisam de argumentos, mais buscam o argumentos científico (mais caixas pretas) para ajudá-los”. Ao que parece, a controvérsia em torno do glifosato parece estar longe de ser encerrada.

Abaixo (Figura 17) representamos os principais debates relacionados a essa controvérsia.

¹⁶⁴ Disponível em: <<https://actions.sumofus.org/a/tell-the-european-parliament-to-vote-cancer-causing-glyphosate-out-of-europe/?akid=18528.6517963.sAfb1w&rd=1&source=fwd&t=4>>. Acesso em 22 maio 2016.

¹⁶⁵ Disponível em <<http://www.theguardian.com/environment/2016/may/17/unwho-panel-in-conflict-of-interest-row-over-glyphosates-cancer-risk>>. Acesso em 20 maio 2016.

Figura 17 - Mapa cognitivo da controvérsia sobre os riscos à saúde do glifosato



Fonte: Elaborado pela autora.

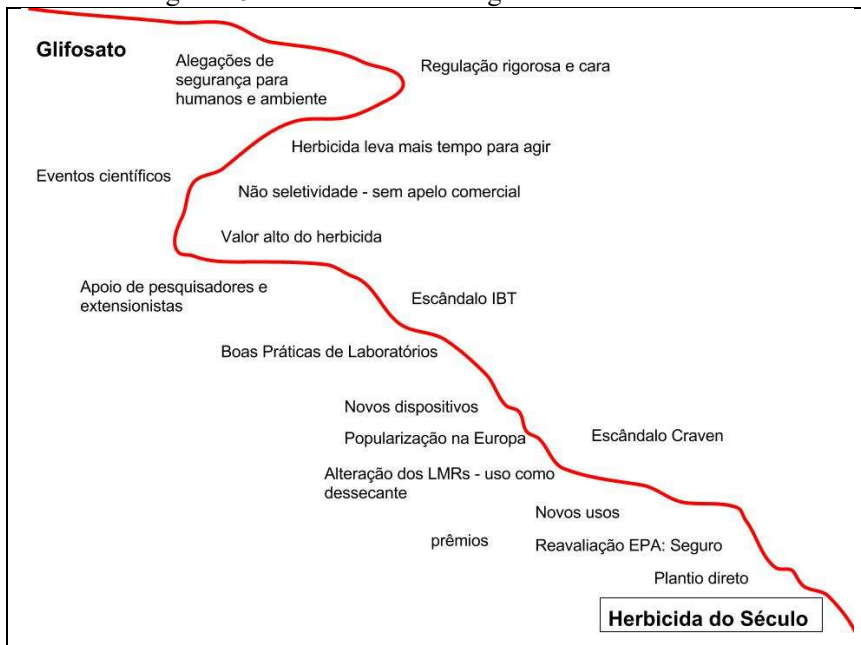
5 CONCLUSÃO

Nesta tese estudamos, caracterizamos e dividimos a trajetória do glifosato em dois momentos: antes e depois da emergência das controvérsias em torno dele. Discutimos no capítulo 2, através da metodologia de Cartografia de Controvérsias, que é possível representarmos o movimento de tradução – os desvios e composições –, para traçarmos uma linha que reproduza o caminho de uma inovação tecnológica e as tentativas para torná-la parte da paisagem, torná-la invisível. Com base nessa metodologia, foi possível identificar que até a emergência dos cultivos geneticamente modificados não havia “inimigos” declarados do glifosato.

Seguimos no capítulo 3 o discurso de segurança e sustentabilidade associado ao glifosato. Vimos que, apesar de inicialmente a inovação enfrentar algumas resistências – ligadas mais especificamente a aspectos técnicos e comerciais do que às questões de segurança –, não foram necessários grandes desvios em sua trajetória de aceitação no mercado. Além disso, outro ator-rede importante, o plantio direto, foi mobilizado como aliado na rede de atores do glifosato como estratégia de tradução para a sustentabilidade. Porém, esta condição só seria alcançada se esta prática estivesse associada a um herbicida de baixa toxicidade aos seres humanos e ao meio ambiente. Dessa forma, o glifosato tornou-se parte da paisagem da agricultura e as alegações de sua segurança e sustentabilidade foram mobilizadas pelos atores sem dissidências e traições. O glifosato passou a ser considerado o “herbicida do século”, o mais consumido em todo o mundo. Portanto, a indústria teve êxito em traduzir a sustentabilidade a partir da utilização de produtos químicos na agricultura fazendo com que o glifosato se tornasse indispensável. E mais do que isso, é possível afirmar que a molécula assume em alguns momentos o papel de ponto de passagem obrigatório para a própria Monsanto, pois a empresa se reinventa e se reorganiza a partir do glifosato. A empresa mudou todo o seu direcionamento anterior – abandonaram setores da indústria inteiros (química, farmacêutica e de alimentos) e fizeram a opção pelo “agrícola”.

Na Figura 18, abaixo, reproduzimos, os movimentos de tradução do glifosato, numa linha histórica apresentada em dois quadros, a partir do levantamento de informações disponíveis sobre as conexões entre a inovação e a sociedade.

Figura 18 - Linha de frente do glifosato - Parte 1



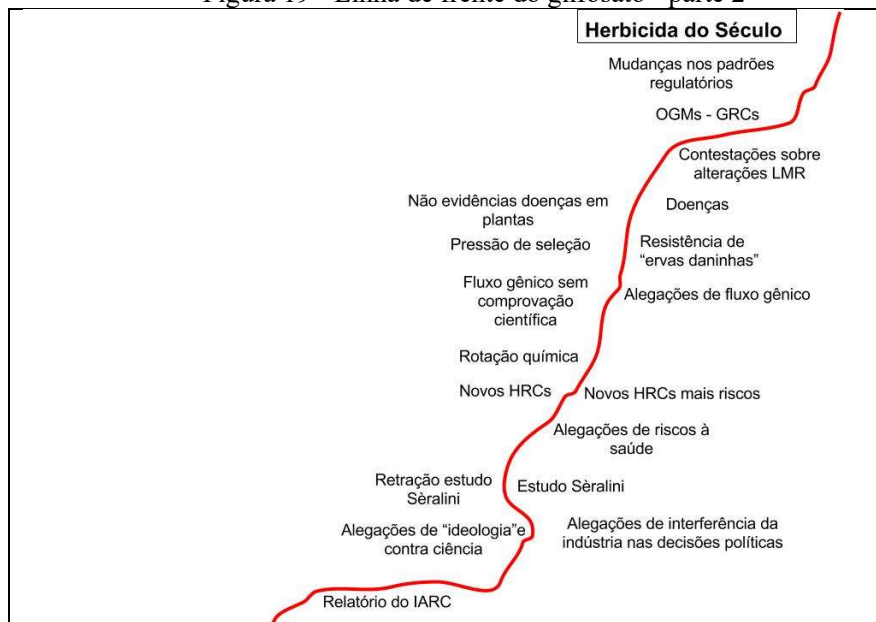
Fonte: Elaborado pela autora.

Conforme discutido no capítulo 2, a tradução é construída através dos desvios e da composição, ou seja, todos os movimentos necessários para que uma inovação tecnológica torne-se parte da paisagem. Dessa forma, a figura 18 demonstra as estratégias criadas pela Monsanto para tornar o glifosato uma inovação de sucesso, ou seja, deixa claro que os objetivos individuais dos atores se cruzam, são multiplicados, são forçados a desviarem e compõem juntos um movimento coletivo que culminou na consolidação do “herbicida do século”. Assim, o lado esquerdo representa os apoiadores da inovação, enquanto no lado direito estão os movimentos dos oponentes ou os problemas encontrados que precisam ser superados e/ou desviados. A linha vermelha marca o trabalho de tradução. Quanto mais a linha se aproxima do lado direito, maior o número de associações, maior a rede de apoio e maiores as chances da inovação se tornar indispensável.

Por conta do sucesso de sua tradução, ou seja, a maneira como o glifosato conseguiu se inserir como uma solução técnica infalível e bem aceita, ele foi mobilizado para fazer parte de outro projeto da Monsanto: o dos cultivos geneticamente modificados. A Monsanto tentou

transformá-lo num aliado importante na investida a esta nova tecnologia e conseqüentemente a uma rede de atores no intuito de promover os cultivos GM como sustentáveis e seguros. Entretanto, esse evento coincide com a emergência das controvérsias em torno do glifosato, conforme figura 19.

Figura 19 - Linha de frente do glifosato - parte 2



Fonte: Elaborado pela autora.

A representação esquemática da trajetória do glifosato após a emergência dos cultivos transgênicos demonstra que o glifosato, inicialmente mobilizado para fazer parte da rede dos cultivos GM como um aliado de peso, transforma-se numa ambiguidade, porque também passa a ser o que poderíamos denominar de “aliado traidor”. A linha vermelha passa a se movimentar para o lado esquerdo, ou seja, os grupos contrários começam a ganhar força. Até então um aliado importante dos OGMs e apresentado como sustentável, o glifosato passa a ser também aliado dos grupos contrários aos OGMs a partir do momento que deixa de cumprir suas “funções” inicialmente pretendidas, passando a ser um forte argumento contra as alegações de segurança e sustentabilidade destes cultivos. O relatório do IARC de que o glifosato é “provavelmente carcinogênico para humanos” chegou a provocar discussões sobre o

possível banimento do glifosato, algo impensável até há pouco tempo. Essas declarações mobilizaram tanto a indústria quanto os organismos regulatórios, como a OMS, a EPA e a EFSA, a emitirem pareceres reafirmando a improbabilidade do glifosato representar um risco cancerígeno.

Os problemas com o glifosato passaram a ser justificativa para a introdução de outros cultivos geneticamente modificados para serem resistentes a novos herbicidas, como é o caso da Dicamba, também da Monsanto. Isto é estrategicamente e comercialmente interessante à empresa, uma vez que a patente do glifosato está expirada desde o ano 2000. Há também a introdução de novos cultivos geneticamente modificados para serem resistentes a herbicidas que possivelmente possuem indicadores de risco maiores que o do glifosato, além de HRCs com combinação de dois ou mais herbicidas. Outras indústrias têm criado páginas na internet com o objetivo, segundo elas, de “desmistificar” com base em “fatos” as impressões sobre seus herbicidas. Entre as principais está a Dow Chemical Company, produtora do 2,4-D¹⁶⁶, a Syngenta, que produz o Paraquat¹⁶⁷ e a Bayer, que fabrica o Glufosinato¹⁶⁸. De modo geral, apresentam seus discursos favoráveis aos seus produtos declarando-os seguros, desde que usados dentro das doses recomendadas, devido às novas variedades geneticamente modificadas recentemente aprovadas nos EUA e Brasil resistentes a estes herbicidas.

Buscou-se nesta tese contextualizar a controvérsia em torno do glifosato numa perspectiva histórica: não só em relação aos problemas que têm sido levantados em relação aos riscos à saúde e os problemas ambientais causados em relação ao uso intensivo do herbicida, mas também porque coloca em evidência as complexas relações entre agências governamentais, indústrias privadas, e a ciência. Nos capítulos 3 e 4 pudemos observar como a interação entre ciência e regulação formam as bases do sistema de segurança alimentar e como essa tríade contribuiu para a difusão da ideia que os produtos químicos na agricultura, a partir de uma extensa infraestrutura que compreende a legislação, fiscalização e monitoramento, são seguros e essenciais para a produção de alimentos. O mais forte argumento das indústrias

¹⁶⁶ Disponível em: <<https://www.iniciativa24d.com.br/mitos-e-verdades/>>. Acesso em 26 maio 2016.

¹⁶⁷ Disponível em: <<http://paraquat.com/portugues/banco-de-conhecimentos/dados-e-fatos-sobre-paraquat>>. Acesso em 26 maio 2016.

¹⁶⁸ Disponível em: <<https://www.glufosinate-ammonium.com/en/Basics/What-is-Glufosinate-ammonium.aspx>>. Acesso em 26 maio 2016.

agroquímicas em defesa dos agrotóxicos é a rigurosidade dos sistemas de regulação.

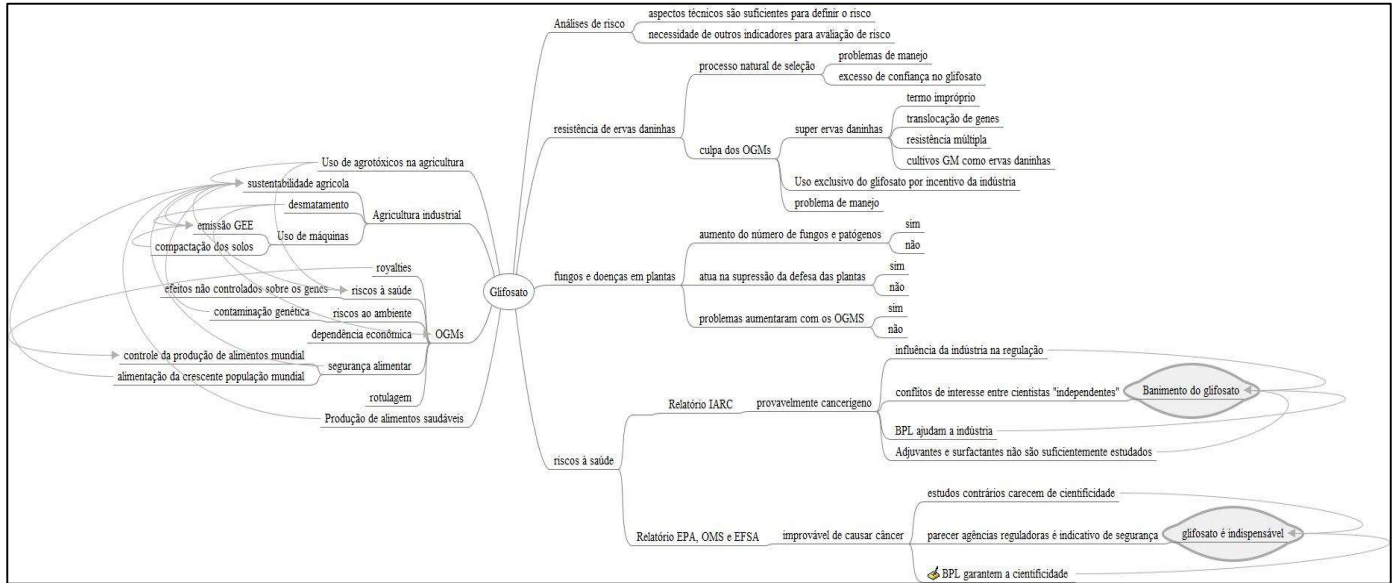
Por conta disso, a controvérsia em torno do glifosato vai além (ver Figura 20). Discuti-la se mostra relevante também porque permeia o modelo agrícola dominante, que coloca o Brasil nas primeiras posições de consumo de agrotóxicos no mundo. Ela coloca mais uma vez em pauta o questionável “consenso” de que é inevitável o uso de agrotóxicos para produzir alimentos para uma crescente população mundial, visão malthusiana contestada por pesquisadores e organizações que defendem os cultivos orgânicos ou agroecológicos. A tese coloca em pauta também a discussão sobre a confiança nas agências reguladoras. O argumento de que o herbicida ao obter a aprovação pela agência reguladora passa ser indicativo incontestável de sua segurança foi questionado nesta tese a partir de dados levantados sobre os processos de aprovação em diferentes países.

Verifica-se que a controvérsia em torno do glifosato é sintoma de um movimento maior de questionamentos sobre a produção de OGMs, os quais também são inseridos num quadro mais amplo de controvérsias em relação ao modelo de produção agrícola industrializado altamente dependente dos insumos químicos. Questões de saúde são sempre perspectivas complicadas do ponto de vista político. Por um lado, se o Estado não reage ou é negligente está correndo o risco de ser responsável por um grande escândalo (como por exemplo os eventos da vaca louca e da gripe suína). Por outro lado, se se proíbe e depois se demonstra que não havia riscos, será acusado de anticientífico, de ter tomado uma decisão eleitoreira ou ideológica. Evidencia-se assim que a ciência está entrelaçada aos interesses políticos e econômicos, apesar do seu discurso de pretensa neutralidade. Guivant (2005b), ao fazer um resgate sobre os estudos sociais dos riscos e sobre as críticas ao modelo técnico-quantitativo da análise de risco, afirma que as controvérsias em torno dos transgênicos – e podemos incluir também o glifosato porque faz parte dessa controvérsia – têm extrapolado a arena do setor agroalimentar e gerado uma demanda de debate que vai além das fronteiras da ciência, acenando aos setores corporativos e governamentais que não é mais possível desconsiderar as percepções também dos consumidores nos processos decisórios sobre os riscos tecnológicos e ambientais. Nessa perspectiva, é necessário que os cidadãos participem do processo decisório da política regulatória para que esta seja direcionada para a redução do uso de agrotóxicos, levando-se em conta os impactos socioeconômicos da utilização e/ou redução dos mesmos, e não apenas aspectos técnicos relacionados à segurança e ao ambiente.

Seguir o glifosato dentro da perspectiva da ANT foi um duplo desafio. Como é uma tecnologia já consolidada, muitos dos traços iniciais de sua produção já não estavam tão visíveis. Foi necessário des-crevê-lo, no sentido usado por Latour (2014), na tentativa de compreender o papel dessa inovação tecnológica e o processo de tradução que a tornou indispensável. Nesse sentido, precisamos tornar evidentes as maneiras pelas quais o artefato foi socialmente produzido e como alcançou sucesso em termos de sua grande aceitação e utilização, considerado por longo tempo inócuo aos seres humanos e animais, quase uma unanimidade entre os atores da área agrícola. Num segundo momento, após um período de 20 anos de utilização do glifosato, as alegações de segurança e sustentabilidade do uso do herbicida, até então "consolidadas" e "naturalizadas", passam a ser contestadas, e passamos ao segundo desafio: colocar em prática a metodologia da Cartografia de Controvérsias para mapear o debate em torno do glifosato, que envolvia uma infinidade de actantes localizados globalmente numa extensa rede de alianças e diversidade de alegações. Tecer esta rede, ou seja, reunir, manipular, analisar, interpretar e descrever as conexões e revelar a complexa dinâmica social envolvida nessa controvérsia de forma detalhada e completa seria uma tarefa impossível a um pesquisador isolado. Venturini (2010) previne que controvérsias muito grandes devem ser evitadas. Porém, não é possível saber de antemão o tamanho da controvérsia quando você entra nela. Portanto entendemos que tocamos a superfície da controvérsia e que há questões ainda a serem exploradas e seria interessante trabalhar na produção de mapas que permitam uma visualização mais dinâmica da controvérsia.

Na figura 20 situamos as controvérsias de maior amplitude às quais o glifosato está inserido (lado esquerdo): o glifosato é parte integrante de controvérsias maiores como o debate em torno do modelo de agricultura, que se desdobra nas controvérsias em torno do uso da biotecnologia na agricultura, como no caso dos cultivos geneticamente modificados e em torno da sustentabilidade agrícola. O uso de agrotóxicos faz fronteira também com os debates em torno do que seria um alimento saudável. Do lado direito elencamos as subcontrovérsias que se abrem em torno do glifosato e discutidas nesta tese: as análises de riscos e as discussões sobre padrões científicos de determinação de segurança, a resistência de “ervas daninhas”, os fungos e doenças em plantas e os riscos à saúde humana.

Figura 20 - Mapa cognitivo sobre as controvérsias em torno do glifosato



Fonte: elaborado pela autora

Há alguns temas e questões, além das que já colocamos acima, que não foram desenvolvidos nesta tese pelo seu limite temporal e metodológico (para não fugir do foco da análise), mas que apontam para interessantes cartografias e que podem inspirar novas pesquisas:

- Aprofundar a identificação e caracterização dos atores e tornar visíveis as redes sociotécnicas envolvidas na abertura e desenvolvimento de cada uma das controvérsias em torno do glifosato, mapeando a rede de relações dos diferentes atores, suas alianças e oposições.
- É necessário analisar a rede em torno dos adjuvantes e surfactantes utilizados nas formulações de glifosato. Esse problema é ainda discutido superficialmente e os estudos examinam basicamente aspectos técnicos de eficiência agrônômica. A quantidade e o tipo de surfactante varia consideravelmente entre as formulações vendidas. Portanto, os riscos à saúde humana do herbicida não está relacionado somente ao princípio ativo (glifosato), mas com uma mistura variada e complexa. O problema é que o princípio ativo, os sais e os surfactantes são analisados separadamente.
- No Brasil, além do problema da utilização maciça de agrotóxicos, há outro grave problema em relação à utilização destes químicos através de contrabando de substâncias proibidas no país e uso de agrotóxicos ilegais. Seria importante mapear esse rede e identificar a que interesses ela serve.
- Outra questão que emergiu foi sobre a controvérsia em torno das publicações *peer review*, ou revisadas por pares. As principais discussões giram em torno da concentração editorial que eleva os custos de publicação por parte dos cientistas, e as publicações *pay to play* (algo como “pagar para jogar”), que se caracterizam por revistas online que cobram para publicar sem que os artigos sejam revisados por pares¹⁶⁹. São consideradas como “publicações predatórias”, com revisores falsos, manipulação do processo de revisão por pares, além de denúncias de interferência da indústria em revistas científicas para aprovar ou retraindo artigos conforme seus interesses.
- Tratamos aqui brevemente também sobre o uso da internet como forma de divulgação da ciência, mas baseado no

¹⁶⁹ Esta questão foi alvo de uma publicação especial da Nature. Disponível em <<http://www.nature.com/news/specials/scipublishing/index.html>>. Acesso em 12 out. 2015.

artifício do uso de “consultores de imagem do produto” pagos pela indústria vestidos de cientistas. Há denúncias também de que professores de universidades conceituadas recebem incentivos financeiros das indústria para fornecerem sua “opinião” favorável a determinados produtos.

Esta tese visa contribuir para uma maior compreensão dos processos sociais envolvidos no desenvolvimento tecnológico respeitando o caráter de rede ininterrupta entre tecnologia e sociedade. Além disso, a tese procurou evidenciar o “cosmos”, termo utilizado por Latour (2014) para indicar o contexto ampliado onde se insere a controvérsia, em torno do glifosato, as meta controvérsias e as subcontrovérsias relacionadas a ele. Espera-se que a leitura da mesma contribua para que os leitores percebam a complexidade da controvérsia em torno do glifosato. Além disso, de acordo com Latour (2014), o principal objetivo da metodologia de mapeamento de controvérsia é equipar os cidadãos a decidir sobre questões que dizem respeito às suas vidas. Ela permite aos espectadores detectarem os lados de cada controvérsia. Assim, para tomar uma decisão é necessário desenhar o cosmos, para ver as cores de cada um, os interesses de cada um. É preciso identificar argumentos para que se possa debater mais abertamente, ou de forma mais transparente sobre os rumos da produção agrícola mundial. Acreditamos, neste sentido, que este trabalho apresente novos e pertinentes argumentos. Tendo maior clareza sobre os interesses em jogo, pode-se caminhar para uma governança mais segura, ou ao menos mais transparente.

REFERÊNCIAS

- ACADÉMIES NATIONALES. **Avis des Académies nationales d'Agriculture, de Médecine, de Pharmacie, des Sciences, des Technologies, et Vétérinaire sur la publication récente de G.E. Séralini et al. sur la toxicité d'un OGM.** [s.l.: s.n.]. Disponível em: <<http://www.academie-sciences.fr/pdf/rapport/avis1012.pdf>>. Acesso em: 29 dez. 2015.
- AHDB-HGCA. **Pre-harvest glyphosate application to wheat and barley.** [s.l.: s.n.]. Disponível em: <<http://cereals.ahdb.org.uk/media/185527/is02-pre-harvest-glyphosate-application-to-wheat-and-barley.pdf>>. Acesso em: 9 nov. 2014.
- AKRICH, M. et al. the Key To Success in Innovation Part I: the Art of interressement. **International Journal of Innovation Management**, v. 06, n. 02, p. 207–225, 2002.
- ALAVANJA, M. C. R.; ROSS, M. K.; BONNER, M. R. Increased cancer burden among pesticide applicators and others due to pesticide exposure. **CA: A Cancer Journal for Clinicians**, v. 63, n. 2, p. 120–142, 2013.
- ALTMAN, J.; CAMPBELL, C. L. Effect of herbicides on plant diseases. **Annual Review of Phytopathology**, v. 15, p. 361–385, 1977.
- ÁLVAREZ, A. V. DE; FUENTES, C. L.; TORRES-TORRES, E. Respuesta al glifosato de un aislamiento de rhizoctonia solani, agente causal del anublo de la vaina del arroz, y de cuatro aislamientos de trichoderma, bajo condiciones in vitro. **Agronomía Colombiana**, v. 19, n. 1-2, p. 43–55, 2002.
- AMARANTE JUNIOR, O. P. DE; SANTOS, T. C. R. DOS. Glifosato: propriedades, toxicidade, usos e legislação. **Química Nova**, v. 25, n. 4, p. 589–593, 2002.
- AMORIM, T.-A. DE. **Nanotecnologia e constituição de riscos: uma análise dos nanotubos de carbono a partir da sociologia da ciência.** [s.l.] Universidade Federal de Santa Catarina, 2011.
- ANDREOTTI, G. et al. Agricultural pesticide use and pancreatic cancer risk in the Agricultural Health Study Cohort. **International Journal of Cancer**, v. 124, n. 10, p. 2495–2500, 2009.
- ANDRIUKAITIS, V. Commission Implementing Decision (EU)

2016/321. 2016, p. 60/90–60/92.

ANVISA. **Índice Monográfico: Bromoxinil**. Brasília: [s.n.].

Disponível em:

<<http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/d42ca40047458afb9485d43fbc4c6735/b15.pdf?MOD=AJPERES>>. Acesso em: 8 jan. 2015.

ANVISA. Portaria nº 888, de 6 de novembro de 1998. **Diário Oficial da União**, n. 228-E, p. 42–42, 1998.

ANVISA. **Consulta Pública 84/2003** Agência Nacional de Vigilância Sanitária. 2003.

ANVISA. Resolução nº 33, de 16 de fevereiro de 2004. **Diário Oficial da União**, n. 33, p. 51–51, 2004.

ANVISA. Resolução-RE nº 477, de 23 de fevereiro de 2005. **Diário Oficial da União**, n. 37, p. 46–46, 2005.

ANVISA. **Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA): Relatório de Atividades de 2001 – 2007**. Brasília: [s.n.]. Disponível em:

<<http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/587f64804745787985d4d53fbc4c6735/relatorio+2001+2007.pdf?MOD=AJPERES>>.

ANVISA. **Programa de análise de resíduos de agrotóxicos em alimentos - PARA: Nota Técnica para divulgação dos resultados do PARA de 2008**. Brasília: [s.n.]. Disponível em:

<<http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/3989428047457d5189a7dd3fbc4c6735/nota+tecnica+-+resultados+para+2008.pdf?MOD=AJPERES>>.

ANVISA. **Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA) - 2009**. Brasília: [s.n.]. Disponível em:

<http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/d67107004634368583a5bfec1b28f937/Relatório+PARA+2012+2ª+Etapa+-+17_10_14-Final.pdf?MOD=AJPERES>.

ANVISA. **Índice Monográfico G01 Glifosato**. Brasília: [s.n.].

Disponível em:

<<http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/6e400500474594899c26dc3fbc4c6735/G01.pdf?MOD=AJPERES>>.

ANVISA. **Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos Em Alimentos (PARA) - 2010**. Brasília: [s.n.]. Disponível em:

<<http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/b380fe004965d38ab6abf>

74ed75891ae/Relatório+PARA+2010+-
+Versão+Final.pdf?MOD=AJPERES>.

ANVISA. Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA) - 2011-2012. Brasília: [s.n.]. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/d480f50041ebb7a09db8bd3e2b7e7e4d/Relatório+PARA+2011-12+-+30_10_13_1.pdf?MOD=AJPERES>.

ANVISA. Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em alimentos (PARA): relatório complementar relativo à segunda etapa das análises de amostras coletadas em 2012. Brasília: [s.n.]. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/d67107004634368583a5bfec1b28f937/Relatório+PARA+2012+2ª+Etapa+-+17_10_14-Final.pdf?MOD=AJPERES>.

ANVISA. Anvisa esclarece sobre carcinogenicidade de cinco substâncias comercializados no país.

APHA. Prevention of Dioxin Generation from PVC Plastic Use by Health Care Facilities. Disponível em: <<http://www.apha.org/policies-and-advocacy/public-health-policy-statements/policy-database/2014/07/07/11/03/prevention-of-dioxin-generation-from-pvc-plastic-use-by-health-care-facilities>>. Acesso em: 12 out. 2015.

APPLEBY, A. P. A history of weed control in the United States and Canada — a sequel. **Weed Science**, v. 53, n. 6, p. 762–768, 2005.

APROSOJA. Plantas daninhas resistentes ao glifosato em lavouras de milho. Disponível em: <<http://aprosojabrasil.com.br/2014/plantas-daninhas-resistentes-ao-glifosato-em-lavoura-de-milho/>>. Acesso em: 28 set. 2015.

ARBUCKLE, T. E.; LIN, Z.; MERY, L. S. An exploratory analysis of the effect of pesticide exposure on the risk of spontaneous abortion in an Ontario farm population. **Environmental Health Perspectives**, v. 109, n. 8, p. 851–857, 2001.

ARIS, A.; LEBLANC, S. Maternal and fetal exposure to pesticides associated to genetically modified foods in Eastern Townships of Quebec, Canada. **Reproductive toxicology (Elmsford, N.Y.)**, v. 31, n. 4, p. 528–33, maio 2011.

ASPELIN, A. L.; GRUBE, A. H. **Pesticides industry sales and usage -**

1996 - 1997 Market estimates Biological and Economic Analysis

Division. Washington, D.C: [s.n.]. Disponível em:

<<http://nepis.epa.gov/Exe/ZyPDF.cgi/200001IL.PDF?Dockey=2000011L.PDF>>.

ASTIZ, M.; ALANIZ, M. J. T. DE; MARRA, C. A. Effect of pesticides on cell survival in liver and brain rat tissues. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 72, n. 7, p. 2025–2032, 2009.

BAILLIE, A. C. et al. **Inhibitors of shikimate dehydrogenase as potential herbicides** Biochemical Society. **Anais...1972**

BALEY, G. J. et al. Influence of glyphosate, crop volunteer and root pathogens on glyphosate-resistant wheat under controlled environmental conditions. **Pest Management Science**, v. 65, n. 3, p. 288–299, 2009.

BARKER, C. **Cultural Studies: Theory and Practice**. Londres: Sage, 2005.

BAUMAN, T. T. **General aspects of weed management in no till planting** XXI Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas. **Anais...Caxambu - MG: Sociedade Brasileira da Ciencia das Plantas Daninha, 1997**

BEAUCHAMP, T. L. Ethical theory and problem of closure. In: ENGELHARDT, T. H.; CAPLAN, A. L. (Eds.). **Scientific controversies: case studies in the resolution and closure of disputes in science and technology**. 2. ed. New York/Sydney/Melbourne/Port Chester: Cambridge University Press, 1989. p. 27–48.

BECK, U. **Sociedade de Risco: rumo a uma outra modernidade**. 1^a. ed. São Paulo: Ed. 34, 2010.

BEHRENS, M. R. et al. Dicamba resistance: enlarging and preserving biotechnology-based weed management strategies. **Science**, v. 316, n. 5828, p. 1185–1188, 2007.

BELLÉ, R. et al. L'embryon d'oursin, le point de surveillance de l'ADN endommagé de la division cellulaire et les mécanismes à l'origine de la cancérisation. **Journal de la Société de Biologie**, v. 201, n. 3, p. 317–327, 2007.

BENACHOUR, N. et al. Time- and dose-dependent effects of roundup on human embryonic and placental cells. **Archives of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 53, n. 1, p. 126–133, 2007.

BENACHOUR, N.; SÉRALINI, G. E. Glyphosate formulations induce apoptosis and necrosis in human umbilical, embryonic, and placental cells. **Chemical Research in Toxicology**, v. 22, n. 1, p. 97–105, 2009.

BENBROOK, C. M. Impacts of genetically engineered crops on pesticide use in the U.S. -- the first sixteen years. **Environmental Sciences Europe**, v. 24, n. 1, p. 24, 2012.

BENSINGER, K.; VARTABEDIAN, R. Toyota calls in Exponent Inc. as hired gun. **Los Angeles Times**, p. 1–3, 18 fev. 2010.

BEURET, C. J.; ZIRULNIK, F.; GIMÉNEZ, M. S. Effect of the herbicide glyphosate on liver lipoperoxidation in pregnant rats and their fetuses. **Reproductive Toxicology**, v. 19, n. 4, p. 501–504, 2005.

BFR. **A study of the University of Caen neither constitutes a reason for a re-evaluation of genetically modified NK603 maize nor does it affect the renewal of the glyphosate approval - BfR**. Disponível em: <http://www.bfr.bund.de/en/press_information/2012/29/a_study_of_the_university_of_caen_neither_constitutes_a_reason_for_a_re_evaluation_of_genetically_modified_nk603_maize_nor_does_it_affect_the_renewal_of_the_glyphosate_approval-131739.html>. Acesso em: 29 dez. 2015.

BFR. **Does glyphosate cause cancer?** Disponível em: <www.bfr.bund.de>. Acesso em: 28 mar. 2015.

BIJKER, W. E.; HUGHES, T. P.; PINCH, T. J. **The Social Construction of Technological Systems: new directions in the Sociology and History of technology**. Cambridge and London: MIT Press, 1993. v. 1

BJERREGAARD, R. Decisão 98/294/CE: relativa à colocação no mercado de milho geneticamente modificado (*Zea mays* L. da linhagem MON 810). **Jornal Oficial das Comunidades Europeias**, p. 32–33, 1998.

BLECHER, B. **Erva daninha ameaça hegemonia da soja transgênica**. Disponível em: <<http://www.clicrbs.com.br/blog/jsp/default.jsp?source=DYNAMIC,blog.BlogDataServer,getBlog&uf=2&local=&template=3948.dwt§ion=Blogs&post=204434&blog=389&coldir=1&topo=3994.dwt>>. Acesso em: 22 nov. 2015.

BLECHER, B. Erva daninha desafia cultivo transgênico. **Revista Globo**

Rural, jun. 2010.

BLOOR, D. **Knowledge and Social Imagery**. London: Routledge & Kegan Paul, 1976.

BOLOGNESI, C. et al. Genotoxic activity of glyphosate and its technical formulation roundup. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 45, n. 5, p. 1957–1962, 1997.

BRADSHAW, L.D.PADGETTE, S. R.; KIMBALL, S. L.; WELLS, B. H. Perspectives on glyphosate resistance. **Weed Technology**, v. 11, n. 1, p. 189–198, 1997.

BRADSHAW, L. D. et al. Perspectives on Glyphosate Resistance. **Weed Science Society of America**, v. 11, n. 1, p. 189–198, 1997.

BRAMHALL, R. A.; HIGGINS, V. J. Colonization of root tissues in tomato seedlings genetically resistant to *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici* Jarvis & Shoemaker occurred following exposure to a sublethal concentration of the herbicide glyphosate (1.0 mM for 24 h prior to inocul. **Canadian Journal of Botany**, v. 66, n. 8, p. 1547–1555, 1988.

BRASIL. Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989. 1989, p. 1–7.

BROAD, W. Who tests the product-testing labs? **The New York Times**, p. 1–3, 1983.

BUSCH, L.; JUSKA, A. Beyond political economy: actor networks and the globalization of agriculture. **Review of International Political Economy**, v. 4, n. 4, p. 688–708, 1997.

BUTTEL, F. H. Socioeconomic Impacts and Social Implications of Reducing Pesticide and Agricultural Chemical Use in the United States. In: PIMENTEL, D.; LEHMAN, H. (Eds.). **The pesticides question: environment, economics, and ethics**. London and New York: Chapman & Hall, 1993. p. 153–181.

CAGP. **Expert Taskforce on carcinogenicity of Diazon, Glyphosate and Malathion**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <http://www.who.int/foodsafety/areas_work/chemical-risks/termofreference.pdf>. Acesso em: 31 dez. 2015.

CALLON, M. et al. From translations to problematic networks: An introduction to co-word analysis. **Social Science Information**, v. 22, n. 2, p. 191–235, 1 mar. 1983.

- CALLON, M. Some elements of a sociology of translation: domestication of the scallops and the fishermen of St. Brieuc Bay. In: LAW, J. (Ed.). **Power, action, and belief: A new sociology of knowledge?** London: Routledge, 1986a. p. 196–223.
- CALLON, M. The Sociology of an Actor-Network: the Case of the Electric Vehicle. In: CALLON, M.; LAW, J.; RIP, A. (Eds.). **Mapping the dynamics of science and technology: Sociology of science in the real world.** London: The Macmillan Press Ltd, 1986b.
- CALLON, M. Society in the Making: The Study of Technology as a Tool For Sociological Analysis. In: BIJKER, W. E.; HUGHES, T. P.; PINCH, T. J. (Eds.). **The Social Construction of Technological Systems.** Cambridge and London: MIT Press, 1993. p. 83–103.
- CAMBERATO, J. et al. **Glyphosate's Impact on Field Crop Production and Disease Development.** Disponível em: <<https://www.btny.purdue.edu/WeedScience/2011/GlyphosatesImpact11.html>>. Acesso em: 15 abr. 2014.
- CANAL RURAL. **Sindiveg: retirada do glifosato inviabiliza agricultura no Brasil,** 2015. Disponível em: <<http://www.canalrural.com.br/videos/direto-ao-ponto/sindiveg-retirada-glifosato-inviabiliza-agricultura-59334>>
- CANTOR, K. P. et al. Pesticides and other agricultural risk factors for non-Hodgkin's lymphoma among men in Iowa and Minnesota. **Cancer Research**, v. 52, n. 9, p. 2447–2455, 1992.
- CARNEIRO, F. F. et al. **Dossiê ABRASCO: Um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde.** Rio de Janeiro; São Paulo: EPSJV; Expressão Popular. 2015.
- CARREÓN, T. et al. Gliomas and farm pesticide exposure in women: The Upper Midwest Health Study. **Environmental Health Perspectives**, v. 113, n. 5, p. 546–551, 2005.
- CARSON, R. **Primavera silenciosa.** 2ª. ed. São Paulo: Melhoramentos, 1969.
- CASIDA, J. E.; QUISTAD, G. B. Golden age of insecticide research: past, present, or future? **Annual review of entomology**, v. 43, p. 1–16, 1998.
- CASTRO, L. A. B. DE. **Parecer técnico CTNBio liberação soja RR.** Brasília, CTNBio, 1998.

CAULCUTT, C. “Superweed” explosion threatens Monsanto heartlands. **France 24**, p. 4, 21 abr. 2009.

CENTENO, A. J. Glyphosate uma visão ambiental. In: VELINI, E. D. et al. (Eds.). **Glyphosate**. 1ª. ed. Botucatu: FEPAF, 2009. p. 496.

CEO. **EFSA and Member States vs. IARC on Glyphosate: Has Science Won?** Disponível em: <http://corporateeurope.org/food-and-agriculture/2015/11/efsa-and-member-states-vs-iarc-glyphosate-has-science-won#footnote13_6abkmzp>. Acesso em: 1 dez. 2015.

CERDEIRA, A. L. et al. Agricultural impacts of glyphosate-resistant soybean cultivation in South America. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 59, n. 11, p. 5799–807, 8 jun. 2011.

CERDEIRA, A. L.; DUKE, S. O. The current status and environmental impacts of glyphosate-resistant crops: a review. **Journal of environmental quality**, v. 35, n. 5, p. 1633–58, 2006.

CERKAUKAS, R. F.; DHINGRA, O. D.; SINCLAIR, J. B. Effect of three desiccant-type herbicides on fruiting structures of *Colletotrichum truncatum* and *phomopsis* spp. on soybean stems. **Plant Disease**, v. 67, n. 6, p. 620–622, 1983.

CHANG, C.-B.; CHANG, C.-C. Refractory cardiopulmonary failure after glyphosate surfactant intoxication: a case report. **Journal of occupational medicine and toxicology**, v. 4, n. 2, p. 1–4, 2009.

CHARLES, D. **Lords of the Harvest: Biotech, big money, and the future of food**. Cambridge: Perseus Publishing, 2001.

CHARRY, T. Monsanto recruits the horticulturist of the San Diego Zoo to pitch its popular herbicide. **The New York Times**, 1997.

CHRISTOFFOLETI, P. J. et al. **Aspectos de Resistência de Plantas Daninhas a Herbicidas**. 3. ed. Piracicaba: Associação Brasileira de Ação à Resistência de Plantas Daninhas - HRAC-BR, 2008.

CHRISTOFFOLI, P. I. **O processo produtivo capitalista na agricultura e a introdução dos organismos geneticamente modificados: o caso da cultura da soja Roundup Ready (RR) no Brasil**. [s.l.] Universidade de Brasília, 2009.

CILAG. **Portrait Cilag**. Disponível em: <<http://www.cilag.ch/en/about-us/portrait/>>. Acesso em: 24 out. 2015.

COAMO. Atenção dobrada no controle da buva. **Jornal Coamo**, mar.

2010.

CODEX. Pesticide Residues in Food and Feed - Glyphosate. [s.l.: s.n.]. Disponível em:

<<http://www.codexalimentarius.net/pestres/data/pesticides/details.html?id=158>>.

COFFMAN, C. B. Thirty-sixth Annual Meeting of the Northeastern Weed Science Society Thirty-sixth Annual Meeting of the Northeastern Weed Science Society. **Anais...**Salisbury: Evans Printing Co. 1982.

Disponível em: <<http://www.gbv.de/dms/tib-ub-hannover/514802669.pdf>>

COMISSÃO EUROPEIA. Decisão da Comissão relativa à não inclusão da substância activa atrazina no anexo I da Directiva 91/414/CEE do Conselho e à retirada das autorizações dos produtos fitofarmacêuticos que a contenham. **Jornal Oficial da União Europeia**, v. L 078, p. 53–55, 2004.

COMISSÃO EUROPEIA. Regulamento (CE) n° 149/2008. 2008 a, p. 1–398.

COMISSÃO EUROPEIA. Regulamento (CE) n° 839/2008. 2008 b, p. L234/1–234/215.

COMISSÃO EUROPEIA. Regulamento (UE) n° 441/2012. 2012, p. L134/4–L135/56.

COMISSÃO EUROPEIA DE PROTEÇÃO À SAÚDE E AO

CONSUMIDOR. **Glyphosate.** Bruxelas: [s.n.]. Disponível em:

<http://ec.europa.eu/food/plant/protection/evaluation/existactive/list1_glyphosate_en.pdf>.

COMMISSION EUROPÉENNE. Règlement (UE) n. 293/2013 de la Commission Européene. 2013, p. 1–30.

CONSALTER, E. et al. Acerte o Alvo! Elimine a Deriva nas Pulverizações de Agrotóxicos. [s.l.] Governo do Paraná, 2008.

CORNELL UNIVERSITY. The dose makes the poison. In: **Assessing Toxic Risk: Student Edition.** [s.l.] Cornell University, [s.d.]. p. 11.

COSTEA, M.; WEAVER, S. E.; TARDIF, F. J. The biology of invasive alien plants in Canada. 3. *Amaranthus tuberculatus* (Moq.) Sauer var. *rudis* (Sauer) Costea & Tardif. **Canadian Journal of Plant Science**, v. 85, n. 2, p. 507–522, 2005.

CRISTOFOLLI, P. I. **processo produtivo capitalista na agricultura e a introdução dos organismos geneticamente modificados: O caso da cultura da Soja Roundup Ready (RR) no Brasil.** [s.l.] Universidade de Brasília - UnB, 2009.

CTIC - CENTER CONSERVATION TECHNOLOGY INFORMATION. **Crop Residue Management.** Disponível em: <http://www.ctic.purdue.edu/crm_results/>. Acesso em: 15 nov. 2015.

CTNBIO. **Opinião técnica sobre o trabalho de Séralini.** Brasília: [s.n.]. Disponível em: <<http://www.ctnbio.gov.br/index.php/content/view/17600.html>>.

CULPEPPER, A. S. et al. Glyphosate-resistant Palmer amaranth (*Amaranthus palmeri*) confirmed in Georgia. **Weed Science**, v. 54, n. 4, p. 620–626, 2006.

CULPEPPER, A. S. et al. Glyphosate-resistant Palmer amaranth in the United States. In: NANDULA, V. K. (Ed.). **Glyphosate Resistance in Crops and Weeds: History, Development, and Management.** [s.l.] John Wiley and Sons Ltd, 2010. p. 195–212.

D'AMATO, C.; TORRES, J. P. M.; MALM, O. DDT (Dicloro difenil tricloroetano): Toxicidade e contaminação ambiental - Uma revisão. **Química Nova**, v. 25, n. 6 A, p. 995–1002, 2002.

DAVENPORT, C. E.P.A. Faces Bigger Tasks, Smaller Budgets and Louder Critics. **New York Times**, 2016.

DAVIS, W. IARC: 20 years old. **World Health**, p. 28–29, 1986.

DE ROOS, A. J. et al. Integrative assessment of multiple pesticides as risk factors for non-Hodgkin's lymphoma among men. **Occupational and environmental medicine**, v. 60, n. 9, p. 1–9, 2003.

DE ROOS, A. J. et al. Cancer Incidence among Glyphosate-Exposed Pesticide Applicators in the Agricultural Health Study. **Environmental Health Perspectives**, v. 113, n. 1, p. 49–54, 4 nov. 2004.

DEGENNARO, F. P.; WELLER, S. C. Differential Susceptibility of Field Bindweed (*Convolvulus arvensis*) Biotypes to Glyphosate. **Weed Science**, v. 32, n. 4, p. 472–476, 1984.

DENNIS, L. K. et al. Pesticide use and cutaneous melanoma in pesticide applicators in the agricultural health study. **Environmental Health Perspectives**, v. 118, n. 6, p. 812–817, 2010.

DERPSCH, R.; FRIEDRICH, T. Development and Current Status of No-till Adoption in the World. **18th Triennial Conference of the International Soil Tillage Research Organisation (ISTRO)**, p. proceedings on CD, 2009.

DESCALZO, R. C. et al. Glyphosate treatment of bean seedlings causes short-term increases in *Pythium* populations and damping off potential in soils. **Applied Soil Ecology**, v. 8, n. 1-3, p. 25–33, maio 1998.

DIDES/ANS. Instrução Normativa nº 8, de 30 de dezembro de 2002. **Diário Oficial da União**, n. 252, p. 123–123, 2002.

DILL, G. M. et al. Glyphosate: discovery, development, applications, and properties. In: NANDULA, V. K. (Ed.). **Glyphosate Resistance in Crops and Weeds: History, Development, and Management**. [s.l.] John Wiley & Sons, Inc., 2010. p. 1–34.

DILL, G. M.; CAJACOB, C. A.; PADGETTE, S. R. Glyphosate-resistant crops: adoption, use and future considerations. v. 331, n. December 2007, p. 326–331, 2008.

Dr. Huber's warning. Disponível em:
<http://action.fooddemocracynow.org/sign/dr_hubers_warning/>.
Acesso em: 5 mar. 2014.

DUKE, S. O. Taking stock of herbicide-resistant crops ten years after introduction. **Pest Management Science**, v. 61, n. 3, p. 211–218, 2005.

DUKE, S. O. Glyphosate degradation in glyphosate-resistant and -susceptible crops and weeds. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 59, n. 11, p. 5835–41, 8 jun. 2011.

DUKE, S. O.; POWLES, S. B. Glyphosate: a once-in-a-century herbicide. **Pest Management Science**, v. 64, p. 319–325, 2008.

DUKE, S. O.; POWLES, S. B. Glyphosate-resistant crops and weeds: Now and in the future. **AgBioForum**, v. 12, n. 3-4, p. 346–357, 2009.

DYER, G. A. et al. Dispersal of transgenes through maize seed systems in Mexico. **PLoS ONE**, v. 4, n. 5, p. e5734, 2009.

EDITORIAL LA TIMES. Escalating the weed wars. **Los Angeles Times**, 29 set. 2014.

EFSA. Modification of the residue definition of glyphosate in genetically modified maize grain and soybeans, and in products of animal origin. **EFSA Journal**, v. 7, n. 9, p. 1–42, 2009.

- EFSA. Modification of the existing MRL for glyphosate in lentils. **European Food Safety Authority Journal**, v. 10, n. 1, p. 1–25, 2012.
- ELLSTRAND, N. C.; PRENTICE, H. C.; HANCOCK, J. F. Gene flow and introgression from domesticated plants into their wild relatives. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 30, p. 539–563, 1999.
- ELSEVIER. **Elsevier Announces Article Retraction from Journal Food and Chemical Toxicology**. Disponível em: <<https://www.elsevier.com/about/press-releases/research-and-journals/elsevier-announces-article-retraction-from-journal-food-and-chemical-toxicology>>. Acesso em: 29 dez. 2015.
- EL-SHENAWY, N. S. Oxidative stress responses of rats exposed to Roundup and its active ingredient glyphosate. **Environmental Toxicology and Pharmacology**, v. 28, n. 3, p. 379–385, 2009.
- EMBRAPA. **Biologia e Ecologia de Plantas Daninhas**. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/recursos/Plantas_daninhas_definicaoID-OKBSzkoJUb.pdf>. Acesso em: 13 abr. 2014.
- ENCYCLOPÆDIA BRITANNICA. **Monsanto Company**. Disponível em: <<http://global.britannica.com/topic/Monsanto-Company>>. Acesso em: 25 jan. 2016.
- ENGEL, L. S. et al. Pesticide use and breast cancer risk among farmers' wives in the agricultural health study. **American Journal of Epidemiology**, v. 161, n. 2, p. 121–135, 2005.
- ENSSER. **Journal's retraction of rat feeding paper is a travesty of science and looks like a bow to industry**. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <http://www.ensser.org/fileadmin/user_upload/ENSSERcommentsretraction_final.pdf>. Acesso em: 29 dez. 2015.
- ENTINE, J. **ENSSER challenges WHO, National Academy of Sciences on GM safety**. Disponível em: <<https://www.geneticliteracyproject.org/2014/05/27/gmo-science-denialists-ensser-challenges-who-national-academy-of-sciences-on-gm-safety-2/#.U4UOz9q9KSN>>. Acesso em: 24 set. 2015.
- ERIKSSON, M. et al. Pesticide exposure as risk factor for non-Hodgkin lymphoma including histopathological subgroup analysis. **International journal of cancer. Journal international du cancer**, v. 123, n. 7, p. 1657–1663, 2008.

EUROPEAN COMMISSION. **Fact Sheet: Questions and Answers on EU 's policies on GMOs**. Brussels: [s.n.]. Disponível em: <http://europa.eu/rapid/press-release_MEMO-15-4778_en.htm>.

EUROPEAN PARLIAMENT AND COUNCIL. DIRECTIVE 2004/9/EC: on the inspection and verification of good laboratory practice (GLP). **Official journal of the European Union**, n. February, 11, p. 16, 2004a.

EUROPEAN PARLIAMENT AND COUNCIL. Directive 2004/10/EC: on the harmonisation of laws, regulations and administrative provisions relating to the application of the principles of good laboratory practice and the verification of their applications for tests on chemical substances. **Official journal of the European Union**, n. February, 11, p. 16, 2004b.

EUROSTAT. **The use of plant protection products in the European Union. Data 1992-2003**. [s.l.] Environment Statistics - Eurostat, 2007.

FAO. **Codex Maximum Residue Limits for Pesticides**. Disponível em: <<http://www.fao.org/waicent/faostat/Pest-Residue/pest-e.htm>>. Acesso em: 29 nov. 2015.

FAO. **Glyphosate, N-(phosphonomethyl)glycine: specifications and evaluations for plant protection products** Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome: [s.n.]. Disponível em: <http://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/Pests_Pesticides/Specs/glypho01.pdf>.

FAO/WHO. **Framework for the Provision of Scientific Advice on Food Safety and Nutrition**. Rome: FAO/WHO, 2007.

FAO/WHO. **JMPR - Joint FAO/WHO Meetings on Pesticide Residues**. Disponível em: <<http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/scientific-basis/jmpr/en/>>. Acesso em: 20 out. 2015.

FAOSTAT. **Food and Agriculture Organization of the United Nations - Statistics Division**. Disponível em: <<http://faostat3.fao.org/>>. Acesso em: 30 nov. 2015.

FARIA, N. M. X.; FASSA, A. G.; FACCHINI, L. A. Intoxicação por agrotóxicos no Brasil: os sistemas oficiais de informação e desafios para realização de estudos epidemiológicos. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 12, n. 1, p. 25-38, 2007.

FARM, D. Toxicologia do glyphosate e análise de risco. In: VELINI, E.

- D. et al. (Eds.). **Glyphosate**. 1^a. ed. Botucatu: FEPAF, 2009. p. 496.
- FDA. Federal Food, Drug and Cosmetic Act - FFCA. 2002, p. 1–345.
- FEBRAPDP - FEDERAÇÃO BRASILEIRA DE PLANTIO DIRETO E IRRIGAÇÃO. **Evolução Área do Sistema Plantio Direto no Brasil**. Disponível em: <http://febrapdp.org.br/download/PD_Brasil_2013.I.pdf>. Acesso em: 15 nov. 2015.
- FENG, P. C. C. et al. Glyphosate inhibits rust diseases in glyphosate-resistant wheat and soybean. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 102, n. 48, p. 17290–5, 29 nov. 2005.
- FENG, P. C. C. et al. The control of Asian rust by glyphosate in glyphosate-resistant soybeans. **Pest Management Science**, v. 359, n. December 2007, p. 353–359, 2008.
- FERBER, D. Carcinogens. Lashed by critics, WHO's cancer agency begins a new regime. **Science**, v. 301, n. 5629, p. 36–7, 4 jul. 2003.
- FERNANDEZ, M. R. et al. Crop production factors associated with fusarium head blight in spring wheat in eastern Saskatchewan. **Crop Science**, v. 45, n. 5, p. 1908–1916, 2005.
- FERNANDEZ, M. R. et al. Impacts of crop production factors on fusarium head blight in barley in Eastern Saskatchewan. **Crop Science**, v. 47, n. 4, p. 1574–1584, 2007.
- FLOWER, K. B. et al. Cancer risk and parental pesticide application in children of Agricultural Health Study participants. **Environmental health perspectives**, v. 112, n. 5, p. 631–635, 2004.
- FOE. **Glyphosate: Contamination des humains**. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <http://www.amisdelaterre.org/IMG/pdf/4_glyphosate_contaminationhumains.pdf>.
- FOEE. **Problems with glyphosate overuse and alternatives for farmers** Friends of the Earth Europe. Brussels: [s.n.].
- FOLONI, L. L.; CARBONARI, C. A. Tecnologia de aplicação de herbicidas: metodologia e resenha histórica das tecnologias utilizadas com o glyphosate. In: VELINI, E. D. et al. (Eds.). **Glyphosate**. Botucatu: FEPAF, 2009. p. 259–297.

FRANZ, J. E. **N-phosphonomethyl-glycine phytotoxicant compositions.** United States of America, 1974.

FUENTES, N. G. DDT, una revisión histórica. **Revista de Química PUCP**, v. 28, n. 1-2, p. 10–13, 2014.

GALACHO, C. Boas Práticas de Laboratório: Como sugiram? O que são? A que se aplicam? **Química**, v. 128, p. 35–40, 2013.

GALLI, A. J. B. A molécula glyphosate e a agricultura brasileira. In: VELINI, E. D. et al. (Eds.). **Glyphosate**. 1ª. ed. Botucatu: FEPAF, 2009. p. 496.

GALLI, A. J. B.; MONTEZUMA, M. C. **Glifosato: Alguns aspectos da utilização do herbicida glifosato na agricultura.** [s.l.] ACADCOM, 2005.

GARRY, V. F. et al. Birth defects, season of conception, and sex of children born to pesticide applicators living in the Red River Valley of Minnesota, USA. **Environmental Health Perspectives**, v. 110, n. SUPPL. 3, p. 441–449, 2002.

GASNIER, C. et al. Dig1 protects against cell death provoked by glyphosate-based herbicides in human liver cell lines. **Journal of occupational medicine and toxicology**, v. 5, n. 29, p. 3–13, 2010.

GAZZIERO, D. et al. Capim amargoso: outro caso de resistência ao glifosato. **A Granja**, ago. 2011.

GAZZIERO, D. L. P. **Control of weeds in no-tillage cultivation** First JIRCAS Seminar on soybean research. **Anais...Foz do Iguaçu: JIRCAS Working Report**, 1998

GAZZIERO, D. L. P. Buva: um novo problema na soja. **A Granja**, mar. 2005.

GAZZIERO, D. L. P. et al. Os herbicidas na consolidação do SPD. **A Granja**, jan. 2013.

GEHIN, A. et al. Vitamins C and E reverse effect of herbicide-induced toxicity on human epidermal cells HaCaT: A biochemometric approach. **International Journal of Pharmaceutics**, v. 288, n. 2, p. 219–226, 2005.

GEHIN, A.; GUYON, C.; NICOD, L. Glyphosate-induced antioxidant imbalance in HaCaT: The protective effect of Vitamins C and E. **Environmental Toxicology and Pharmacology**, v. 22, n. 1, p. 27–34,

2006.

GIERE, J. P.; JOHNSON, K. M.; PERKINS, J. H. A closer look at no-till farming. **Environment: Science and Policy for Sustainable Development**, v. 22, n. 6, p. 14–41, 1980.

GILLAM, C. Monsanto seeks retraction for report linking herbicide to cancer. **Reuters**, 2015.

GLYPHOSATE TASK FORCE. **Clarification of Pre-harvest uses of glyphosate The advantages, best practices and residue monitoring**. Glyphosate Task Force, 2014. Disponível em: <http://www.glyphosate.eu/system/files/sidebar-files/clarification_of_pre-harvest_uses_of_glyphosate_en_0.pdf>

GMWATCH. **Manufactured scientific debate, third-party experts, and Jon Entine**. Disponível em: <<http://gmwatch.org/index.php/news/archive/2013/14800>>. Acesso em: 30 set. 2015.

GMWATCH. **Glyphosate is “probable human carcinogen” – WHO’s cancer agency**. Disponível em: <<http://gmwatch.org/news/latest-news/16015-glyphosate-is-probable-human-carcinogen-who-s-cancer-agency>>. Acesso em: 30 mar. 2016.

GODIN, B. **Innovation: A Conceptual History of an Anonymous Concept**. Montréal: [s.n.]. Disponível em: <<http://www.csiic.ca/PDF/WorkingPaper21.pdf>>. Acesso em: 27 ago. 2015.

GOODMAN, D.; SORJ, B.; WILKINSON, J. **Da lavoura às biotecnologias: agricultura e indústria no sistema internacional**. Rio de Janeiro: Centro Edelstein de Pesquisas Sociais, 2008.

GREIM, H. et al. Evaluation of carcinogenic potential of the herbicide glyphosate, drawing on tumor incidence data from fourteen chronic/carcinogenicity rodent studies. **Critical Reviews in Toxicology**, v. 45, n. 3, p. 185–208, 2015.

GRISWOLD, E. How “Silent Spring” Ignited the Environmental. **New York Times Magazine**, p. 1–9, 2012.

GUIVANT, J. A governança dos riscos e os desafios para a redefinição da arena pública no Brasil. In: SILVA, E.; SANTOS, M.; BACARENSE, P. (Eds.). **Ciência, tecnologia e sociedade: novos modelos de governança**. Brasília: CGEE, 2005a. p. 47–85.

- GUIVANT, J. Transgênicos e percepção pública da ciência no Brasil. **Ambiente & Sociedade**, v. 9, p. 81–103, 2006.
- GUIVANT, J. Cosmopolitanism and environmental sociology: An analysis of the GMO debate in Brazil. In: DASGUPTA, S. (Ed.). **Understanding Global Environment**. New Delhi: Pierce Education, 2008. p. 354–380.
- GUIVANT, J.; MACNAGHTEN, P. An analysis of the GM crop debate in Brazil. In: MACNAGHTEN, P.; CARRO-RIPALDA, S. (Eds.). **Governing agricultural sustainability**. 1. ed. London: Routledge, 2015a. p. 75.
- GUIVANT, J. S. **O uso de agrotóxicos e os problemas de sua legitimação: um estudo da sociologia ambiental no município de Santo Amaro da Imperatriz, SC**. [s.l.] Universidade de Campinas, 1992.
- GUIVANT, J. S. Parâmetros teóricos para a análise da difusão e adoção de práticas agrícolas sustentáveis. In: VIEIRA, P. F.; MAIMON, E. D. (Eds.). **As Ciências Sociais e a questão ambiental: rumo à interdisciplinaridade**. Belém, PA: Aped Editora/Naea, 1993. p. 1–20.
- GUIVANT, J. S. Reflexividade na sociedade de riscos: conflitos entre leigos e peritos sobre os agrotóxicos. In: HERCULANO, S. (Ed.). **Qualidade de vida e riscos ambientais**. Niterói: Editora da UFF, 2000. p. 281–303.
- GUIVANT, J. S. Riscos alimentares: novos desafios para a Sociologia e a teoria social. **Revista Desenvolvimento e Meio Ambiente**, n. n.5, p. 1–17, 2002.
- GUIVANT, J. S. A governança dos riscos e os desafios para a redefinição da arena pública no Brasil. **Ciência, Tecnologia e Sociedade: novos modelos de governança**, p. 47–85, 2005b.
- GUIVANT, J. S. Transgênicos no Brasil: a necessidade de debater a governança de novas tecnologias. In: LEITE, J. R. M.; FAGÚNDEZ, P. R. Á. (Eds.). **Biossegurança, Novas Tecnologias na Sociedade de Risco**. Brasília: OAB/Federal Editora, 2007. p. 1–21.
- GUIVANT, J. S. **Conflicts between farmers and experts in the use/knowledge of GMOs crops: the need to understand the scripts**. ESOCITE 4S. **Anais...**Buenos Aires: 2014a
- GUIVANT, J. S. **Certifications of food supply chains as low-carbon**

innovation cosmopolitan networks: the case of GMOs and non - GMOs soybeans in the triangulation between Brazil, EU and Asia. The Seoul Conference 2014: “Climate Change and Risk Society: New Trends of Megacity Transformation”. **Anais...**Seoul: Seoul National University, 2014b

GUIVANT, J. S.; JACOBI, P. Da hidro-técnica à hidro-política: novos rumos para a regulação e gestão dos riscos ambientais no Brasil.

Cadernos de Desenvolvimento e Meio Ambiente, n. 1, p. 1–40, 2003.

GUIVANT, J. S.; MACNAGHTEN, P. An analysis of the GM crop debate in Brazil. In: MACNAGHTEN, P.; CARRO-RIPALDA, S. (Eds.). **Governing agricultural sustainability: Global lessons from GM crops**. 1. ed. London: Routledge, 2015b.

GUSTAFSON, D. I. Sustainable use of glyphosate in North American cropping systems. **Pest Management Science**, v. 64, n. 4, p. 409–16, abr. 2008.

GUYTON, K. Z. et al. Carcinogenicity of tetrachlorvinphos, parathion, malathion, diazinon, and glyphosate. **The Lancet Oncology**, v. 2045, n. 15, p. 1–2, 2015.

HALTER, S. História do herbicida agrícola glyphosate. In: VELINI, E. D. et al. (Eds.). **Glyphosate**. 1^a. ed. Botucatu: FEPAF, 2009. p. 2009.

HANZAI, E. **The Complete History of Monsanto, “The World’s Most Evil Corporation”**. Disponível em:

<<http://www.globalresearch.ca/the-complete-history-of-monsanto-the-worlds-most-evil-corporation/5387964>>. Acesso em: 23 jan. 2016.

HARDELL, L. et al. Secret ties to industry and conflicting interests in cancer research. **American Journal of Industrial Medicine**, v. 50, n. 3, p. 227–33, 2007.

HARDELL, L.; ERIKSSON, M. A Case – Control Study of Non-Hodgkin Lymphoma and Exposure to Pesticides. **Cancer**, v. 85, n. 6, p. 1353–1360, 1999.

HEAP, I. **Graphs**. Disponível em:

<www.weedscience.org/graphs/soagraph.aspx>. Acesso em: 20 set. 2014.

HEAP, I. **International Survey of Herbicide Resistant Weeds**.

Disponível em:

<<http://weedscience.org/summary/moa.aspx?MOAID=12>>. Acesso em:

1 jan. 2013.

HENDERSON, A. M. et al. **Glyphosate: Technical fact sheet.**

Corvallis: [s.n.]. Disponível em:

<<http://npic.orst.edu/factsheets/glyphotech.pdf>>.

HOKANSON, R. et al. Alteration of estrogen-regulated gene expression in human cells induced by the agricultural and horticultural herbicide glyphosate. **Human & experimental toxicology**, v. 26, n. 9, p. 747–752, 2007.

HOLIDAY, M. J.; KEEN, N. T. The role of phytoalexins in the resistance of soybean leaves to bacteria: Effects of glyphosate on glyceollin accumulation. **Phytopathology**, v. 72, p. 1470–1474, 1982.

HOLLAND, J. M. The environmental consequences of adopting conservation tillage in Europe: Reviewing the evidence. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 103, n. 1, p. 1–25, 2004.

HUGUES, T. P. The Evolution of Large Technological Systems. In: BIJKER, W. E.; HUGHES, T. P.; PINCH, T. J. (Eds.). **The Social Construction of Technological Systems**. Cambridge and London: MIT Press, 1993. p. 51–82.

HURLEY, T. M.; MITCHELL, P. D.; FRISVOLD, G. B. Effects of weed-resistance concerns and resistance-management practices on the value of roundup ready® crops. **AgBioForum**, v. 12, n. 3-4, p. 291–302, 2009.

IARC. **Evaluation of the carcinogenic risk of chemicals to man: some fumigants, the herbicides 2,4-D and 2,4,5-T, Chlorinated Dibenzodioxins and miscellaneous industrial chemicals.** Lyon: [s.n.]. Disponível em: <<http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol1-42/mono15.pdf>>.

IARC. **IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans - Preamble.** Lyon: World Health Organization, 2006.

IARC. **Glyphosate.** [s.l: s.n.]. Disponível em:

<<http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol112/mono112-02.pdf>>.

IBAMA/INMETRO. PORTARIA CONJUNTA Nº 1, DE 29 DE MARÇO DE 2010. 2010.

IDEC. Informação vetada: Nova decisão judicial dificulta o acesso de especialistas do Idec aos fundamentos técnicos que basearam a proposta

da Anvisa sobre o glifosato. **Revista do Idec**, n. Julho, p. 2004, 2004.

IMEA. **Custo de produção de soja - safra 2016/2017**. [s.l.: s.n.].

Disponível em:

<http://www.imea.com.br/upload/publicacoes/arquivos/R410_CPSoja_02_2016.pdf>. Acesso em: 22 nov. 2015.

INCA. **Posicionamento do Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva acerca dos agrotóxicos**. Brasília: [s.n.].

Disponível em:

<http://www1.inca.gov.br/inca/Arquivos/comunicacao/posicionamento_do_inca_sobre_os_agrotoxicos_06_abr_15.pdf>.

INDEA-MT. Erva daninha exótica é encontrada em três propriedades de Mato Grosso. **Canal Rural**, 9 jul. 2015.

IPCS. **IARC Evaluation**. Disponível em:

<<http://www.inchem.org/documents/iarc/monoeval/eval.html>>. Acesso em: 30 set. 2015.

IRWIN, A. Deciding about risk: expert testimony and the regulation of hazard. In: BROWN, J. (Ed.). **Environmental threats: perception, analysis and management**. London and New York: Belhaven Press, 1989. p. 154.

IRWIN, A. **Sociology and the environment: a critical introduction to society, nature and knowledge**. Cambridge: Polity Press, 2001.

JARDINE, C. Não deixem as invasoras acabarem com sua soja. **A Granja**, out. 2006.

JAWORSKI, E. G. Mode of action of N-phosphonomethylglycine. Inhibition of aromatic amino acid biosynthesis. **Agricultural and Food Chemical**, v. 20, n. 6, p. 1195–1198, 1972.

JAYASUMANA, C.; GUNATILAKE, S.; SENANAYAKE, P. Glyphosate, hard water and nephrotoxic metals: are they the culprits behind the epidemic of chronic kidney disease of unknown etiology in Sri Lanka? **International journal of environmental research and public health**, v. 11, n. 2, p. 2125–47, mar. 2014.

JEFFERY, S.; BURGESS, L. W. Growth of *Fusarium graminearum* Schwabe group 1 on media amended with atrazine, chlorsulfuron or glyphosate in relation to temperature and osmotic potential. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 22, n. 5, p. 665–670, 1990.

JMPR. **Pesticide Residues in Food - 1988**. Rome: [s.n.]. Disponível em: <<https://goo.gl/JbJ0M6>>.

JMPR. **Pesticide residues in food — 1994**. Rome: [s.n.]. Disponível em: <http://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/Pests_Pesticides/JMPR/Reports_1991-2006/Report1994.pdf>.

JMPR. **Evaluation: Glyphosate**. Rome: [s.n.]. Disponível em: <Joint Meeting of the FAO Panel of Experts on Pesticide Residues in Food and the Environment and the WHO Core Assessment Group on Pesticide Residues>.

JMPR. **Glyphosate**. Rome: [s.n.]. Disponível em: <http://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/Pests_Pesticides/JMPR/Evaluation97/Glypho.PDF>.

JMPR. **Pesticide residues in food - 2002**. Rome: [s.n.]. Disponível em: <http://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/Pests_Pesticides/JMPR/Reports_1991-2006/Report_2002.pdf>.

JMPR. **Glyphosate**. Rome: [s.n.].

JMPR. **Pesticide residues in food - 2005FAO Plant, Production and Protection Paper**. Geneva: [s.n.]. Disponível em: <http://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/Pests_Pesticides/JMPR/JMPR05report.pdf>. Acesso em: 20 out. 2015a.

JMPR. **Pesticide residues in food — 2004**. Rome: [s.n.]. Disponível em: <http://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/Pests_Pesticides/JMPR/Reports_1991-2006/report2004jmpr.pdf>.

JMPR. **Pesticide Residues 2013**. Geneva: [s.n.]. Disponível em: <http://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/Pests_Pesticides/JMPR/2013_JMPR_Summary_Report_Oct_2.pdf>.

JMPR. **Joint FAO/WHO Meeting on Pesticide Residues - Summary**. Geneva: [s.n.]. Disponível em: <<http://www.who.int/foodsafety/jmprsummary2016.pdf?ua=1>>. Acesso em: 20 maio. 2016.

JOHAL, G. S.; HUBER, D. M. Glyphosate effects on diseases of plants. **European Journal of Agronomy**, v. 31, n. 3, p. 144–152, out. 2009.

JOHAL, G. S.; RAHE, J. E. Effect of soilborne plant-pathogenic fungi

on the herbicidal action of glyphosate on bean seedlings.

Phytopathology, n. 74, p. 950–955, 1984.

JUNCKER, J.-C. Regulamento de Execução (UE) 2015/595. **Jornal Oficial da União Europeia**, p. L99/7–L99/20, 2015.

KARAM, D. et al. Plantas daninhas. **Sistema de Produção**, v. 1, 2010.

KATAN, J.; ESHEL, Y. Interaction between herbicides and plant pathogens. In: **Residues Reviews: Residues of Pesticides and Other Contaminants in the Total Environment**. [s.l: s.n.]. v. 45p. 145–177.

KEEN, N. T.; HOLLIDAY, M. J.; YOSHIKAWA, M. **Effects of Glyphosate on Glyceollin production and the expression of resistance to Phytophthora megasperma f. sp. glycinea in soybean** **Phytopathol**, 1982.

KNISPEL, A. L. et al. Gene Flow and Multiple Herbicide Resistance in Escaped Canola Populations. **Weed Science**, v. 56, n. 1, p. 72–80, 2008.

KNISS, A. R. **Glyphosate and Cancer: What does the data say?** Disponível em: <<http://weedcontrolfreaks.com/2015/03/glyphosate-and-cancer-what-does-the-data-say/>>. Acesso em: 26 set. 2015a.

KNISS, A. R. **Who funds my weed science program?** Disponível em: <<http://weedcontrolfreaks.com/2015/08/who-funds-my-weed-science-program/>>. Acesso em: 24 set. 2015b.

KOGAN, M.; ALISTER, C. Eficiência do glyphosate em reflorestamento. In: VELINI, E. D. et al. (Eds.). **Glyphosate**. Botucatu, SP: FEPAF, 2009. p. 461–493.

KREMER, R. J.; MEANS, N. E. Glyphosate and glyphosate-resistant crop interactions with rhizosphere microorganisms. **European Journal of Agronomy**, v. 31, n. 3, p. 153–161, 2009.

KRUGER, G. R. et al. Control of Horseweed (*Conyza canadensis*) with Growth Regulator Herbicides. **Weed Technology**, v. 24, n. 4, p. 425–429, out. 2010.

LARSON, R. L. et al. Influence of glyphosate on Rhizoctonia and Fusarium root rot in sugar beet. **Pest management science**, v. 62, n. 12, p. 1182–92, dez. 2006.

LATOUR, B. **The Pasteurization of France**. Cambridge and London: Harvard University Press, 1988. v. 62

LATOUR, B. On recalling ANT. **Sociological Review**, p. 15–25, 1999.

LATOUR, B. **Ciência em ação: como seguir cientistas e engenheiros sociedade afora**. São Paulo: Editora Unesp, 2000.

LATOUR, B. **A Esperança de Pandora: ensaio sobre a realidade dos estudos científicos**. Bauru, SP: EDUSC, 2001.

LATOUR, B. **Reassembling the Social: an introduction to Actor-Network Theory**. New York: Oxford University Press, 2005. v. 43

LATOUR, B. Rendre le social à nouveau traçable. **Technology Review**, p. 88–89, 2007.

LATOUR, B. ET AL. **Course Scientific Humanities**. ParisScience Po/France Université Numeric, 2014.

LAW, J. On the Methods of Long Distance Control: Vessels, Navigation, and the Portuguese Route to India. **Power, Action and Belief: A New Sociology of Knowledge?** p. 234–263, 1986.

LAW, J. Notes on the theory of the actor-network: ordering, strategy and heterogeneity. **Systems Practice**, v. 5, n. 1992, p. 379–93, 1992.

LAW, J. After ANT: Complexity, Naming and Topology. **The Sociological Review**, v. 46, n. S, p. 1–14, 1998.

LAW, J. **Traduction/Trahisson: Notes on ANT**. Lancaster: [s.n.]. Disponível em: <<http://www.lancaster.ac.uk/fass/resources/sociology-online-papers/papers/law-traduction-trahison.pdf>>.

LAW, J. **After Method: Mess in Social Science Research**. New York: Routledge, 2004.

LAW, J.; CALLON, M. Engineering and Sociology in a Military Aircraft Project: A Network Analysis of Technological Change. **The Sociology of Science and Technology**, v. 35, n. 3, p. 284–297, 1988.

LEAPER, C.; HOLLOWAY, P. J. Adjuvants and glyphosate activity. **Pest Management Science**, v. 56, p. 313–319, 2000.

LEE, C. D.; PENNER, D.; HAMMERSCHMIDT, R. Glyphosate and shade effects on glyphosate-resistant soybean defense response to *Sclerotinia sclerotiorum*. **Weed Science**, v. 51, n. 3, p. 294–298, 2003.

LEE, L. J.; NGIM, J. A first report of glyphosate-resistant goosegrass (*Eleusine indica* (L) Gaertn) in Malaysia. **Pest Management Science**, v. 56, n. 4, p. 336–339, abr. 2000.

LEE, W. J. et al. Agricultural pesticide use and adenocarcinomas of the stomach and oesophagus. **Occupational and environmental medicine**, v. 61, n. 9, p. 743–749, 2004a.

LEE, W. J. et al. Non-Hodgkin's lymphoma among asthmatics exposed to pesticides. **International Journal of Cancer**, v. 111, n. 2, p. 298–302, 2004b.

LEE, W. J. et al. Agricultural pesticide use and risk of glioma in Nebraska, United States. **Occupational and environmental medicine**, v. 62, n. 11, p. 786–792, 2005.

LEE, W. J. et al. Pesticide use and colorectal cancer risk in the Agricultural Health Study. **International journal of cancer**, v. 121, n. 2, p. 339–346, 2007.

LÉVESQUE, A. **A field study on some effects of glyphosate on fusarium spp: its impact on root colonization of weeds, on propagule levels in the soil, and on crop emergence.** [s.l.] Mc Gill, 1985.

LIOI, M. B. et al. Cytogenetic damage and induction of pro-oxidant state in human lymphocytes exposed in vitro to glyphosate, vinclozolin, atrazine, and DPX-E9636. **Environmental and Molecular Mutagenesis**, v. 32, n. 1, p. 39–46, 1998a.

LIOI, M. B. et al. Genotoxicity and oxidative stress induced by pesticide exposure in bovine lymphocyte cultures in vitro. **Mutation Research - Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis**, v. 403, n. 1-2, p. 13–20, 1998b.

LIPTON, E. Food Industry Enlisted Academics in G.M.O. Lobbying War, Emails Show. **New York Times**, 2015.

LONDRES, F. **Agrotóxicos no Brasil: um guia para ação em defesa da vida.** Rio de Janeiro: AS-PTA - Assessoria e Serviços em Agricultura Alternativa, 2011. v. 1

LOUX, M. et al. **Biology and Management of Horseweed.** Purdue Uni ed. West Lafayette: [s.n.]. v. 26

LUCHINI, L. C. Considerações sobre algumas propriedades físico-químicas do glyphosate. In: VELINI, E. D. et al. (Eds.). **Glyphosate.** 1ª ed. Botucatu: FEPAF, 2009. p. 496.

LYDON, J.; DUKE, S. O. Pesticide effects on secondary metabolism of

- higher plants. **Pesticide Science**, v. 25, n. 4, p. 361–373, 1989.
- MADEIRO, C. Anvisa analisa menos de 50% dos agrotóxicos e ignora o mais usado no país. **UOL Notícias - Ciência e Saúde**, 23 maio 2015.
- MAÑAS, F. et al. Genotoxicity of glyphosate assessed by the comet assay and cytogenetic tests. **Environmental Toxicology and Pharmacology**, v. 28, n. 1, p. 37–41, 2009.
- MARC, J. et al. Pesticide roundup provokes cell division dysfunction at the level of CDK1/cyclin B activation. **Chemical Research in Toxicology**, v. 15, n. 3, p. 326–331, 2002.
- MARC, J. et al. Embryonic cell cycle for risk assessment of pesticides at the molecular level. **Environmental Chemistry Letters**, v. 1, n. 1, p. 8–12, 2003.
- MARC, J. et al. A glyphosate-based pesticide impinges on transcription. **Toxicology and Applied Pharmacology**, v. 203, n. 1, p. 1–8, 2005.
- MARC, J.; MULNER-LORILLON, O.; BELLÉ, R. Glyphosate-based pesticides affect cell cycle regulation. **Biology of the Cell**, v. 96, n. 3, p. 245–249, 2004.
- MARTIN, M. F. **Vietnamese Victims of Agent Orange and U.S.-Vietnam Relations CRS Report for Congress**. Washington: [s.n.]. Disponível em: <<http://www.fas.org/sgp/crs/row/RL34761.pdf>>.
- MATTERA, P. **Monsanto: Corporate Rap Sheet**. Disponível em: <<http://www.corp-research.org/monsanto>>. Acesso em: 23 jan. 2016.
- MCDUFFIE, H. H. et al. Non-Hodgkin's lymphoma and specific pesticides exposures in men: cross-Canada study of pesticides and health. **Cancer Epidemiology Biomarkers Prevention**, v. 10, n. November, p. 1155–1163, 2001.
- MCMULLIN, E. Scientific controversy and its termination. In: ENGELHARDT, T. H.; CAPLAN, A. L. (Eds.). **Scientific controversies: case studies in the resolution and closure of disputes in science and technology**. 2. ed. New York/Sydney/Melbourne/Port Chester: Cambridge University Press, 1989. p. 49–91.
- MEIRELLES, L. R.; RUPP, L. C. D. **Agricultura Ecológica: princípios básicos**. Ipê: Centro Ecológico, 2005.
- MEKWATANAKARN, P.; SIVASITHAMPARAM, K. Effect of certain herbicides on soil microbial populations and their influence on

saprophytic growth in soil and pathogenicity of take-all fungus. **Biology and Fertility of Soils**, n. 5, p. 175–180, 1987.

MENDELSON, E. The political anatomy of controversy in the science. In: ENGELHARDT, T. H.; CAPLAN, A. L. (Eds.). **Controversies Scientific: case studies in the resolution on closure of disputes in science and technology**. 2. ed. New York/Sydney/Melbourne/Port Chester: Cambridge University Press, 1989. p. 93–124.

MENGES, R. M. Weed seed population dynamics during six years of weed management systems in crop rotations on irrigated soil. **Weed Science**, v. 35, n. 3, p. 328 – 32, 1987.

MERILES, J. M. et al. Glyphosate and Previous Crop Residue Effect on Deleterious and Beneficial Soil-borne Fungi from a Peanut-Corn-Soybean Rotations. **Journal of Phytopathology**, v. 154, n. 5, p. 309–316, maio 2006.

MESNAGE, R.; BERNAY, B.; SÉRALINI, G. E. Ethoxylated adjuvants of glyphosate-based herbicides are active principles of human cell toxicity. **Toxicology**, v. 314, n. 2-3, p. 122–128, 2013.

MICHAELS, D.; MONFORTON, C.; LURIE, P. Selected science: an industry campaign to undermine an OSHA hexavalent chromium standard. **Environmental health: a global access science source**, v. 5, p. 5, jan. 2006.

MILLER, H. I. March Madness From The United Nations. **Forbes**, 2015.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria nº 03, de 16 de janeiro de 1992. 1992.

MINK, P. J. et al. Epidemiologic studies of glyphosate and cancer: A review. **Regulatory Toxicology and Pharmacology**, v. 63, n. 3, p. 440–452, 2012.

MONSANTO. **Comentário da Monsanto sobre estudo**. [s.l: s.n.]. Disponível em:

<<http://www.monsanto.com/products/Documents/ProductSafety/seralini-sept-2012-monsanto-comments.pdf>>.

MONSANTO CO. **Agent Orange: Background on Monsanto's Involvement**. Disponível em:

<<http://www.monsanto.com/newsviews/pages/agent-orange->

background-monsanto-involvement.aspx>. Acesso em: 25 out. 2015.

MONSANTO CO. **Backgrounder Testing Fraud: IBT and Craven Laboratories**. [s.l: s.n.]. Disponível em:

<http://www.monsanto.com/products/documents/glyphosate-background-materials/ibt_craven_bkg.pdf>. Acesso em: 10 set. 2015.

MONSANTO CO. **PCBs (polychlorinated biphenyl)**. Disponível em: <<http://www.monsanto.com/newsviews/pages/pcbs.aspx>>. Acesso em: 23 jan. 2016a.

MONSANTO CO. **Monsanto Company Completes Sale of POSILAC Bovine Somatotropin and Related Business**. Disponível em:

<<http://news.monsanto.com/press-release/monsanto-company-completes-sale-posilac-bovine-somatotropin-and-related-business>>. Acesso em: 27 jan. 2016b.

MONSANTO CO. **Historia de los Herbicidas a base de Glifosato**.

[s.l: s.n.]. Disponível em:

<<http://www.monsanto.com/global/py/productos/documents/1-herbicidas-glifosato.pdf>>.

MONSANTO CO. **Roundup herbicides**. Disponível em:

<<http://www.monsanto.com/whoweare/documents/xml/roundup.xml>>. Acesso em: 18 ago. 2015a.

MONSANTO CO. **História**. Disponível em:

<<http://www.monsanto.com/global/br/quem-somos/pages/historia.aspx>>. Acesso em: 14 maio. 2015b.

MONSANTO CO. **Roundup: a unique herbicide**, 2012. Disponível em: <<file:///Users/matsumotomasaki/Downloads/ajhg00131-0061.pdf>>

MONSANTO CO. **Company history**. Disponível em:

<<http://www.monsanto.com/whoweare/Pages/monsanto-history.aspx>>. Acesso em: 10 nov. 2015.

MONSANTO CO. **What is Glyphosate?** Monsanto, 2014. Disponível em:

<<http://www.monsanto.com/sitecollectiondocuments/glyphosate-safety-health.pdf>>

MONSANTO CO. **Quem somos: história**. Disponível em:

<<http://www.monsanto.com/global/br/quem-somos/pages/historia.aspx>>. Acesso em: 15 jul. 2014a.

MONSANTO CO. **Roundup: quem somos, história**. Disponível em:

<http://www.roundup.com.br/quem_somos.php>. Acesso em: 10 set. 2015b.

MONSANTO CO. Monsanto Reinforces Decades of Data and Regulatory Review Clearly Document Safety of Glyphosate.

Disponível em: <<http://news.monsanto.com/press-release/research-and-development/monsanto-reinforces-decades-data-and-regulatory-review-clear>>. Acesso em: 31 mar. 2015c.

MONSANTO CO. IARC's Report on Glyphosate. Disponível em: <<http://www.monsanto.com/iarc-roundup/pages/default.aspx>>. Acesso em: 31 dez. 2015d.

MONSANTO COMPANY. The Science of Roundup Ready® Technology, Glyphosate, and Micronutrients Part IV - Glyphosate and Diseases in Roundup Ready® Crops Comparing Glyphosate-Tolerant Soybeans to Conventional Soybeans Part IV - Glyphosate and Diseases in Roundup Ready® Cro. [s.l: s.n.]. Disponível em: <[http://www.monsanto.com/products/documents/glyphosate-background-materials/rrplus iv - glyphosate and diseases in rr crops - final--10-13-11.pdf](http://www.monsanto.com/products/documents/glyphosate-background-materials/rrplus_iv_-_glyphosate_and_diseases_in_rr_crops_-_final--10-13-11.pdf)>. Acesso em: 22 set. 2015.

MONSANTO INTERNATIONAL SÀRL; MONSANTO EUROPE SA. The agronomic benefits of glyphosate in Europe - review of the benefits of glyphosate per market use. [s.l: s.n.].

MPF. Ação civil pública com pedido de tutela antecipada, 2014.

Disponível em:

<http://www.prdp.mpf.mp.br/imprensa/arquivos_noticias/acp-rdc10.pdf>

MPF. Anvisa tem três meses para concluir estudos sobre herbicidas.

Disponível em:

<<http://www.prdp.mpf.mp.br/imprensa/noticias/?searchterm=glifosato>>. Acesso em: 20 set. 2015.

MUELLER, D. S. et al. Response of Commercially Developed Soybean Cultivars and the Ancestral Soybean Lines to *Fusarium solani* f. sp. glycines. **Plant Disease**, v. 87, n. 7, p. 827–831, 2003.

MUILERMAN, H. GLP – does it create reliable and high quality studies? [s.l: s.n.]. Disponível em:

<<http://www.efsa.europa.eu/sites/default/files/event/documentset/111117-p08.pdf>>.

MYERS, J. P. et al. Why public health agencies cannot depend on good laboratory practices as a criterion for selecting data: the case of bisphenol A. **Environmental health perspectives**, v. 117, n. 3, p. 309–15, mar. 2009.

NAHUZ, F. **World Wide Web: aspectos teóricos dos mecanismos de busca Informação & Sociedade: Estudos**, 30 jun. 1999. Disponível em: <<http://www.ies.ufpb.br/ojs/index.php/ies/article/view/384>>. Acesso em: 7 maio. 2015

NAS. **Genetically Engineered Crops: Experiences and Prospects**. Washington, D.C: [s.n.]. Disponível em: <http://www.nap.edu/download.php?record_id=23395>. Acesso em: 22 maio. 2016.

NATURE. Gm crops: a story in numbers. **Nature**, v. 497, n. 2 may 2013, p. 22–23, maio 2013.

NATURE. A growing problem. **Nature**, v. 510, p. 187, 2014.

NEAD. **Parecer Técnico1 sobre riscos para a saúde humana e animal associados ao uso de herbicidas à base de 2,4-D em plantas convencionais e transgênicas Tolerantes a Herbicidas (TH)**. Brasília: [s.n.]. Disponível em: <http://aspta.org.br/wp-content/uploads/2014/04/Dossie_GEA-ANVISAMar2014.pdf>.

NELKIN, D. Science Controversies: The Dynamics of Public Disputes in the United States. In: JASANOFF, S. et al. (Eds.). **Handbook of Science and Technology Studies, Revised Edition**. Thousand Oaks: SAGE Publications Inc, 1995. p. 444–456.

NEVE, P. Simulation modelling to understand the evolution and management of glyphosate resistance in weeds. **Pest Management Science**, v. 401, n. December 2007, p. 392–401, 2008.

NEW YORK TIMES. A Mississippi State Administrator's Ties to Monsanto and Dow. **New York Times**, 2015.

NJITI, V. N. et al. Roundup Ready Soybean: Glyphosate Effects on *Fusarium solani* Root Colonization and Sudden Death Syndrome. **Agronomy Journal**, v. 95, n. 5, p. 1140–1145, 2003.

NORDSTRÖM, M. et al. Occupational exposures, animal exposure and smoking as risk factors for hairy cell leukaemia evaluated in a case-control study. **British journal of cancer**, v. 77, n. 11, p. 2048–2052, 1998.

NORSWORTHY, J. K. et al. Reducing the Risks of Herbicide Resistance: Best Management Practices and Recommendations. **Weed Science**, v. 60, n. sp1, p. 31–62, 2012.

OECD. Series on principles of good laboratory practice and compliance monitoring. **ENV/MC/CHEM**, v. 98, n. 17, p. 41, 1997.

OLIVEIRA JR., R. S. DE. **Introdução ao controle químico**. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <[http://www.lpv.esalq.usp.br/lpv671/Leitura_14 - Controle quimico.pdf](http://www.lpv.esalq.usp.br/lpv671/Leitura_14_-_Controle_quimico.pdf)>.

OLSON, E. **Letter from NRDC to World Health Organization, Food and Agriculture Organization of the United Nations and Secretariat of the Joint FAO/WHO Meeting on Pesticide Residues**. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <http://docs.nrdc.org/health/files/hea_15061501a.pdf>.

ORMOND, J. G. P. **Glossário de Termos Usados em Atividades Florestais e Ciências Ambientais**. 3. ed. Rio de Janeiro: BNDES, 2006.

OSIPE, R.; STORNIOLO, F.; BARROS, J. Plantas Daninhas na Agricultura: o Caso da Buva. In: CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA JR., R. S. DE; OLIVEIRA NETO, A. M. (Eds.). **Buva: fundamentos e Recomendações para Manejo**. Curitiba: Omnipax, 2013. p. 1–4.

OSMAN, A. A.; VIGLIERCHIO, D. R. Herbicide effects in nematode diseases. **Journal of nematology**, v. 13, n. 4, p. 544–546, 1981.

PADGETTE, S. R. et al. Development, Identification and characterization Glyphosate Tolerant Soybean line. **Crop Science**, v. 35, p. 1451–1461, 1995.

PAGANELLI, A. et al. Glyphosate-based herbicides produce teratogenic effects on vertebrates by impairing retinoic acid signaling. **Chemical Research in Toxicology**, v. 23, n. 10, p. 1586–1595, 2010.

PAN EUROPE. **A poisonous injection: how industry tries to water down the risk assessment of pesticide mixtures in everyday food**. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <http://www.actu-environnement.com/media/pdf/PANE2014-A_Poisonous_injection.pdf>. Acesso em: 15 maio. 2015.

PANNA. **Glyphosate Confirmed as a Probable Carcinogen by World Health Organization**. Disponível em: <<http://www.panna.org/press-release/glyphosate-confirmed-probable-carcinogen-world-health-organization>>. Acesso em: 14 ago. 2016.

PAN-UK. **Glyphosate restrictions around the world**. London: [s.n.]. Disponível em: <[http://www.pan-uk.org/attachments/507_Glyphosate_restrictions Dec 2015.pdf](http://www.pan-uk.org/attachments/507_Glyphosate_restrictions_Dec_2015.pdf)>. Acesso em: 20 mar. 2016.

PARLAMENT EUROPEËN. ► règlement (CE) n. 396/2005. 2005.

PARLAMENTO EUROPEU E CONSELHO. Regulamento (CE) N.º 1272/2008 do Parlamento Europeu e do Conselho de 16 de Dezembro de 2008 relativo à classificação, rotulagem e embalagem de substâncias e misturas. **Jornal Oficial da União Europeia**, p. L353/1–L353/1355, 2008.

PARLAMENTO EUROPEU E CONSELHO DA UNIÃO EUROPEIA. Regulamento (CE) nº 396/2005. 2005, p. L70/1=L70/16.

PARLAMENTO EUROPEU E CONSELHO DA UNIÃO EUROPEIA. Regulamento (CE) nº 1007/2009. **Jornal Oficial da União Europeia**, n. 21 de outubro, p. L 309/1–L309/50, 2009.

PARLEMENT EUROPEËN. Règlement (CE) no 178/2002 du Parlement Européen et du Conseil. 2002, p. 1–24.

PELAEZ, V.; DA SILVA, L. R.; ARAUJO, E. B. Regulation of pesticides: A comparative analysis. **Science and Public Policy**, v. 40, n. 5, p. 644–656, 2013.

PELUSO, M. et al. 32P-Postlabeling detection of DNA adducts in mice treated with the herbicide Roundup. **Environmental and Molecular Mutagenesis**, v. 31, n. 1, p. 55–59, 1998.

PHILPOTT, T. **The Making of an Agribusiness Apologist**. Disponível em: <<http://www.motherjones.com/tom-philpott/2012/02/atrazine-syngenta-tyrone-hayes-jon-entine>>. Acesso em: 30 set. 2015.

PIENIŹEK, D.; BUKOWSKA, B.; DUDA, W. Comparison of the effect of Roundup Ultra 360 SL pesticide and its active compound glyphosate on human erythrocytes. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 79, n. 2, p. 58–63, 2004.

PIMENTEL, D. Environmental Evolutionary Impact Pesticides. **Journal American Institute of Biological Sciences**, v. 21, n. 3, p. 109, 1971.

PINCH, T. F.; BIJKER, W. E. The Social Construction of Facts and Artifacts: Or How the Sociology of Science and the Sociology of Technology Might Benefit Each Other. In: BIJKER, W. E.; HUGHES,

T. P.; PINCH, T. J. (Eds.). **The Social Construction of Technological Systems: new directions in the Sociology and History of technology.** Cambridge and London: MIT Press, 1993. p. 17–50.

PITELLI, R. A.; PITELLI, A. M. DE C. M.; CRUZ, C. O uso do glyphosate no controle de macrófitas aquáticas. In: VELINI, E. D. et al. (Eds.). **Glyphosate.** Botucatu, SP: FEPAF, 2009. p. 413–427.

PORTIER, C. J. et al. **Open letter: Review of the Carcinogenicity of Glyphosate by EFSA and BfR.** Thun, Switzerland, 2015. Disponível em: <<http://images.derstandard.at/2015/11/30/glyphosate.pdf>>

POWELL, J. R.; SWANTON, C. J. A critique of studies evaluating glyphosate effects on diseases associated with *Fusarium* spp. **Weed Research**, v. 48, n. 4, p. 307–318, 2008.

POWLES, S. B. et al. Evolved resistance to glyphosate in rigid ryegrass (*Lolium rigidum*) in Australia. **Weed Science**, v. 46, n. 5, p. 604–607, 1998.

PRC. **Annual Report of the Pesticide Residues Committee.** York, UK: [s.n.]. Disponível em: <http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/20110721091310/http://www.pesticides.gov.uk/uploadedfiles/Web_Assets/PRC/PRC_Annual_Report_2006.pdf>.

PRC. **Annual Report of the Pesticide Residues Committee.** York, UK: [s.n.]. Disponível em: <http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/20110721091310/http://www.pesticides.gov.uk/uploadedfiles/Web_Assets/PRC/2007_PRC_Annual_Report.pdf>.

PRC. **Annual Report of the Pesticide Residues Committee.** York, UK: [s.n.]. Disponível em: <http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/20110721091310/http://www.pesticides.gov.uk/uploadedfiles/Web_Assets/PRC/PRC_Annual_Report_2008.pdf>.

PRC. **Annual Report of the Pesticide Residues Committee.** York, UK: [s.n.]. Disponível em: <http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/20110721091310/http://www.pesticides.gov.uk/uploadedfiles/Web_Assets/PRC/2009_PRC_Annual_Report.pdf>.

PRC. **Annual Report of the Pesticide Residues Committee.** York,

UK: [s.n.]. Disponível em:

<http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/20110721091310/http://www.pesticides.gov.uk/uploadedfiles/Web_Assets/PRC/2010_Q4_Final.pdf>.

PRETTY, J. N. Sustainable Agriculture. In: **Regenerating agriculture: Policies and practices for sustainability and self-reliance**. London: Earthscan, 1995. p. 310.

RAMOS, P. C. M. et al. **parecer sobre o estudo de Séralini sobre o milho NK-603**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<http://aspta.org.br/wp-content/uploads/2013/03/parecer-NK-603.pdf>>.

RAVEN, P. H. Does the use of transgenic plants diminish or promote biodiversity? **New Biotechnology**, v. 27, n. 5, p. 528–533, 2010.

REUTERS. French minister asks shops to stop selling Monsanto Roundup weedkiller. **Reuters**, 2015.

RICHARD, S. et al. Differential effects of glyphosate and roundup on human placental cells and aromatase. **Environmental Health Perspectives**, v. 113, n. 6, p. 716–720, 2005.

RIP, A.; KEMP, R. Technological change. **Human Choice and Climate Change**, v. 2, n. Vol. 2: Resources and Technology, p. 327–399, 1998.

ROBIN, M.-M. **The world according to Monsanto: Pollution, corruption, and the control of our food supply**. New Your: The New Press, 2010. v. 10

ROCHER, J. Erva daninha coloca em xeque o glifosato. **Gazeta do Povo**, 21 jan. 2010.

ROMANO, R. M. et al. Prepubertal exposure to commercial formulation of the herbicide glyphosate alters testosterone levels and testicular morphology. **Archives of Toxicology**, v. 84, n. 4, p. 309–317, 2010.

ROTHSCHILD, M. **Purdue Scientists Dispute Anti-GMO Claims**. Disponível em: <<http://www.foodsafetynews.com/2011/02/purdue-scientists-refute-anti-gmo-claims/#.Vgn1DMSirIW>>. Acesso em: 5 mar. 2014.

RUEPPEL, M. L. et al. Metabolism and degradation of glyphosate in soil and water. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 25, n. 3, p. 517–528, maio 1977.

RUMEL, D. “Odds ratio”: algumas considerações. **Revista de Saúde Pública**, v. 20, n. 3, p. 253–258, 1986.

RUSKIN, G. **Our investigation of Big Food and its front groups**. Disponível em: <<http://usrtk.org/gmo/our-investigation-of-big-food-and-its-front-groups/>>. Acesso em: 30 set. 2015.

S. SANOGO; X. B. YANG; P. LUNDEEN. Field Response of Glyphosate-Tolerant Soybean to Herbicides and Sudden Death Syndrome. **Plant Disease**, v. 85, p. 773–779, 2001.

SAHA, S.; SAINT, S.; CHRISTAKIS, D. A. Impact factor: a valid measure of journal quality? **Journal of the Medical Library Association: JMLA**, v. 91, n. 1, p. 42–6, jan. 2003.

SAMMONS, R. D. et al. Sustainability and Stewardship of Glyphosate and Glyphosate-resistant Crops. **Weed Technology**, v. 21, n. 2, p. 347–354, abr. 2007.

SAMSEL, A.; SENEFF, S. Glyphosate, pathways to modern diseases II: Celiac sprue and gluten intolerance. **Interdisciplinary toxicology**, v. 6, n. 4, p. 159–84, 2013.

SCHINASI, L.; LEON, M. E. Non-hodgkin lymphoma and occupational exposure to agricultural pesticide chemical groups and active ingredients: A systematic review and meta-analysis. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 11, n. 4, p. 4449–4527, 2014.

SCHNEIDER, K. IBT Labs’ trial reveals faked data. **In These Times**, p. 3–4, 1983a.

SCHNEIDER, K. Faking it: The Case against Industrial Bio-Test Laboratories. **Amicus Journal**, 1983b.

SCHNEIDER, K. IBT – Guilty: How many studies are no good? **Amicus Journal**, 1983c.

SCHULZ, M.; KALNIŅA-LUKAŠEVICA, Z. Diretiva (UE) 2015/412: possibilidade de os Estados-Membros limitarem ou proibirem o cultivo de organismos geneticamente modificados (OGM) no seu território. **Jornal Oficial da União Europeia**, p. L68/1–L68–8, 2015.

SCHUMPETER, J. **Capitalisme, socialisme et démocratie: La doctrine marxiste. Le capitalisme peut-il survivre? Le socialisme peut-il fonctionner? Socialisme et démocratie**. Paris: Petite

bibliothèque Payot, 1942.

Scientist warns of dire consequences with widespread use of glyphosate. Disponível em: <http://www.non-gmoreport.com/articles/may10/consequenceso_widespread_glyphosate_use.php>. Acesso em: 5 mar. 2014.

SECRETARIA DE DEFESA AGROPECUÁRIA. Instrução Normativa nº 18, de 25 de junho de 2013. **Diário Oficial da União**, n. 122, p. 04–12, 2013.

SECRETARIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Portaria nº 71, de 17 de dezembro de 1990. **Diário Oficial da União**, p. 3713–3713, 1991.

SEGLÉN, P. O. Why the impact factor of journals should not be used for evaluating research. **BMJ (Clinical research ed.)**, v. 314, n. 7079, p. 498–502, 15 mar. 1997.

SÉRALINI, G.-E. et al. Long term toxicity of a Roundup herbicide and a Roundup-tolerant genetically modified maize. **Food and chemical toxicology: an international journal published for the British Industrial Biological Research Association**, v. 50, n. 11, p. 4221–31, nov. 2012.

SÉRALINI, G.-E. et al. Republished study: long-term toxicity of a Roundup herbicide and a Roundup-tolerant genetically modified maize. **Environmental Sciences Europe**, v. 26, n. 14, p. 1–17, 2014.

SHEMA, H. Understanding the Journal Impact Factor Part One. **Scientific Americanx**, 7 maio 2012.

SILVA, J. A. DA; BIANCHI, M. DE L. P. Cientometria: a métrica da ciência. **Paidéia (Ribeirão Preto)**, v. 11, n. 21, p. 5–10, 2001.

SILVA, J. G. DA. O progresso técnico na agricultura. **Cadernos de Difusão de Tecnologia**, v. 7, n. jan/dez, p. 13–46, 1990.

SINDAG. **Parecer SINDAG**. São Paulo, 2006. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/processos/5FDD59FA/ParecerSINDAG-DrValdir_3103.pdf>

SLAGER, R. E. et al. Rhinitis Associated with pesticide use among private pesticide applicators in the agricultural health study. **Toxicol Environ Health**, v. 73, n. 20, p. 1382–1393, 2010.

SMALL, E. **Alfafa and relatives: evolution and classification on**

Medicago. Ottawa: NRC Research Press, 2011.

SMILEY, R. W.; ALEX G. OGG JR.; R. JAMES COOK. Influence of glyphosate on Rhizoctonia root rot, growth and yield of barley. **Plant Disease**, v. 76, p. 937–942, 1992.

SOLECKI, R. et al. Guidance on setting of acute reference dose (ARfD) for pesticides. **Food and chemical toxicology: an international journal published for the British Industrial Biological Research Association**, v. 43, n. 11, p. 1569–93, 2005.

SRIBANDITMONGKOL, P. et al. Pathological and Toxicological Findings in Glyphosate-Surfactant Herbicide Fatality. **The American Journal of Forensic Medicine and Pathology**, v. 33, n. 3, p. 234–237, 2012.

STEINRÜCKEN, H. C.; AMRHEIN, N. The herbicide glyphosate is a potent inhibitor of 5-enolpyruvyl-shikimic acid-3-phosphate synthase. **Biochemical and biophysical research communications**, v. 94, n. 4, p. 1207–1212, 1980.

SUSTAINABLE PULSE. **Dutch Parliament Bans Glyphosate Herbicides for Non-Commercial Use.** Disponível em: <<http://sustainablepulse.com/2014/04/04/dutch-parliament-bans-glyphosate-herbicides-non-commercial-use/#.VPUczy6GODm>>. Acesso em: 20 set. 2015.

THE EUROPEAN COMMISSION. **Report on Public Health Aspects of the Use of Bovine Somatotrophin.** Brussels: [s.n.]. Disponível em: <http://ec.europa.eu/food/fs/sc/scah/out21_en.pdf>.

THOMSON REUTERS. **Impact Factor: reports 2015.** [s.l.: s.n.]. Disponível em: <<http://www.journals.elsevier.com/food-and-chemical-toxicology/>>.

THONGPRAKASANG, S. et al. Glyphosate induces human breast cancer cells growth via estrogen receptors. **Food and Chemical Toxicology**, v. 59, p. 129–136, 2013.

TRAPPE, J. M.; MOLINA, R.; CASTELLANO, M. Reactions of mycorrhizal fungi and mycorrhizal formation to pesticides. **Annual Review of Phytopathology**, v. 22, p. 331–359, 1984.

U.S. EPA. **Glyphosate in or on corn, cotton, soybeans, and wheat: evaluation of analytical methods and residue data.** Washington, D.C.: [s.n.].

U.S. EPA. The Toxic Substances Control Act. 1976.

U.S. EPA. **Glyphosate regulations and Codex harmonization.**

Washington, D.C: [s.n.]. Disponível em:

<http://www3.epa.gov/pesticides/chem_search/cleared_reviews/csr_PC-103601_11-Aug-92_274.pdf>.

U.S. EPA. **Reregistration Eligibility Decision (RED) - Glyphosate.**

Washington, D.C: [s.n.]. Disponível em:

<http://www.epa.gov/pesticides/reregistration/REDS/old_reds/glyphosate.pdf>.

U.S. EPA. **R.E.D. Facts: Glyphosate.** Washington, D.C: [s.n.].

U.S. EPA. Enforcement Response Policy - Federal Insecticide, Fungicide, and Rodenticide Act. 2009.

U.S. EPA. 40 CFR Part 180 - Tolerance Information for Pesticide Chemicals in Food and Feed Commodities. **Federal Register**, v. 78, n. 84, p. 25396–25401, 2013a.

U.S. EPA. **Atrazine final work plan: registration review case number 0062.** Washington, D.C: [s.n.].

U.S. FDA. **Pesticide Monitoring Program: Fiscal Year 2012**

Pesticide Report. Washington, D.C: [s.n.]. Disponível em:

<<http://www.fda.gov/downloads/Food/FoodborneIllnessContaminants/Pesticides/UCM432758.pdf>>.

UNITED NATIONS. **Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals (GHS).** 6. ed. New York and Geneva:

United Nations, 2015.

US EPA. **Guidelines for Exposure Assessment Risk Assessment**

Forum. Washington, D.C: [s.n.]. Disponível em:

<<http://www.epa.gov/raf/publications/guidelines-for-exposure-assessment.htm>>. Acesso em: 1 nov. 2015.

US EPA. **FY 1994 - Enforcement and compliance assurance accomplishments Report.** [s.l: s.n.]. Disponível em:

<<http://nepis.epa.gov/Exe/ZyPDF.cgi/500006TW.PDF?Dockey=500006TW.PDF>>.

US EPA. **Memorandum case Craven.** [s.l: s.n.].

US EPA. Part 160 - Good Laboratory Practices Standards. 2011 a, p. 1–21.

US EPA. Part 792 - Good Laboratory Practices Standards. 2011 b, p. 1–21.

VACCO, D. C. **In The Matter of Monsanto Company, Respondent. Assurance of Discontinuance Pursuant to Executive Law Chapter 63(15)**, 1996.

VANGESSEL, M. J. Glyphosate-resistant horseweed from Delaware. **Weed Science**, v. 49, n. 6, p. 703–705, 2001.

VARGAS, L. et al. Buva (*Conyza bonariensis*) resistente ao glyphosate na região sul do Brasil. **Planta Daninha**, v. 25, n. 3, p. 573–578, set. 2007.

VELINI, E. D. et al. Modo de ação do glyphosate. In: VELINI, E. D. et al. (Eds.). **Glyphosate**. 1ª. ed. Botucatu: FEPAF, 2009a. p. 496.

VELINI, E. D. et al. **Glyphosate**. 1ª. ed. Botucatu: FEPAF, 2009b.

VENTURINI, T. Diving in magma: how to explore controversies with actor-network theory. **Public Understanding of Science**, v. 19, n. 3, p. 258–273, 29 maio 2009.

VENTURINI, T. **Designing controversies and their publics**. Slideshare, 2013. Disponível em: <<http://pt.slideshare.net/tommasoventurini/amsterdam-design-controversiesnew2>>

VENTURINI, T.; GUIDO, D. **Once Upon a Text: an ANT Tale in Text Analysis**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <http://www.medialab.sciences-po.fr/publications/Venturini_Guido-Once_Upon_A_Text.pdf>.

VOLL, E.; GAZZIERO, D.; ADEGAS, F. Agricultura de precisão: a serviço do manejo de invasoras. **A Granja**, jan. 2015.

WAGNER, M. B.; CALLEGARI-JACQUES, S. M. Medidas de associação em estudos epidemiológicos: risco relativo e odds ratio. **Jornal de Pediatria**, v. 74, p. 247–251, 1998.

WALTERS, C. Interview Don Huber: GMOs, Glyphosate & Tomorrow. **Agres USA**, v. 41, n. 5, p. 09, 2011.

WESTRA, P. et al. Weed Population Dynamics after Six Years under Glyphosate- and Conventional Herbicide-based Weed Control Strategies. **Crop Science**, v. 48, n. 3, p. 1170, 2008.

WHO. **Principles for Modelling Dose – Response for the Risk Assessment of Chemicals**. Geneva: WHO Press, 2009.

WHO. **The WHO Recommended Classification of Pesticides by Hazard and Guidelines to Classification**. Geneva: World Health Organization, 2010.

WILLIAMS, G. M. et al. **Expert Panel Review of the Carcinogenic Potential of the Herbicide Glyphosate**. Society For Risk Analysis Annual Meeting. **Anais...**Arlington: 2015Disponível em: <<http://birenheide.com/sra/2015AM/program/single-session.php3?sessid=P>>

WILLIAMS, G. M.; KROES, R.; MUNRO, I. C. Safety evaluation and risk assessment of the herbicide Roundup and its active ingredient, glyphosate, for humans. **Regulatory toxicology and pharmacology: RTP**, v. 31, n. 2 Pt 1, p. 117–165, 2000.

WOODBURN, A. T. Glyphosate: production, pricing and use. **Pest Management Science**, v. 56, p. 309–312, 2000.

WSSA. **WSSA Lesson Modules: Herbicide Resistance and Herbicide Tolerance Definitions**. Disponível em: <<http://wssa.net/2011/12/wssa-lesson-module-herbicide-resistant-weeds/>>. Acesso em: 1 jan. 2013a.

WSSA. **Summary of Herbicide Mechanism of Action According to the Weed Science Society of America (WSSA)**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<http://wssa.net/weed/resistance/npapers2://publication/uuid/B628FA56-1AFB-4B75-A7D5-B9338BF97348>>. Acesso em: 12 mar. 2014b.

WSSA. **WSSA Fact Sheet: dispelling common misconceptions about superweeds**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <http://wssa.net/wp-content/uploads/WSSA-Fact-Sheet-on-Superweeds_16-Sep-2014.pdf>. Acesso em: 1 jan. 2015.

WYATT, S. Technological Determinism is dead; Long live Technological Determinism. In: HACKETT, E. J. et al. (Eds.). **Handbook of Science and Technology Studies**. 3. ed. Cambridge and London: MIT Press, 2008. p. 165–180.

YAMADA, T.; CASTRO, P. R. DE C. E. **Glifosato, herbicida com singular modo de ação: efeitos secundários e implicações fisiológicas e agrônômicas. Potafos**. Piracicaba: [s.n.]. Disponível em: <<http://www.ipni.org.br/ppiweb/pbrazil.nsf/926048f0196c9d428525698>>

3005c64de/425d07bd384d51950325704a004dbe75/\$FILE/Anais Yamada e Paulo Castro.pdf>.

YANG, X. Y.; HARRISON, S. K.; RIEDEL, R. M. Soybean (*Glycine max*) response to glyphosate and soybean cyst nematode (*Heterodera glycines*). **Weed Technology**, v. 16, n. 2, p. 332–339, 2002.

YEARLEY, S. **Making sense of science**. London: SAGE Publications Ltd, 2005.

ZIMDAHL, R. L. Development of herbicides after 1945. In: **A History of Weed Science in the United States**. Burlington: Elsevier, 2010. p. 79–113.

ZOBIOLE, L. H. S. et al. Glyphosate reduces shoot concentrations of mineral nutrients in glyphosate-resistant soybeans. **Plant and Soil**, v. 328, n. 1, p. 57–69, 2010.

ZOBIOLE, L. H. S. et al. Glyphosate affects micro-organisms in rhizospheres of glyphosate-resistant soybeans. **Journal of applied microbiology**, v. 110, n. 1, p. 118–27, jan. 2011.

APÊNDICE A – Quadro de atores (ONGs) identificados durante a pesquisa

ONGs	PRÓ	CONTRA
ONGs ambientalistas	Conservation Technology Information Center (CTIC)	The Nature Institute Rachel - Environmental Research Foundation EWG - Environmental Working Group Monarch Watch World Watch Institute Rachel Carson Council Friends of the Earth Greenpeace Sustainable Pulse Natural News
ONGs agricultura orgânica		The Cornucopia Institute The Organic Center CFS - Center for Food Safety Em Pratos Limpos ASPTA Portal Orgânico

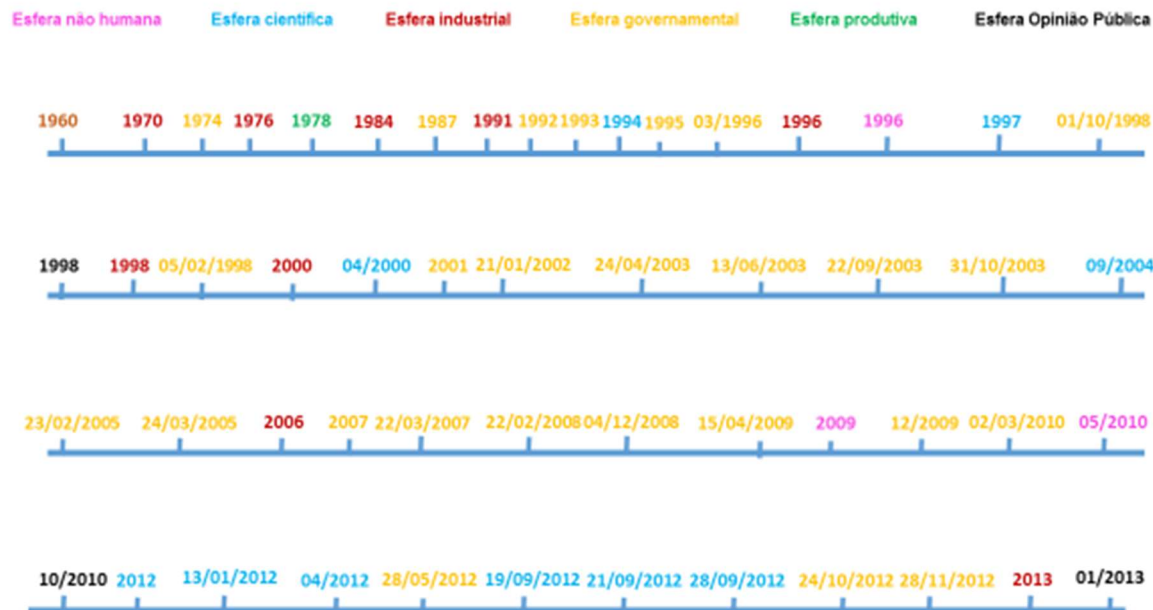
ONGs divulgação/discussão científica	The glyphosate, Weeds, and Crops Genetic Literacy Project Biology Fortified EPSO - The European Plant Science Organisation	UCSUSA - Union of Concerned Scientists ISIS - Institute of Science in Society EOS - Earth Open Source
ONGs consumidores		Organic Consumers Association - OCA Consumers Union IDEC - Instituto de Defesa do Consumidor
Associações Agricultores	United Soybean Board American Soybean Association (ASA) Associação dos produtores de soja e milho do Mato Grosso - Aprosoja	Abrange - Associação Brasileira dos Produtores de Grãos Não Geneticamente Modificados
Associações industriais	Canola Council of Canada Canola Watch (ligada a anterior) C&EN Chemical & Engineering News ISAAA - International Service for the Acquisition of Agri-Biotech Applications Sindiveg - Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Vegetal	

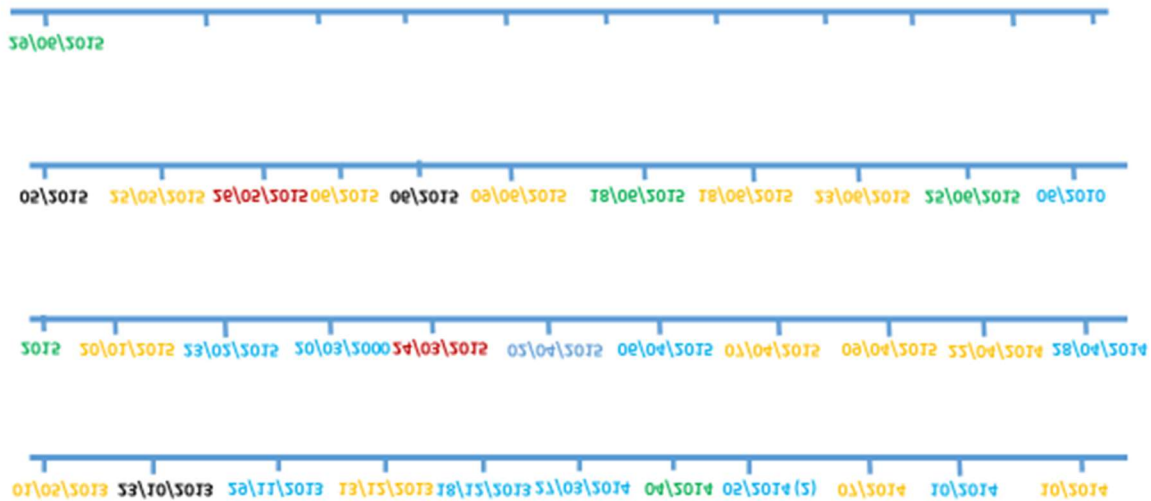
	-	
Biotecnologia /transgênicos	GMO Compass GMO Answers International Centre for Genetic Engineering and Biotechnology Conselho de Informações sobre Biotecnologia EuropaBio - The European Association for Bio-Industries Crop Life International Associação Brasileira de Biotecnologia American Biological Safety Association Biotechnology Industry Organization	GMWatch GM Free Cymru IRT - Institute for Responsible Technology
Pesticidas	The Industry Task Force II on 2,4-D Glyphosate Task Force	Beyond Pesticides PANNA - Pesticide Action Network North America PAN Europe - Pesticide Action Network Europe Contra os agrotóxicos org
Alimentos saudáveis	Alliance for Better Foods	Alliance for Food and Farming

	International Food Information Council Foundation	Food MythBusters Food and Water Watch Food Politics
Outros		CE0 - Corporate Europe Observatory Terra de Direitos

Fonte: Elaborado pela autora.

APÊNDICE B – Linha do tempo do glifosato





Data	Acontecimento
1960	É criada uma divisão agrícola da Monsanto. http://www.monsanto.com/global/br/quem-somos/pages/historia.aspx
1970	Dr. John Franz produz o N(Phosphonomethyl) glycine (glyphosate) para uso como herbicida
1974	O herbicida Roundup® passa a ser comercializado para uso agrícola na Malásia e no Reino Unido e registrado para uso industrial nos EUA. http://www.roundup.com.br/quem_somos.php Patente do glifosato
1976	Roundup passa a ser comercializado para fins agrícolas nos EUA. http://www.monsanto.com/global/br/quem-somos/pages/historia.aspx
1978	Brasil: começa a comercialização do glifosato, mas ainda importado. http://www.roundup.com.br/quem_somos.php
1984	Brasil: o roundup passa a ser produzido no Brasil. http://www.roundup.com.br/quem_somos.php
1987	Cientistas que identificaram a atividade herbicida do glifosato a National Medal of Technology (Medalha Nacional de Tecnologia) nos EUA - o herbicida agrícola Roundup foi reconhecido por seu impacto ""Sobre a produção de alimentos agrícolas e fibras, bem como as práticas agrícolas em todo o mundo". http://www.monsanto.com/products/documents/glyphosate-background-materials/back_history.pdf

1991	Expiração da patente do glifosato fora dos EUA http://www.businesswire.com/news/home/20140430006202/en/Research-Markets-Global-Glyphosate-Market-Genetically-Modified#.VZa_IPntnVo
1992	EUA - Documento membro EPA solicita aumento do MRL do glifosato para alguns produtos a fim de harmonizar com os limites do Codex. A soja por exemplo estava com índice MRL de 6 ppm. Solicita revisão MRL glyphosate EPA
1993	EPA Registration Eligibility Decision - RED (Decisão de Elegibilidade para Registro). Revisão do herbicida realizado pela EPA e conclui que o glifosato não apresenta riscos à saúde humana e ao meio ambiente. Neste mesmo relatório a EPA aumenta o MRL do glifosato para legumes e vegetais de 0.2 ppm para 5 ppm e para a soja de 15ppm para 20ppm. A justificativa é de compatibilizar com os padrões estabelecidos pelo Codex Alimentarius. red_PC-417300_1-Sep-93 aumento MRL glyphosate
1994	O herbicida Roundup é nomeado pela Farm Chemicals Magazine como um dos "Top 10 produtos que mudaram a face da agricultura". http://www.monsanto.com/products/documents/glyphosate-background-materials/back_history.pdf
1994	Relatório do International Programme on Chemical Safety - IPCS (Programa Internacional de Segurança Química) para a Organização Mundial da Saúde sobre o glifosato, apontando baixo risco à saúde humana e ao meio ambiente. http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc159.htm#PartNumber:11
1995	Brasil: Lei 8.974/95, 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 providencias.

	<p>https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/18974.htm</p> <p>Decreto 1.752/1995 de 20/12/95 - regulamentou a Lei 8.974/95 e criou a Comissão Técnica Nacional de Biossegurança - CTNBio</p> <p>https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d1752.htm</p>
03/1996	<p>Monsanto recebeu o Presidential Award for Sustainable Development (Prêmio Presidencial para o Desenvolvimento Sustentável) e o Presidential Green Chemistry Challenge Award (Prêmio Presidencial Desafio Química Verde). http://www.monsanto.com/products/documents/glyphosate-background-materials/back_history.pdf</p>
1996	<p>EUA - Soja Roundup Ready é introduzida - Primeiro cultivo de plantas geneticamente modificadas resistentes ao glifosato. http://www.monsanto.com/global/br/quem-somos/pages/historia.aspx</p>
1996	<p>Primeiro caso documentado de resistência de erva daninha ao glifosato na Austrália envolvendo rigid ryegrass (<i>Lolium rigidum</i>) (Powles SB, LorraineColwill DF, Dellow JJ, Preston C (1998). "Evolved Resistance to Glyphosate in Rigid Ryegrass (<i>Lolium rigidum</i>) in Australia". <i>Weed Science</i>46 (5): 604– 7. JSTOR 4045968.) POWLES Rigid ryegrass Australia</p>
1997	<p>EUA - Tolerance Reassessment and Risk Management Decision - TRED (Decisão sobre Gestão de Risco e Reavaliação de Tolerância) do glifosato para grãos de milho (de 0.1 para 1.0 ppm), grãos de sorgo (de 0.1 para 15 ppm) e aveia (para 20ppm)</p>

01/10/1998	Brasil - Parecer técnico da CTNBio liberando a comercialização da soja RR e conclui que não há evidências de risco ambiental ou de riscos à saúde humana ou animal, decorrentes da utilização da soja geneticamente modificada em questão. parecer técnico CTNBio liberação soja RR
1998	Brasil: ação judicial do Greenpeace e Instituto de Defesa do Consumidor - IDEC deu início da moratória judicial para liberações comerciais de transgênicos no Brasil e fez com que as variedades transgênicas permanecessem fora do mercado entre 1998 e 2003, pelo menos legalmente. Agricultores contrabandeavam semente de soja transgênica da Argentina. http://www.greenpeace.org/brasil/Global/brasil/report/2007/8/greenpeacebr_050430_transgenicos_documento_contexto_politico_port_v1.pdf
1998	EUA - Começa a ser comercializado o milho Roundup Ready. http://www.monsanto.com/global/br/quem-somos/pages/historia.aspx
05/02/1998	UE - Autorização de registro do milho transgênico da Monsanto MON-810: a modificação genética deste produto visa proteger a cultura contra uma praga nociva - a broca do milho europeia. O processo e renovação está pendente. http://ec.europa.eu/food/dyna/gm_register/gm_register_auth.cfm?pr_id=11
2000	Expiração da patente do Glifosato nos EUA http://www.glyphosate.eu/history-glyphosate
04/2000	Revisão conclui que "sob as condições atuais e previstas de uso, não há potencial para que o uso do herbicida Roundup constitua risco para a saúde humana". (Williams GM, Kroes R, Munro IC (April 2000) WILLIAMS safety evaluation and risk assessment of Roundup para humanos

2001	<p>Brasil: Iniciado o Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos - PARA pela Anvisa com o objetivo de avaliar continuamente os níveis de resíduos de agrotóxicos nos alimentos de origem vegetal que chegam à mesa do consumidor.</p> <p>http://portal.anvisa.gov.br/wps/content/Anvisa+Portal/Anvisa/Inicio/Agrotoxicos+e+Toxicologia/Assuntos+de+Interesse/Programa+de+Analise+de+Residuos+de+Agrotoxicos+em+Alimentos</p>
21/01/2002	<p>Revisão realizada pela União Europeia chega a mesma conclusão de ausência de risco Report for the Active Substance Glyphosate 2002</p>
24/04/2003	<p>Brasil: Decreto 4680/03 - estabelece normas para rotulagem de alimentos e ingredientes alimentares destinados ao consumo humano ou animal que contenham ou sejam produzidos a partir de organismos geneticamente modificados.</p> <p>http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2003/d4680.htm</p>
13/06/2003	<p>Brasil: Medida Provisória 113/03 (que virou Lei 10.688/03) - estabelece que "A comercialização da safra de soja 2003 não estará sujeita às exigências pertinentes" à lei de Biossegurança. Essa safra foi produzida em grande parte por sementes de soja contrabandeadas da Argentina e em desacordo com a lei de Biossegurança. http://www.egov.ufsc.br/portal/conteudo/medida-provis%C3%B3ria-n%C2%BA-11303-transg%C3%AAnicos e http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2003/L10.688.htmv</p>
22/09/2003	<p>Reg. 1829/2003 de 22/09/2003 - regulação sobre cultivo e alimentos GM. Efeito em 19/04/2004: Processo de autorização é longo. Reg. 1829-2003 sobre GMO</p>
31/10/2003	<p>Brasil: ANVISA autoriza aumento do LMR do glifosato para a Roundup Ready para 10 mg/kg respeitando-se o respectivo intervalo de segurança de 56 dias.</p>

	<u>Anvisa proposta alteração LMR soja e G01 ficha técnica glifosato Anvisa</u>
09/2004	Relatório sobre o Encontro sobre Resíduos de Pesticidas FAO/OMS. Aponta baixo risco de toxicidade do glifosato e que o AMPA (principal metabólito do glifosato) não é uma grande preocupação. <u>Pesticides residues in food Meeting FAO.OMS</u>
23/02/2005	UE - MRL: frutas e verduras em geral 0.1 mg/kg, soja 20.0 mg/kg, milho 1.0 mg/kg, sorgo 20.0 mg/kg, trigo 10.0 mg/kg; produtos de origem animal: 0.05 mg/kg (Part A of Annex I to Reg. 396/2005) <u>2005 Legislação sobre LMR</u>
24/03/2005	Brasil: Lei 11.105/2005 - estabelece a Lei Nacional de Biossegurança. Para plantar e/ou comercializar uma variedade transgênica precisa submeter um pedido à CTNBio, que deverá emitir seu parecer, que, caso seja favorável à liberação, será confirmado ou rejeitado pelo Conselho Nacional de Biossegurança (CNBS), composto por 9 Ministros e um Secretário Especial. <u>http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/lei/111105.htm</u>
2006	Lançamento do algodão Roundup Ready Flex. <u>http://www.monsanto.com/global/br/quem-somos/pages/historia.aspx</u>
2007	Dr. John Franz é introduzido no National Inventor's Hall of Fame (Hall da Fama dos Inventores Nacionais) por sua invenção do glifosato. <u>http://www.glyphosate.eu/history-glyphosate</u>
21/03/2007	Medida Provisória 327/2007 e depois Lei 11460/2007 - reduziu o quórum da CTNBio a 50% para aprovação comercial de sementes GM. <u>http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2007/Lei/L11460.htm</u>

22/02/2008	<p>Brasil: RESOLUÇÃO - RDC Nº 10: instaura reavaliação toxicológica do glifosato "considerando o ingrediente ativo Glifosato e sua larga utilização no Brasil, os relatos de casos de intoxicação ocupacional e acidental, a solicitação de revisão da dose estabelecida para a Ingesta Diária Aceitável (IDA) por parte de empresa registrante, a necessidade de controle de limite máximo de impurezas presentes no produto técnico e possíveis efeitos toxicológicos adversos". rdc10 de 22fevereiro 2008 Anvisa reavaliação glifosato</p> <p>Base nos dados da Rede de Centros de Informação e Assistência Toxicológica – RENACIAT: 48 casos de intoxicação entre 2007 e 2008 http://www.bvsde.ops-oms.org/bvstox/tallerplagui/brasilRenaciat.pdf</p>
04/12/2008	<p>UE: os Ministros do Meio Ambiente dos países da UE concluíram o processo sobre tomada de decisão sobre autorização de GMOs, pois nunca conseguem maioria para aceitar ou rejeitar um GMO: melhorar a avaliação de risco de médio e longo prazo, lançar uma Comissão para analisar implicações socioeconômicas, estabelecer zonas livres. 2008 Conselho Ministros sobre OGMS</p>
15/04/2009	<p>UE - Ministros do Meio Ambiente aprovam o direito de cada país recusar o cultivo de OGM. Alemanha, França, Grécia, Hungria e outros países da UE que se opõem à cultura de espécies GM ao ordenar a proibição de milho MON 810 da Monsanto, apesar de decisões europeias que o grão de biotecnologia era seguro.</p>
2009	<p>Canadá identificou sua primeira erva daninha resistente ao glifosato, "giant ragweed" e até o momento 15 espécies de ervas daninhas foram confirmadas como resistentes ao glifosato. (Lori (2009-05-07). 2010-</p>

	08-22.) "Map of Glyphosate-Resistant Weeds Globally". The International Survey of Herbicide Resistant Weeds. 2010. Retrieved 12 Jan 2013.
12/2009	Final Work Plan - FWP (Plano de Trabalho Final) da Environmental Protection Agency - FDA (Agência de Proteção Ambiental dos EUA) sobre a revisão do registro do glifosato.
02/03/2010	UE - A Comissão Europeia permitiu o cultivo de batata GM desenvolvida pela BASF, Amflora. Primeiro cultivo autorizado na Europa após 1998. A batata foi geneticamente modificada para produzir amido extra para uso na indústria de papel. Hoje o cultivo não é mais permitido. http://www.euractiv.com/cap/commission-gives-green-light-gen-news-300965
05/2010	Nos EUA, de 7 a 10 milhões de acres (em torno de 40.000 km ²) de área agrícola foi atingida pelas super ervas daninhas, ou seja, cerca de 5% dos 170 milhões de hectares plantados com milho, soja e algodão (as culturas mais afetadas) em 22 estados. (Neuman W, Pollack A (4 May 2010)
10/2010	UE - Publicação do Eurobarometer, Comissão Europeia, sobre a percepção dos europeus sobre biotecnologia. Em relação aos alimentos GMs os cidadãos europeus consideraram como inseguros ou mesmo perigosos e não são favoráveis ao desenvolvimento da atividade. relatório biotecnologia europa
2012	A Weed Science Society of America (Sociedade Americana de Ciência da Erva Daninha) listou 22 super weeds nos EUA, num total de 5,7 milhões de hectares infestados pelas ervas daninhas resistentes ao glifosato. http://wssa.net/
13/01/2012	Estudos sugerem que o glifosato pode ser mutagênico (András Székács and Béla Darvas. Ed. Mohammed Naguib Abd ElGhany Hasaneen, ISBN 978-953-307-803-8, Published: January 13, 2012)

04/2012	Brasil: lançamento do Dossiê da Associação Brasileira de Saúde Coletiva - Abrasco alertando sobre o crescente uso de agrotóxicos no país e a contaminação do ambiente e das pessoas dela resultante, com severos impactos sobre a saúde pública. Entre os ingredientes ativos identificados. Dossiê Abrasco agrotóxicos
28/05/2012	UE - Um agricultor francês, Paul François venceu em primeira instância processo contra a Monsanto. Em 2004 ele aspirou acidentalmente vapores do herbicida Lasso, que foi retirado do mercado depois de 2007. O processo ainda está em apelação. http://france3-regions.francetvinfo.fr/poitou-charentes/2015/05/28/paul-francois-contre-monsanto-proces-en-appel-aujourd-hui-lyon-733881.html
19/09/2012	Estudo de Séralini sobre o milho transgênico e seus efeitos cancerígenos em ratos. Séralini, Gilles-Eric; Clair, Emilie; Mesnage, Robin; Gress, Steeve; Defarge, Nicolas; Malatesta, Manuela; Hennequin, Didier; De Vendômois, Joël Spiroux (2012). artigo séralini ratos
21/09/2012	Monsanto responde ao estudo de Séralini. comentario_monsanto_trabalho_serolini_cancer_ratos_set_2012
28/09/2012	Estudo afirma que no período de 16 anos de introdução da Roundup Ready, a tecnologia transgênica tem levado a um aumento no uso de herbicidas nos EUA em 239 milhões de kg. Entre 1996 e 2012. Com o cultivo Bt houve redução no uso de inseticidas em 56 milhões de kg. http://www.enveurope.com/content/24/1/24
24/10/2012	Brasil: Posição da CTNBio sobre estudo do Séralini: aponta problemas metodológicos e intenção de provar os problemas do glifosato. Posição CTNBio sobre trabalho do Séralini

28/11/2012	<p>UE - European Food Safety Authority - EFSA lança comunicado informando que o estudo de Sèralini faz conclusões sem apoio em dados e que ele não atende aos padrões científicos aceitáveis, não havendo, portanto, necessidade de reexaminar as avaliações de segurança anteriores do milho geneticamente modificado NK603.</p> <p>http://www.efsa.europa.eu/en/press/news/121128.htm</p>
2013	<p>UE - Lançado o portal Glyphosate Facts, um portal de informações sobre o glifosato sob iniciativa do European Glyphosate Task Force - GTF (Força Tarefa Europeia Glifosato), um consórcio de indústrias, entre elas a Dow, Monsanto e Singenta, que juntaram recursos e esforços a fim de renovar o registro do glifosato na União Europeia com uma apresentação conjunta. http://www.glyphosate.eu/legal-notice</p>
01/2013	<p>Mark Lynas, antigo militante anti-GMO, declarou, durante a Conferência Agrícola de Oxford (The Oxford Farming Conference), dia 3 de janeiro, estar arrependido por ter combatido os organismos geneticamente modificados (OGM). http://cib.org.br/em-dia-com-a-ciencia/reino-unido-defende-uso-da-biotecnologia-em-conferencia/</p>
02/2013	<p>Brasil: Pela 1ª vez, transgênicos ocupam mais da metade da área plantada no Brasil. http://www.bbc.co.uk/portuguese/noticias/2013/02/130207_transgenicos_cultivo_tp.shtml</p>
01/05/2013	<p>USA - EPA aumenta a tolerância de resíduos de glifosato em oleaginosas (exceto canola) de 20 para 40 ppm federal register USA. Aumento tolerância glifosato</p>
23/10/2013	<p>UE - Lançamento de um relatório (Unhappy Meal) pela organização Corporate Europe Observatory afirmando que há conflito de interesses nos processos regulatórios da União Europeia. unhappy_meal_report_23_10_2013 relatório conflito de interesse regulação UE</p>

29/11/2013	Elsevier anuncia retirada (retração) do artigo de Séralini. http://www.elsevier.com/about/press-releases/research-and-journals/elsevier-announces-article-retraction-from-journal-food-and-chemical-toxicology
13/12/2013	UE - Hungria, apoiada pela França, Luxemburgo, Áustria e Polónia apresentou uma anulação da autorização da batata Amflora OGM pela Comissão Europeia em Março de 2010. O Tribunal Geral da União Europeia anulou a decisão da Comissão que havia permitido o cultivo. http://www.reuters.com/article/2013/12/13/eu-gmo-potato-idUSL6N0JS1TH20131213
18/12/2013	UE - Relatório do Federal Institute for Risk Assessment - BfR (Instituto Federal de Avaliação de Risco, da Alemanha, responsável pelo processo de reavaliação do Glifosato na UE. Enviado para apreciação pública Glyphosate RAR_01 Volume 1 2013-12-18_san
27/03/2014	Brasil: Ministério Público entra com duas ações na Justiça Federal pedindo que o Ministério da Agricultura suspenda o registro de 08 agroquímicos utilizados nas lavouras brasileiras, entre eles o glifosato São eles: parationa metílica, lactofem, forato, carbofurano, abamectina, tiram, paraquate e glifosato). A segunda ação exige que a Anvisa reavalie a utilização do 2,4-D e pede que a CTNBio não libere a comercialização de sementes transgênicas resistentes a esse herbicida até que seja concluída a reavaliação. MP pede ban glifosato e MP pede reavaliação 2 4-D
04/2014	EUA - agricultores ampliam arsenal de herbicidas para combater as ervas daninhas resistentes ao glifosato, aumentando os custos de produção. http://br.wsj.com/articles/SB10001424052702303939404579530231288843974

05/2014	Brasil: Parecer da Fundação Oswaldo Cruz mostra que a maior parte dos estudos conduzidos de 2006 para cá por universidades e institutos aponta o agrotóxico 2,4-D como causador de danos à saúde humana, animal e ao meio ambiente. parecer-herbicida-24-D-Karen-Friedrich-3
05/2014	Brasil: Embrapa divulga estudo sobre contaminação por agrotóxicos no Brasil Relatório Embrapa 2014
07/2014	Brasil: após batalha judicial, houve flexibilização da lei dos agrotóxicos por conta de lagartas em MT permite a utilização do benzoato de emamectina, químico proibido no país. http://g1.globo.com/mato-grosso/agrodebate/noticia/2014/07/mpf-recorre-e-quer-proibir-uso-do-benzoato-para-controlar-praga-em-mt.html
10/2014	UE - Test Biotech, Instituto Independente de Avaliação de Impacto em Biotecnologia, lança relatório criticando duramente o relatório do BfR. TBT Comment glyphosate final
10/2014	USA - EPA anuncia registro do Enlist Duo - um herbicida que combina glifosato e 2,4-D. http://www2.epa.gov/ingredients-used-pesticide-products/registration-enlist-duo
2015	Brasil: Associação Brasileira de Produtores não GM encerra suas atividades - Abrange. (Informação pelo e-mail).
20/01/2015	USDA aprovou soja geneticamente modificada resistente à dicamba e algodão geneticamente modificado resistente a dicamba e glufosinato. Estratégia para combater as ervas daninhas resistentes ao glifosato. http://www.aphis.usda.gov/brs/fedregister/BRS_20150120a.pdf

23/02/2015	Federal Institute for Risk Assessment - BfR (Instituto Federal de Avaliação de Risco, da Alemanha, responsável pelo processo de reavaliação do Glifosato na UE emite nota dizendo-se surpresa com o estudo do IARC e sugerindo inconsistência dos resultados. does-glyphosate-cause-cancer BfR sobre relatório IARC
20/03/2015	Publicação do estudo da International Agency for Research on Cancer - IARC (Agência Internacional de Pesquisa sobre Câncer) da Organização Mundial da Saúde - OMS, classificando o glifosato como potencialmente cancerígeno em seres humanos. artigo IARC sobre cancerogenicidade glifosato
24/03/2015	Monsanto solicita a retração do artigo do IARC que liga o glifosato ao câncer, afirmando que o relatório foi "tendencioso e contradiz as conclusões das agências reguladoras, que afirmam que o glifosato é seguro quando usado dentro das especificações do rótulo. http://mobile.reuters.com/article/idUSL2N0WP0UM20150324?irpc=932
02/04/2015	UE - Federal Institute for Risk Assessment - BfR (Instituto Federal de Avaliação de Risco, da Alemanha, responsável pelo processo de reavaliação do Glifosato na UE, sugere que a EFSA leve em conta também os estudos do IARC para o processo final de aprovação do glifosato. bfr-contribution-to-the-eu-approval-process-of-glyphosate-is-finalised
06/04/2015	Brasil: Posição do Instituto Nacional de Câncer - INCA contra as atuais práticas de uso de agrotóxicos no Brasil e ressaltar seus riscos à saúde, em especial nas causas do câncer. Relatório INCA posicionamento do inca sobre os agrototoxicos 06 abr 15
07/04/2015	Brasil: Anvisa emite comunicado sobre Relatório do IARC, informando que "A conclusão da reavaliação do glifosato não foi considerada prioritária pela Anvisa, considerando-se que, ao contrário do que ocorreu

	<p>com outros ingredientes ativos, a Fiocruz não indicou seu banimento. A Fundação conclui somente que as evidências de mutagenicidade, carcinogenicidade e desregulação endócrina deste ingrediente ativo eram insuficientes e indicando a necessidade de novos estudos. Porém, "Diante da recente classificação do glifosato pela IARC, a Anvisa dará imediata continuidade à análise deste ingrediente ativo, em cumprimento à determinação do Decreto nº 4.074, de 2002".</p> <p>http://portal.anvisa.gov.br/wps/content/anvisa+portal/anvisa/sala+de+imprensa/menu+-+noticias+anos/2015/anvisa+esclarece+sobre+carcinogenicidade+de+cinco+substancias+comercializado+s+no+pais</p>
09/04/2015	<p>Brasil: CTNBio libera comercialização de soja resistente ao 2,4-D e glufosinato de amônio da Dow Agrosciences. O sistema é denominado Enlist. Parecer técnico CTNBio soja 2 4D</p>
22/04/2015	<p>UE - Diretiva da Comissão Europeia que propõe revisão dos processos de tomada de decisão sobre GMOs: propõem que cada Estado-membro decida sobre o plantio e comercialização de GMOs. Diretiva EU 2015-412 possibilidade país permitir GMO e decision_making_process e Comunicado para aprovação reprovação GMO cada país e 2015 Proposta de nova reg altera reg 1829_2003</p> <p>OBS.: Antes da aprovação da presente diretiva, os Estados-Membros poderiam proibir ou restringir provisoriamente a utilização de um OGM no seu território se eles tivessem novas evidências de que o organismo em causa constituísse um risco para a saúde humana ou para o ambiente ou, no caso de uma emergência. Nenhum Estado-membro que adotou a chamada "cláusula de salvaguarda" conseguiu apresentar novas provas.</p>
28/04/2015	<p>Lançamento do Dossiê Abrasco 2015. DossieAbrasco_2015_web</p>

05/2015	UE - Organização Corporate Europe Observatory (CEO) lança relatório (A Toxic Affair: How the chemical lobby blocked action on hormone disrupting chemicals) sobre a atuação dos lobbys se mobilizando para interromper o processo de análise da UE sobre disrupção endócrina dos químicos. toxic_lobby_edc
25/05/2015	UE - Holanda bane utilização do Roundup para gramados e jardins. http://www.globalresearch.ca/netherlands-bans-monsantos-roundup-to-protect-citizens-from-carcinogenic-glyphosate/5451552
26/05/2015	UE - Ministros alemães pedem banimento do Roundup na UE. http://www.euractiv.com/sections/science-policy-making/german-states-call-ban-household-pesticide-314508
06/2015	UE - países da UE proíbem venda livre de glifosato (França) Alemanha proíbe uso em casa: http://www.euractiv.com/sections/science-policy-making/german-states-call-ban-household-pesticide-314508 http://www.independent.co.uk/news/world/europe/roundup-weedkiller-banned-from-french-garden-centres-over-probable-link-to-cancer-10319877.html
06/2015	UE - Novo relatório (Whose representatives? MEPs on the industry payroll) da Organização Corporate Europe Observatory (CEO) afirma que ainda persiste conflito de interesses nos processos regulatórios da União Europeia.

09/06/2015	<p>Presidente do Sri Lanka anunciou banimento da importação do glifosato para seu país. http://www.globalresearch.ca/sri-lankas-president-bans-glyphosate-nationwide-to-protect-the-health-of-the-people/5454581</p>
18/06/2015	<p>Brasil: O Instituto Mato-grossense do Algodão identificou pela primeira vez a ocorrência do <i>Amaranthus Palmeri</i> em MT, erva daninha que infesta os campos nos EUA e possui resistências múltiplas. circular_técnica_IMA MT Amaranthus</p>
18/06/2015	<p>Papa Francisco afirma em encíclica que deve-se pôr fim à "cultura do consumo descartável" e aponta problemas dos transgênicos e uso de agroquímicos. papa-francesco_20150524_enciclica-laudato-si_po</p>
23/06/2015	<p>USA - EPA assina convênio com o Center for Biological Diversity para analisar os impactos da atrazina e do glifosato. O compromisso é completar a avaliação até 2020. Avaliação glifosato deveria ter ocorrido em 2003. http://www.biologicaldiversity.org/news/press_releases/2015/pesticides-06-23-2015.html</p>
25/06/2015	<p>O International Agency for Research on Cancer (IARC) da OMS reclassificou o 2,4-D como possivelmente carcinogênico para humanos 2015 IARC 2,4-D CARCINOGENICO</p>
06/2015	<p>Grupo de cientistas lançam o "Manifesto Eco Modernista" e afirma que só com a tecnologia seremos capazes de proteger a natureza. http://www.ecomodernism.org/</p> <p>Texto Latour sobre o movimento: http://bruno-latour.fr/sites/default/files/downloads/00-BREAKTHROUGH-06-15_0.pdf</p> <p>"Is it a somewhat risky political invention trying to allow for alliances between irreconcilable movements – there are many such efficacious oxymorons, think of “compassionate conservatism”, Christian</p>

	<p>democrat, or, let's say, national socialism? Or is it a genuine attempt at exploring a situation about which we are all in the dark? Since my slogan is “love your monsters”, you understand that I cannot flee in horror, but I have to try to see if such an innovation can be made to behave properly, just as Frankenstein's creature would have done had it not been abandoned".</p> <p>Outra crítica: http://entitleblog.org/2015/06/19/love-your-symptoms-a-sympathetic-diagnosis-of-the-ecomodernist-manifesto/</p>
29/06/2015	<p>Brasil: Soja convencional atrai produtores de MT: além do prêmio pago pela soja convencional, ela tem preço menor que a transgênica que cobra um preço alto pelos royalties. Além disso, é possível fazer a rotação de agroquímicos que permitem maior controle de ervas daninhas, além de mais resistentes aos nematoides.</p>

Fonte: Elaborado pela autora

APÊNDICE C - Artigos que discutem sobre fungos e doenças nas plantas a partir do uso do glifosato

QUESTÃO	SIM	NÃO
O glifosato aumenta o número de fungos patógenos?	<ul style="list-style-type: none"> - Bramhall; Higgins, 1988; - Descalzo et al., 1998; - Fernandez et al., 2005, 2007; - Keen; Holliday; Yoshikawa, 1982; - Larson et al., 2006; - Mekwatanakarn; Sivasithamparam, 1987; - Meriles et al., 2006; - Smiley; Alex G. Ogg Jr.; R. James Cook, 1992 	<ul style="list-style-type: none"> - Álvarez; Fuentes; Torres-Torres, 2002; - Jeffery; Burgess, 1990; - S. Sanogo; X. B. Yang; P. Lundeen, 2001; - Jeffery; Burgess, 1990; - Osman; Viglierchio, 1981 - Cerkaukas; Dhingra; Sinclair, 1983; - Trappe; Molina; Castellano, 1984 <p>OBS.: alguns desses estudos afirmam que o uso do glifosato não só não aumenta o número de patógenos como os reduz.</p>
O glifosato atua na supressão das defesas das plantas	<ul style="list-style-type: none"> - Bramhall; Higgins, 1988; - Holiday; Keen, 1982; - Johal; Rahe, 1984; - Lévesque, 1985; - Lydon; Duke, 1989 	<ul style="list-style-type: none"> - Baley et al., 2009; - Feng et al., 2005, 2008
Estes problemas aumentaram com os cultivos GM?	<ul style="list-style-type: none"> - Kremer; Means, 2009; - Lee; Penner; - Hammerschmidt, 2003; - Zobiolo et al., 2010, 2011 	<ul style="list-style-type: none"> - Lee; Ngim, 2000; - Mueller et al., 2003; - Njiti et al., 2003; - Yang; Harrison; Riedel, 2002

Fonte: elaborado pela autora

REFERÊNCIAS

- ÁLVAREZ, A. V. DE; FUENTES, C. L.; TORRES-TORRES, E. Respuesta al glifosato de un aislamiento de *rhizoctonia solani*, agente causal del anublo de la vaina del arroz, y de cuatro aislamientos de *trichoderma*, bajo condiciones in vitro. **Agronomía Colombiana**, v. 19, n. 1-2, p. 43–55, 2002.
- BALEY, G. J. et al. Influence of glyphosate, crop volunteer and root pathogens on glyphosate-resistant wheat under controlled environmental conditions. **Pest Management Science**, v. 65, n. 3, p. 288–299, 2009.
- BRAMHALL, R. A.; HIGGINS, V. J. Colonization of root tissues in tomato seedlings genetically resistant to *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici* Jarvis & Shoemaker occurred following exposure to a sublethal concentration of the herbicide glyphosate (1.0 mM for 24 h prior to inocul. **Canadian Journal of Botany**, v. 66, n. 8, p. 1547–1555, 1988.
- CERKAUKAS, R. F.; DHINGRA, O. D.; SINCLAIR, J. B. Effect of three desiccant-type herbicides on fruiting structures of *Colletotrichum truncatum* and *phomopsis* spp. on soybean stems. **Plant Disease**, v. 67, n. 6, p. 620–622, 1983.
- DESCALZO, R. C. et al. Glyphosate treatment of bean seedlings causes short-term increases in *Pythium* populations and damping off potential in soils. **Applied Soil Ecology**, v. 8, n. 1-3, p. 25–33, maio 1998.
- FENG, P. C. C. et al. Glyphosate inhibits rust diseases in glyphosate-resistant wheat and soybean. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 102, n. 48, p. 17290–5, 29 nov. 2005.
- FENG, P. C. C. et al. The control of Asian rust by glyphosate in glyphosate-resistant soybeans. **Pest Management Science**, v. 359, n. December 2007, p. 353–359, 2008.
- FERNANDEZ, M. R. et al. Crop production factors associated with fusarium head blight in spring wheat in eastern Saskatchewan. **Crop Science**, v. 45, n. 5, p. 1908–1916, 2005.
- FERNANDEZ, M. R. et al. Impacts of crop production factors on fusarium head blight in barley in Eastern Saskatchewan. **Crop Science**, v. 47, n. 4, p. 1574–1584, 2007.

HOLIDAY, M. J.; KEEN, N. T. The role of phytoalexins in the resistance of soybean leaves to bacteria: Effects of glyphosate on glyceollin accumulation. **Phytopathology**, v. 72, p. 1470–1474, 1982.

JEFFERY, S.; BURGESS, L. W. Growth of *Fusarium graminearum* Schwabe group 1 on media amended with atrazine, chlorsulfuron or glyphosate in relation to temperature and osmotic potential. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 22, n. 5, p. 665–670, 1990.

JOHAL, G. S.; RAHE, J. E. Effect of soilborne plant-pathogenic fungi on the herbicidal action of glyphosate on bean seedlings. **Phytopathology**, n. 74, p. 950–955, 1984.

KEEN, N. T.; HOLLIDAY, M. J.; YOSHIKAWA, M. **Effects of Glyphosate on Glyceollin production and the expression of resistance to *Phytophthora megasperma* f. sp. *glycinea* in soybean** **Phytopathol**, 1982.

KREMER, R. J.; MEANS, N. E. Glyphosate and glyphosate-resistant crop interactions with rhizosphere microorganisms. **European Journal of Agronomy**, v. 31, n. 3, p. 153–161, 2009.

LARSON, R. L. et al. Influence of glyphosate on Rhizoctonia and *Fusarium* root rot in sugar beet. **Pest management science**, v. 62, n. 12, p. 1182–92, dez. 2006.

LEE, C. D.; PENNER, D.; HAMMERSCHMIDT, R. Glyphosate and shade effects on glyphosate-resistant soybean defense response to *Sclerotinia sclerotiorum*. **Weed Science**, v. 51, n. 3, p. 294–298, 2003.

LEE, L. J.; NGIM, J. A first report of glyphosate-resistant goosegrass (*Eleusine indica* (L) Gaertn) in Malaysia. **Pest Management Science**, v. 56, n. 4, p. 336–339, abr. 2000.

LÉVESQUE, A. **A field study on some effects of glyphosate on fusarium spp: its impact on root colonization of weeds, on propagule levels in the soil, and on crop emergence.** [s.l.] Mc Gill, 1985.

LYDON, J.; DUKE, S. O. Pesticide effects on secondary metabolism of higher plants. **Pesticide Science**, v. 25, n. 4, p. 361–373, 1989.

MEKWATANAKARN, P.; SIVASITHAMPARAM, K. Effect of certain herbicides on soil microbial populations and their influence on saprophytic growth in soil and pathogenicity of take-all fungus. **Biology**

and Fertility of Soils, n. 5, p. 175–180, 1987.

MERILES, J. M. et al. Glyphosate and Previous Crop Residue Effect on Deleterious and Beneficial Soil-borne Fungi from a Peanut-Corn-Soybean Rotations. **Journal of Phytopathology**, v. 154, n. 5, p. 309–316, maio 2006.

MUELLER, D. S. et al. Response of Commercially Developed Soybean Cultivars and the Ancestral Soybean Lines to *Fusarium solani* f. sp. *glycines*. **Plant Disease**, v. 87, n. 7, p. 827–831, 2003.

NJITI, V. N. et al. Roundup Ready Soybean: Glyphosate Effects on *Fusarium solani* Root Colonization and Sudden Death Syndrome. **Agronomy Journal**, v. 95, n. 5, p. 1140–1145, 2003.

OSMAN, A A; VIGLIERCHIO, D. R. Herbicide effects in nematode diseases. **Journal of nematology**, v. 13, n. 4, p. 544–546, 1981.

S. SANOGO; X. B. YANG; P. LUNDEEN. Field Response of Glyphosate-Tolerant Soybean to Herbicides and Sudden Death Syndrome. **Plant Disease**, v. 85, p. 773–779, 2001.

SMILEY, R. W.; ALEX G. OGG JR.; R. JAMES COOK. Influence of glyphosate on *Rhizoctonia* root rot, growth and yield of barley. **Plant Disease**, v. 76, p. 937–942, 1992.

TRAPPE, J. M.; MOLINA, R.; CASTELLANO, M. Reactions of mycorrhizal fungi and mycorrhizal formation to pesticides. **Annual Review of Phytopathology**, v. 22, p. 331–359, 1984.

YANG, X. Y.; HARRISON, S. K.; RIEDEL, R. M. Soybean (*Glycine max*) response to glyphosate and soybean cyst nematode (*Heterodera glycines*). **Weed Technology**, v. 16, n. 2, p. 332–339, 2002.

ZOBIOLE, L. H. S. et al. Glyphosate reduces shoot concentrations of mineral nutrients in glyphosate-resistant soybeans. **Plant and Soil**, v. 328, n. 1, p. 57–69, 2010.

ZOBIOLE, L. H. S. et al. Glyphosate affects micro-organisms in rhizospheres of glyphosate-resistant soybeans. **Journal of applied microbiology**, v. 110, n. 1, p. 118–27, jan. 2011.

APÊNDICE D – Relação de artigos sobre a relação entre glifosato e problemas à saúde

Tema	Autores/data	Área	Instituição	Resultados
Alergias	- SLAGER et al., 2010	- Ciências da Saúde	Center for Genomics and Personalized Medicine Research of Wake Forest University School of Medicine	Estuda a relação da rinite e a exposição à agrotóxicos. O glifosato foi associado com o aumento da rinite.
	(SAMSEL; SENEFF, 2013)	- Ciências exatas e da Terra	- Independent Scientist and Consultant - Computer Science and Artificial Intelligence Laboratory, MIT	Propõe que o glifosato é a causa da doença celíaca. Os peixes expostos ao glifosato desenvolver problemas digestivos que são uma reminiscência da doença celíaca. A doença celíaca é associado com desequilíbrios em bactérias do intestino que pode ser totalmente explicados pelos efeitos conhecidos do glifosato sobre as bactérias do intestino. As deficiências em ferro, cobalto, molibdênio, cobre e

				<p>outros metais raros associados com doença celíaca pode ser atribuído à forte capacidade de glifosato para quelar estes elementos. Deficiências em triptofano, tirosina, metionina e selenomethionine associado com doença celíaca esgotamento conhecido papel de glifosato destes aminoácidos.</p>
Carcinogenicidade	- ALAVANJA; ROSS; BONNER, 2013	- Ciências da Saúde	- Division of Cancer Epidemiology and Genetics of National Cancer Institute. - Center for Environmental Health Sciences of College of Veterinary Medicine, Mississippi State University	Revisão. Análise de múltiplos agrotóxicos e sua associação com o câncer, principalmente próstata. O glifosato foi listado como um dos herbicidas para os quais informações sobre a frequência, duração, intensidade e exposição

			- Department of Social and Preventive Medicine, State University of New York at Buffalo	cumulativa estava disponível. Na tabela de resultados, no entanto, o glifosato não foi listado. Os autores afirmaram que os pesticidas para os quais " nenhuma associação exposição-resposta com câncer de próstata foi observada " foram omitidos da tabela de resultados para economizar espaço. Assim, pode assumir-se que não houve associação significativa entre glifosato positivo e cancro da próstata neste estudo.
	- ANDREOTTI et al., 2009	- Ciências da Saúde	- Division of Cancer Epidemiology and Genetics, National Cancer Institute, National Institutes of Health.	Analisa associação de agrotóxicos com câncer do pâncreas. Estudo comparativo entre os agricultores que sempre utilizaram e os que nunca

			<ul style="list-style-type: none"> - Department of Preventive Medicine, Feinberg School of Medicine, Northwestern University, Chicago. - Department of Preventive Medicine and Biometrics, Uniformed Services University of the Health Sciences, Bethesda. - Epidemiology Branch, National Institute of Environmental Health Sciences, NIH, DHHS Research Triangle Park. 	<p>utilizaram determinado pesticida. No caso do glifosato, estatisticamente os casos e as diferenças entre as duas categorias foram consideradas insignificantes.</p> <p>OR 1.1</p>
	BELLÉ et al., 2007	- Ciências Biológicas	- Centre National de la Recherche Scientifique, Université Pierre et Marie Curie-Paris 6.	Afirmam que o glifosato afeta o ponto de segurança do DNA provocando o surgimento de câncer.
	- CANTOR et al., 1992 (Citado por MINK)	- Ciências da Saúde	- Environmental Epidemiology Branch, Epidemiology and	Estudo sobre a associação de agrotóxicos ao NHL – Linfoma Non-Hodgkin. Observaram associações

			<p>Bioslalislics Program. National Cancer Institute.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Departments of Preventive Medicine and Pathology, University of Iowa. - Department of Epidemiology, University of Minnesota. - Department of Internal Medicine, Orlando Regional Medical Center. 	<p>praticamente nulas entre o glifosato e o NHL, conduzido com homens de Iowa e Minnesota.</p> <p>OR 1.1</p>
	- CARREÓN et al., 2005	- Ciências da Saúde	<ul style="list-style-type: none"> - National Institute for Occupational Safety and Health, Cincinatti. - Departament of Health and Human Services, National Insitute of Cancer. - School of Public Health, University of Minnesota. - Mercy Foundation. - Natural Farm Medicine Center, Marshfield Clinic. 	<p>Análise de gliomas em mulheres em cidades com menos de 150 mil habitantes em Iowa entre 18 e 80 anos com casos confirmados de glioma. Não encontrou associação com o glifosato.</p> <p>OR 0,7</p>

			<ul style="list-style-type: none"> - Department of Medicine, Michigan State University. - Department of Environmental Health, University of Cincinnati. 	
	- DE ROOS et al., 2003, 2004	- Ciências da Saúde	<ul style="list-style-type: none"> - Division of Cancer Epidemiology and Genetics, National Cancer Institute. - University of Nebraska Medical Center. - Kansas University Medical Center - University of Iowa College of Medicine. - Program in Epidemiology, Fred Hutchinson Cancer Research Center and Department of Epidemiology, University of Washington. 	Estudo de múltiplos tipos de câncer. O estudo de 2004 foi específico em relação ao glifosato. Não encontraram nenhuma associação significativa com os tipos de câncer estudados. No entanto, eles concluem que há uma associação entre o glifosato e o mieloma múltiplo (É um tipo de câncer que se dá na medula óssea e afeta o sistema imunológico do corpo). Porém, mais tarde outro autor, Lash (2007)

			<ul style="list-style-type: none"> - Department of Health and Human Services, National Institute of Cancer. - Epidemiology Program, National Institute of Environmental Health Sciences, National Institute of Health, Department of Health and Human Services, Research Triangle Park, North Carolina. 	<p>verificou que houve alguns desvios nos dados.</p> <p>2003 – 1,2</p>
	- DENNIS et al., 2010	- Ciências da Saúde	<ul style="list-style-type: none"> - Department of Epidemiology, College of Public Health, University of Iowa. - Epidemiology Branch, National Institute of Environmental Health Sciences, National Institutes of Health, Department of Health and Human Services, 	<p>Avaliam a relação de 50 agrotóxicos com o melanoma cutâneo (câncer de pele). Não houve nenhuma associação com o glifosato.</p>

			<p>Research Triangle Park, North Carolina.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Division of Cancer Epidemiology and Genetics, National Cancer Institute, Rockville, Maryland. 	
	- ENGEL et al., 2005	- Ciências da Saúde	<ul style="list-style-type: none"> - Division of Cancer Epidemiology and Genetics, National Cancer Institute, National Institutes of Health. - Department of Epidemiology and Biostatistics, Memorial Sloan-Kettering Cancer Center, New York. - National Institute of Environmental Health Sciences, National Institutes of Health, Research Triangle Park. - Department of Epidemiology, College of 	Os autores analisaram associações de incidência de câncer de mama com o uso do glifosato entre as esposas de agricultores, e com o uso do glifosato entre maridos de esposas que nunca usaram pesticidas. Após o ajuste para idade, raça e estado de residência, não houve associação estatisticamente significativa em qualquer análise

			Public Health, University of Iowa. - Battelle Centers for Public Health Research and Evaluation, Durham.	
	- ERIKSSON et al., 2008	- Ciências da Saúde	- Department of Oncology and Pathology, University Hospital, Lund, Sweden. - Department of Oncology, University Hospital, Orebro, Sweden.	Estudaram a associação entre glifosato e NHL. O estudo confirma uma associação entre a exposição a ácidos fenoxiacéticos e NHL e a associação com o glifosato foi consideravelmente reforçada.
	- FLOWER et al., 2004	- Ciências da Saúde	- Robert Wood Johnson Clinical Scholars Program and Division of Community Pediatrics, Department of Pediatrics, and Department of Maternal and Child Health, School of Public	Avaliaram múltiplos pesticidas em múltiplos tipos de câncer em crianças. Não houve associação com glifosato.

			<p>Health, University of North Carolina.</p> <ul style="list-style-type: none">- Epidemiology Branch, National Institute of Environmental Health Sciences, National Institutes of Health, Department of Health and Human Services, Research Triangle Park, North Carolina.- Department of Epidemiology, University of Iowa, Iowa City, Iowa, USA; 4Occupational and Environmental Epidemiology Branch, National Cancer Institute, National Institutes of Health, Department of Health and Human Services, Bethesda.- Battelle, Durham, North Carolina.	
--	--	--	--	--

			- Westat, Durham, North Carolina	
	- HARDELL; ERIKSSON, 1999		- Department of Oncology, Örebro Medical Center, Örebro, Sweden. - Department of Oncology, University Hospital, Lund, Sweden.	NHL. Aponta o glifosato como fonte de preocupação, apesar dos estudos individuais relatarem associações positivas não estatisticamente significativas entre glifosato e NHL
	- LEE et al., 2004; 2004b; 2005; 2007.	- Ciências da Saúde	- Occupational and Environmental Epidemiology Branch, Division of Cancer Epidemiology and Genetics, National Cancer Institute, Bethesda. - Division of Cancer Epidemiology and Genetics, National Cancer Institute, Bethesda. - Molecular Immunogenetics and	2004a – NHL – 2004b – estômago 2005 - glioma 2007 - Casos de câncer no colo/reto. Associações não significativas para o glifosato. Estudaram nove pesticidas.

			<p>Vaccine Research Section, Metabolism Branch, National Cancer Institute, National Institutes of Health, Bethesda.</p> <p>- Department of Preventive Medicine, College of Medicine, Korea University.</p> <p>- University of Nebraska Medical Center, Omaha.</p>	
	- MCDUFFIE et al., 2001	- Ciências da Saúde	<p>- Centre for Agricultural Medicine, University of Saskatchewan.</p> <p>- National Cancer Institute of Canada, Epidemiology Unit, University of Toronto.</p> <p>- Centre for Health Evaluation and Outcome Sciences, St. Pauls Hospital, Vancouver.</p>	NHL. Associação insignificante entre NHL e glifosato.

			<ul style="list-style-type: none"> - Alberta Cancer Board, Division of Epidemiology, Prevention and Screening. - Saskatchewan Cancer Agency, Allan Blair Memorial Centre, Regina, Saskatchewan. - Department of Pathology, University of Saskatchewan. - Manitoba Cancer Treatment and Research Foundation, Winnipeg. 	
	- NORDSTRÖM et al., 1998	- Ciências da Saúde	<ul style="list-style-type: none"> - Department of Oncology, Orebro Medical Centre. - Department of Occupational and Environmental Medicine, University Hospital. - Departments of Oncology and Occupational and 	Leucemia. Associações significantes.

			Environmental Medicine, University Hospital, Uppsala	
	- PAGANELLI et al., 2010	- Ciências da Saúde	- Laboratorio de Embriologia Molecular, CONICET-UBA, Facultad de Medicina, Universidad de Buenos Aires.	Realizaram estudos com baixas doses de glifosato. Concluem que o efeito direto do glifosato sobre os mecanismos iniciais da morfogênese em embriões de vertebrados abre preocupações sobre os achados clínicos de descendência humana em populações expostas a herbicidas a base de glifosato em campos agrícolas.
	(SCHINASI; LEON, 2014)	- Ciências da Saúde	- Section of Environment and Radiation, International Agency for Research on Cancer	Relata associações entre NHL e glifosato.
	- SÉRALINI et al., 2014	- Ciências Biológicas	- Institute of Biology, and CRIIGEN and Risk Pole, University of Caen.	Estudo republicado (anteriormente retirado em outra publicação)

		- Ciências da Saúde	- Department of Neurological, Neuropsychological, morphological and Motor Sciences, University of Verona.	relata associação entre aparecimento de tumores em ratos alimentados com o milho transgênico NK603 da Monsanto.
	THONGPRAKAIS ANG et al., 2013	- Ciências Biológicas - Ciências da Saúde	- Environmental Toxicology Program and Applied Biological Sciences Program, Chulabhorn Graduate Institute, Bangkok, Thailand. - Laboratory of Pharmacology, Chulabhorn Research Institute, Bangkok, Thailand. - Center of Excellence on Environmental Health and Toxicology, Office of the Higher Education Commission, Ministry of	Afirma que o glifosato induz ao crescimento de células cancerígenas de mama através de receptores de estrogênio.

			Education, Bangkok, Thailand	
Citotoxicidade	- ASTIZ; ALANIZ; MARRA, 2009	- Ciências Biológicas - Ciências da Saúde	- INIBIOLP (Instituto de Investigaciones Bioquímicas de La Plata), CCT La Plata, CONICET-UNLP, Cátedra de Bioquímica y Biología Molecular, Facultad de Ciencias Médicas, Universidad Nacional de La Plata.	O estudo demonstrou que o tratamento de ratos com doses baixas de dimetoato, zinebe ou glifosato sozinho ou em combinação induz o stress oxidativo no fígado e no cérebro.
	- EL-SHENAWY, 2009	- Ciências Biológicas	- Zoology Department, Faculty of Science, Suez Canal University, Egypt.	Comparou os efeitos de stress oxidativo e disruptor antioxidante do Roundup e do glifosato. Os resultados mostram que os efeitos são maiores com o Roundup.
	- GASNIER et al., 2010		- Laboratory of Biochemistry, Institute of Biology, University of Caen, France.	Testaram quatro formulações de Roundup e todas provocaram a morte das células do fígado, afirmando assim

			- CRIIGEN and Risk Pole MRSH, CNRS, University of Caen, France.	que com adjuvantes os efeitos são mais fortes do que o glifosato sozinho.
	- GEHIN et al., 2005 - GEHIN; GUYON; NICOD, - 2006	- Ciências da Saúde	- Equipe des Sciences Separatives et Biopharmaceutiques UFR Médecine—Pharmacie, Besançon Cedex, France.	Os resultados indicam que (i) as formulações à base de glifosato podem ser responsáveis por danos oxidativos em células epidérmicas humanas, (ii) compostos antioxidantes devem ser associados às formulações do herbicida para diminuir os seus efeitos deletérios sobre a pele humana. (iii) o glifosato induziu alterações significativas na capacidade antioxidante celular como uma depleção de glutathione, distúrbios enzimáticos (catalase, glutathione peroxidase e

				superóxido dismutase), e aumento da peroxidação lipídica.
	- LIOI et al., 1998b	- Ciências Agrárias - Ciências Biológicas	- Department of Animal Production Sciences, University of Basilicata, Italy. - National Research Council – IRECE, Naples, Italy. - National Research Council – IIGB, Naples, Italy. - Department of Animal Sciences, University of Naples, Italy.	Apresenta dados conflitantes na alegação de citotoxicidade do glifosato.
	- MARC et al., 2002; 2003; 2005. -MARC; MULNER-LORILLON; BELLÉ, 2004	- Ciências Biológicas	- Station Biologique de Roscoff, Université Pierre et Marie Curie, Centre National de la Recherche Scientifique, Roscoff Cedex, France. - Pôle Analytique des Eaux, Plouzane, France.	Estudam o efeito do Roundup na regulação do ciclo celular, provocando atraso na ativação do complexo de CDK1 / ciclina B. Questionam a segurança do glifosato.

	- PIENIŹEK; BUKOWSKA; DUDA, 2004	- Ciências Biológicas	- Department of Biophysics of Environmental Pollution, University of Łódz, Poland.	Segundo seus resultados, o Roundup Ultra 360 SL provoca mais alterações na função de eritrócitos do que a sua activa glifosato substância, que é provavelmente um resultado das propriedades dos aditivos. Tendo em conta a acumulação limitada de Roundup Ultra 360 SL e glifosato no organismo, bem como o fato de que as doses limites que causaram mudanças em eritrócitos para Roundup Ultra 360 SL foram apenas 500 e 1000 ppm para o glifosato, concluindo que este herbicida é segura no sentido de eritrócitos humanos.
--	--	--------------------------	--	---

	- RICHARD et al., 2005	- Ciências Biológicas	- Laboratoire de Biochimie et Biologie Moleculaire, USC-INCRA, Université de Caen, France.	Os resultados mostram que o glifosato é tóxico para as células da placenta humana. Afirmam ainda que o Roundup é mais tóxico que o ingrediente ativo, glifosato. Além disso, concluem que o Roundup tem efeitos endócrinos e tóxicos em mamíferos.
Efeitos Agudos	- CHANG; CHANG, 2009	- Ciências da Saúde	- Nephrology Division, Department of Internal Medicine, Changhua Christian Hospital, Taiwan - College of Health Sciences, Institute of Medical Research, Chang Jung Christian University, Tainan, Taiwan.	Relatam estudo de caso sobre tentativa de suicídio e posterior morte utilizando glifosato. Afirmam que os médicos devem considerar hemodiálise no início para melhorar o resultado de pacientes com intoxicação pelo surfactante do glyphosate.
	SRIBANDITMONG KOL et al., 2012	- Ciências da Saúde	- Departments of Forensic Medicine and †Pathology,	Analizam caso de ingestão de glifosato e

			Faculty of Medicine, Chiang Mai University, Thailand.	observaram corrosão de tecidos, grau leve de congestão pulmonar e edema em ambos os pulmões.
Efeitos Crônicos	-JAYASUMANA; GUNATILAKE; SENANAYAKE, 2014		<ul style="list-style-type: none"> - Department of Pharmacology, Faculty of Medicine, Rajarata University, Sri Lanka. - Health Science Department, California State University. - Hela Suwaya Organization, Malabe, Sri Lanka. 	Trabalham com a hipótese da associação do uso de glifosato com doença renal crônica, endêmica no Sri Lanka.
Efeitos reprodutivos	- ARBUCKLE; LIN; MERY, 2001	<ul style="list-style-type: none"> - Ciências da Saúde - Ciências Humanas 	<ul style="list-style-type: none"> - Bureau of Reproductive and Child Health, Population and Public Health Branch, Health Canada, Ottawa, Canada. - Department of Sociology and Anthropology, Carleton 	Exposição ao glifosato foi associada a um aumento de abortos tardios.

			University, Ottawa, Canada; - Cancer Bureau, Population and Public Health Branch, Health Canada, Ottawa, Canada.	
	- ARIS; LEBLANC, 2011	Ciências da Saúde	- Department of Obstetrics and Gynecology, University of Sherbrooke Hospital Centre, Sherbrooke, Quebec, Canada - Clinical Research Centre of Sherbrooke University Hospital Centre, Sherbrooke, Quebec, Canada - Faculty of Medicine and Health Sciences, University of Sherbrooke, Sherbrooke, Quebec, Canada	Objetivo era avaliar a correlação entre a exposição maternal e fetal ao glifosato e os níveis de exposição. Os resultados apontam que o glifosato não foi detectado em mulheres grávidas e fetos, mas foram detectados em 5% das mulheres não grávidas.

	<p>- BENACHOUR et al., 2007 -BENACHOUR; SÉRALINI, 2009</p>	<p>- Ciências Biológicas - Ciências da Saúde</p>	<p>- Laboratoire Estrogènes et Reproduction, USC-INRA, IBFA, Université de Caen, Caen, France. - Department of Biology, State University of Medan, Indonesia. - Laboratoire de Biochimie du Tissu Conjonctif, CHU Côte de Nacre, Caen, France.</p>	<p>Concluem que a exposição ao Roundup pode afetar a reprodução humana e o desenvolvimento fetal em caso de contaminação.</p>
	<p>- BEURET; ZIRULNIK; GIMÉNEZ, 2005</p>	<p>- - Ciências Biológicas</p>	<p>- Cátedra de Bioquímica Molecular, Área Química Biológica, Facultad de Química, Bioquímica y Farmacia, Universidad Nacional de San Luis, Chacabuco y Pedernera, San Luis, Argentina.</p>	<p>O estudo investigou os efeitos que 1% a exposição oral ao glifosato tem sobre os sistemas de lipoperoxidação e enzimas antioxidantes no soro materno e fígado de ratas grávidas e seus fetos a 21 dias de gestação. Os resultados sugerem que a peroxidação lipídica induzida com excessiva</p>

				ingestão glifosato leva a uma sobrecarga dos sistemas de defesa antioxidantes materna e fetal.
	- GARRY et al., 2002	- Ciências da Saúde	- Environmental Medicine and Pathology Laboratory, University of Minnesota, Minneapolis, Minnesota, USA.	Associa o uso do glifosato à existência de defeitos congênitos.
	- ROMANO et al., 2010	- Ciências Agrárias - Ciências da Saúde - Ciências Biológicas	- Departamento de Farmácia, Universidade Estadual do Centro Oeste, Paraná, Brasil. - Departamento of Patologia, Escola de Medicina Veterinária, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil. - Department of Animal Reproduction, Hormonal Laboratory Dosages, Veterinary Medicine	Os resultados sugerem que a formulação comercial de glifosato é um disruptor endócrino potente in vivo, causando alterações no desenvolvimento reprodutivo de ratos em que a exposição foi realizada durante o período de puberdade.

			School, University of São Paulo, São Paulo, Brazil	
Genotoxicidade	- BOLOGNESI et al., 1997	- Ciências da Saúde	- Centro Nazionale per lo Studio dei Tumori di Origine Ambientale, Istituto Nazionale per la Ricerca sul Cancro, Genova, Italy.	Testes com ratos alimentados com glifosato demonstram danos ao DNA.
	- HOKANSON et al., 2007	- Ciências Biológicas - Ciências da Saúde	- Department of Integrative Biosciences, College of Veterinary Medicine and Biomedical Sciences, Texas A&M University. - Department of Environmental and Industrial Health, School of Rural Public Health, TAMU Health Science Center, Texas A&M University.	Relatam a capacidade para alterar a expressão de uma variedade de genes em células humanas.
	- LIOI et al., 1998	- Ciências Agrárias	- Dipartimento di Scienze delle Produzioni Animali,	O glifosato induz tanto estresse oxidativo quanto

		<ul style="list-style-type: none"> - Ciências da Saúde - Ciências Biológicas 	<p>Universita della Basilicata, Potenza, Italy.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Istituto di Ricerca per l'Elettromagnetismo e i Componenti Elettronici, IRECE-CNR, Napoli, Italy. - Dipartimento di Scienze Zootecniche, Universita di Napoli 'Federico II', Portici, Italy. - Istituto Internazionale di Genetica e Biofisica IIGB-CNR, Napoli, Italy. 	um efeito mutagênico em bovinos.
	- MAÑAS et al., 2009	<ul style="list-style-type: none"> - Ciências Agrárias - Ciências da Saúde 	<ul style="list-style-type: none"> - Facultad de Agronomía y Veterinaria (FAV), Universidad Nacional de Río Cuarto (UNRC), Argentina. - Departamento de Genética, Academia Nacional de Medicina, Ciudad Autónoma de 	Apresenta dados de genotoxicidade do glifosato.

			Buenos Aires, Argentina e CONICET, Argentina.	
	- PELUSO et al., 1998	- Ciências da Saúde	- Servizio de Oncologia Sperimentale e Unità di Valutazione Tossicologica, Instituta Nazionale per la Ricerca sul Cancro, Genova, Italy. - Dipartimento di Oncologia Clinica Sperimentale, Università di Genova.	O estudo mostra que o Roundup é capaz de induzir a formação dependente da dose de adutores de DNA nos rins e no fígado de ratos.

Fonte: Elaborado pela autora

REFERÊNCIAS

- ALAVANJA, M. C. R.; ROSS, M. K.; BONNER, M. R. Increased cancer burden among pesticide applicators and others due to pesticide exposure. **CA: A Cancer Journal for Clinicians**, v. 63, n. 2, p. 120–142, 2013.
- ANDREOTTI, G. et al. Agricultural pesticide use and pancreatic cancer risk in the Agricultural Health Study Cohort. **International Journal of Cancer**, v. 124, n. 10, p. 2495–2500, 2009.
- ARBUCKLE, T. E.; LIN, Z.; MERY, L. S. An exploratory analysis of the effect of pesticide exposure on the risk of spontaneous abortion in an Ontario farm population. **Environmental Health Perspectives**, v. 109, n. 8, p. 851–857, 2001.
- ARIS, A.; LEBLANC, S. Maternal and fetal exposure to pesticides associated to genetically modified foods in Eastern Townships of Quebec, Canada. **Reproductive toxicology (Elmsford, N.Y.)**, v. 31, n. 4, p. 528–33, maio 2011.
- ASTIZ, M.; ALANIZ, M. J. T. DE; MARRA, C. A. Effect of pesticides on cell survival in liver and brain rat tissues. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 72, n. 7, p. 2025–2032, 2009.
- BELLÉ, R. et al. L'embryon d'oursin, le point de surveillance de l'ADN endommagé de la division cellulaire et les mécanismes à l'origine de la cancérisation. **Journal de la Société de Biologie**, v. 201, n. 3, p. 317–327, 2007.
- BENACHOUR, N. et al. Time- and dose-dependent effects of roundup on human embryonic and placental cells. **Archives of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 53, n. 1, p. 126–133, 2007.
- BENACHOUR, N.; SÉRALINI, G. E. Glyphosate formulations induce apoptosis and necrosis in human umbilical, embryonic, and placental cells. **Chemical Research in Toxicology**, v. 22, n. 1, p. 97–105, 2009.
- BEURET, C. J.; ZIRULNIK, F.; GIMÉNEZ, M. S. Effect of the herbicide glyphosate on liver lipoperoxidation in pregnant rats and their fetuses. **Reproductive Toxicology**, v. 19, n. 4, p. 501–504, 2005.
- BOLOGNESI, C. et al. Genotoxic activity of glyphosate and its technical formulation roundup. **Journal of Agricultural and Food**

Chemistry, v. 45, n. 5, p. 1957–1962, 1997.

CANTOR, K. P. et al. Pesticides and other agricultural risk factors for non-Hodgkin's lymphoma among men in Iowa and Minnesota. **Cancer Research**, v. 52, n. 9, p. 2447–2455, 1992.

CARREÓN, T. et al. Gliomas and farm pesticide exposure in women: The Upper Midwest Health Study. **Environmental Health Perspectives**, v. 113, n. 5, p. 546–551, 2005.

CHANG, C.-B.; CHANG, C.-C. Refractory cardiopulmonary failure after glyphosate surfactant intoxication: a case report. **Journal of occupational medicine and toxicology**, v. 4, n. 2, p. 1–4, 2009.

DE ROOS, A. J. et al. Integrative assessment of multiple pesticides as risk factors for non-Hodgkin's lymphoma among men. **Occupational and environmental medicine**, v. 60, n. 9, p. 1–9, 2003.

DE ROOS, A. J. et al. Cancer Incidence among Glyphosate-Exposed Pesticide Applicators in the Agricultural Health Study. **Environmental Health Perspectives**, v. 113, n. 1, p. 49–54, 4 nov. 2004.

DENNIS, L. K. et al. Pesticide use and cutaneous melanoma in pesticide applicators in the agricultural health study. **Environmental Health Perspectives**, v. 118, n. 6, p. 812–817, 2010.

EL-SHENAWY, N. S. Oxidative stress responses of rats exposed to Roundup and its active ingredient glyphosate. **Environmental Toxicology and Pharmacology**, v. 28, n. 3, p. 379–385, 2009.

ENGEL, L. S. et al. Pesticide use and breast cancer risk among farmers' wives in the agricultural health study. **American Journal of Epidemiology**, v. 161, n. 2, p. 121–135, 2005.

ERIKSSON, M. et al. Pesticide exposure as risk factor for non-Hodgkin lymphoma including histopathological subgroup analysis. **International journal of cancer. Journal international du cancer**, v. 123, n. 7, p. 1657–1663, 2008.

FLOWER, K. B. et al. Cancer risk and parental pesticide application in children of Agricultural Health Study participants. **Environmental health perspectives**, v. 112, n. 5, p. 631–635, 2004.

GARRY, V. F. et al. Birth defects, season of conception, and sex of children born to pesticide applicators living in the Red River Valley of Minnesota, USA. **Environmental Health Perspectives**, v. 110, n.

SUPPL. 3, p. 441–449, 2002.

GASNIER, C. et al. Dig1 protects against cell death provoked by glyphosate-based herbicides in human liver cell lines. **Journal of occupational medicine and toxicology**, v. 5, n. 29, p. 3–13, 2010.

GEHIN, A. et al. Vitamins C and E reverse effect of herbicide-induced toxicity on human epidermal cells HaCaT: A biochemometric approach. **International Journal of Pharmaceutics**, v. 288, n. 2, p. 219–226, 2005.

GEHIN, A.; GUYON, C.; NICOD, L. Glyphosate-induced antioxidant imbalance in HaCaT: The protective effect of Vitamins C and E. **Environmental Toxicology and Pharmacology**, v. 22, n. 1, p. 27–34, 2006.

HARDELL, L.; ERIKSSON, M. A Case – Control Study of Non-Hodgkin Lymphoma and Exposure to Pesticides. **Cancer**, v. 85, n. 6, p. 1353–1360, 1999.

HOKANSON, R. et al. Alteration of estrogen-regulated gene expression in human cells induced by the agricultural and horticultural herbicide glyphosate. **Human & experimental toxicology**, v. 26, n. 9, p. 747–752, 2007.

JAYASUMANA, C.; GUNATILAKE, S.; SENANAYAKE, P. Glyphosate, hard water and nephrotoxic metals: are they the culprits behind the epidemic of chronic kidney disease of unknown etiology in Sri Lanka? **International journal of environmental research and public health**, v. 11, n. 2, p. 2125–47, mar. 2014.

LEE, W. J. et al. Agricultural pesticide use and adenocarcinomas of the stomach and oesophagus. **Occupational and environmental medicine**, v. 61, n. 9, p. 743–749, 2004a.

LEE, W. J. et al. Non-Hodgkin's lymphoma among asthmatics exposed to pesticides. **International Journal of Cancer**, v. 111, n. 2, p. 298–302, 2004b.

LEE, W. J. et al. Agricultural pesticide use and risk of glioma in Nebraska, United States. **Occupational and environmental medicine**, v. 62, n. 11, p. 786–792, 2005.

LEE, W. J. et al. Pesticide use and colorectal cancer risk in the Agricultural Health Study. **International journal of cancer**, v. 121, n. 2, p. 339–346, 2007.

- LIOI, M. B. et al. Cytogenetic damage and induction of pro-oxidant state in human lymphocytes exposed in vitro to glyphosate, vinclozolin, atrazine, and DPX-E9636. **Environmental and Molecular Mutagenesis**, v. 32, n. 1, p. 39–46, 1998a.
- LIOI, M. B. et al. Genotoxicity and oxidative stress induced by pesticide exposure in bovine lymphocyte cultures in vitro. **Mutation Research - Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis**, v. 403, n. 1-2, p. 13–20, 1998b.
- MAÑAS, F. et al. Genotoxicity of glyphosate assessed by the comet assay and cytogenetic tests. **Environmental Toxicology and Pharmacology**, v. 28, n. 1, p. 37–41, 2009.
- MARC, J. et al. Pesticide roundup provokes cell division dysfunction at the level of CDK1/cyclin B activation. **Chemical Research in Toxicology**, v. 15, n. 3, p. 326–331, 2002.
- MARC, J. et al. Embryonic cell cycle for risk assessment of pesticides at the molecular level. **Environmental Chemistry Letters**, v. 1, n. 1, p. 8–12, 2003.
- MARC, J. et al. A glyphosate-based pesticide impinges on transcription. **Toxicology and Applied Pharmacology**, v. 203, n. 1, p. 1–8, 2005.
- MARC, J.; MULNER-LORILLON, O.; BELLÉ, R. Glyphosate-based pesticides affect cell cycle regulation. **Biology of the Cell**, v. 96, n. 3, p. 245–249, 2004.
- MCDUFFIE, H. H. et al. Non-Hodgkin's lymphoma and specific pesticides exposures in men: cross-Canada study of pesticides and health. **Cancer Epidemiology Biomarkers Prevention**, v. 10, n. November, p. 1155–1163, 2001.
- NORDSTRÖM, M. et al. Occupational exposures, animal exposure and smoking as risk factors for hairy cell leukaemia evaluated in a case-control study. **British journal of cancer**, v. 77, n. 11, p. 2048–2052, 1998.
- PAGANELLI, A. et al. Glyphosate-based herbicides produce teratogenic effects on vertebrates by impairing retinoic acid signaling. **Chemical Research in Toxicology**, v. 23, n. 10, p. 1586–1595, 2010.
- PELUSO, M. et al. 32P-Postlabeling detection of DNA adducts in mice treated with the herbicide Roundup. **Environmental and Molecular Mutagenesis**, v. 31, n. 1, p. 55–59, 1998.

PIENIŹEK, D.; BUKOWSKA, B.; DUDA, W. Comparison of the effect of Roundup Ultra 360 SL pesticide and its active compound glyphosate on human erythrocytes. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 79, n. 2, p. 58–63, 2004.

RICHARD, S. et al. Differential effects of glyphosate and roundup on human placental cells and aromatase. **Environmental Health Perspectives**, v. 113, n. 6, p. 716–720, 2005.

ROMANO, R. M. et al. Prepubertal exposure to commercial formulation of the herbicide glyphosate alters testosterone levels and testicular morphology. **Archives of Toxicology**, v. 84, n. 4, p. 309–317, 2010.

SAMSEL, A.; SENEFF, S. Glyphosate, pathways to modern diseases II: Celiac sprue and gluten intolerance. **Interdisciplinary toxicology**, v. 6, n. 4, p. 159–84, 2013.

SCHINASI, L.; LEON, M. E. Non-hodgkin lymphoma and occupational exposure to agricultural pesticide chemical groups and active ingredients: A systematic review and meta-analysis. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 11, n. 4, p. 4449–4527, 2014.

SÉRALINI, G.-E. et al. Republished study: long-term toxicity of a Roundup herbicide and a Roundup-tolerant genetically modified maize. **Environmental Sciences Europe**, v. 26, n. 14, p. 1–17, 2014.

SLAGER, R. E. et al. Rhinitis Associated with pesticide use among private pesticide applicators in the agricultural health study. **Toxicol Environ Health**, v. 73, n. 20, p. 1382–1393, 2010.

SRIBANDITMONGKOL, P. et al. Pathological and Toxicological Findings in Glyphosate-Surfactant Herbicide Fatality. **The American Journal of Forensic Medicine and Pathology**, v. 33, n. 3, p. 234–237, 2012.

THONGPRAKAISANG, S. et al. Glyphosate induces human breast cancer cells growth via estrogen receptors. **Food and Chemical Toxicology**, v. 59, p. 129–136, 2013.