



O Avanço Transgênico Pelos Solos Agricultáveis

Eva Caroline Nunes Rezende^{1*(PG)}, Lucas Henrique de Oliveira^{2(PQ)}, Fernanda Melo Carneiro^{3(PQ)},
Isabela Jubé Wastowski^{1(PQ)}. E-mail: carolinrez@gmail.com

¹Universidade Estadual de Goiás (PPGAS). R. 14, 327 – Jd. América, Morrinhos – GO, 75650-000.

²Engenheiro florestal. R. Irineu Miranda, 1765 – Jd. Santo Antônio, Itaí – SP, 18730-000.

³Universidade Estadual de Goiás. R. Prof. Alfredo de Castro, 9175 – Pq. Laranjeiras, Goiânia - GO, 74855-130.

Resumo: Com a explosão demográfica e avanço das fronteiras econômicas, a agropecuária global se tornou um campo de testes e investimentos transnacionais e geneticistas. Após os anos de 1990, as técnicas de inovação da cadeia alimentar iniciaram as criações de espécies geneticamente modificadas, encurtando a disposição da biodiversidade. O trabalho está sustentado num viés que traz o avanço do agronegócio, a partir do questionamento entre quantidade e qualidade da produção alimentícia atual, percorrendo o histórico e desenvolvimento dos cultivos de organismos geneticamente modificados, dentro de um mercado propenso a abrir mão da produção orgânica, finalizando com a demonstração quantitativa da expansão dos campos transgênicos, ao longo das décadas, pelo mundo. Ainda permanecem as incertezas científicas quanto aos organismos geneticamente modificados, que podem ser possíveis fontes de contaminação das culturas tradicionais ou pelo aparecimento de novos organismos resistentes ao meio, que podem vir a causar danos irreparáveis a todo um ecossistema, incluindo a saúde humana e animal.

Palavras-chave: Sementes. Registro. Veneno.

Introdução

Piketty (2014) nos conta que a expansão demográfica fez aumentar a produção alimentícia e tecnológica por habitante. Em meados de 1865, cita Fiorillo e Diaféria (2012), o monge agostiniano Johann Gregor Mendel faz os cientistas de todo o mundo voltar-se a encontrar respostas para as “menores partículas de todos os seres vivos, principalmente aquelas existentes no centro dos núcleos celulares – o DNA”, a partir da descoberta das leis da herança genética.

Já a consciência ambiental surge com o Movimento Conservacionista norte-americano, de acordo com Pereira (1992), entre 1890 e 1920, sendo caracterizado, originariamente, pela preocupação em preservar os recursos naturais, mesmo



“cooptado por uma série de outros interesses” fossem eles o de política “antitruste, de imigração, da supremacia anglosaxônica, anti-industrialização, de controle dos alimentos” e fármacos.

Na década de 1980 os estudos em matéria de modificação de genes e técnicas geneticistas foram intensificados por um crescimento de investimentos das transnacionais na agricultura global. De acordo com Araújo (2000), “em 1985 aconteceu, na Califórnia, a Conferência de Asilomar” onde a preocupação “com a falta de regulamentação específica para a tecnologia dos DNA recombinantes” fez com que os participantes pedissem suspensão temporal das pesquisas, até que um “devido controle pudesse ser feito”.

A história dos organismos geneticamente modificados, para Santos e Abreu (2010), surge em 1973, “quando os cientistas Cohen e Boyer, que coordenavam um grupo de pesquisas, davam o passo inicial para o mundo da transgenia”. E o que conseguiram, de acordo com os autores, foi uma grande façanha à época, transferindo o gene de uma rã para uma bactéria. Técnica esta que, posteriormente ficou conhecida como engenharia genética.

Por fim, o Protocolo de Cartagena (2000) trouxe a biotecnologia moderna como algo a ser desenvolvido sem que afete a saúde da população mundial, dos ecossistemas e diversidades biológicas, resultando na preocupação diante dos impactos ambientais gerados pela comunidade internacional através do investimento em pesquisas, tendo que garantir ao produtor um acesso irrestrito e ilimitado aos campos genéticos de sementes e investimentos à produção alimentícia.

Material e Métodos

Para definir os organismos geneticamente modificados, o funcionamento da técnica de inserção dos genótipos e a engenharia genética, foram utilizados conceitos da Lei n. 11.105/05 (Lei da Biossegurança). A diferença entre o significado das três classificações de OGM foi retirada de um conceito encontrado na página *online* do Conselho de Informações sobre Biotecnologia (2018). Os demais conteúdos, distribuídos e comentados ao longo do trabalho, foram recolhidos após uma revisão bibliográfica de artigos e livros encontrados – em sua maioria – na



plataforma de busca por periódicos, da Capes (*online*). Por fim, os dados disponíveis na **Tabela 1** foram retirados do Relatório n. 53, do Serviço Internacional para a Aquisição de Aplicações em Agro-biotecnologia (ISAAA, 2017).

Resultados e Discussão

De acordo com Charles (2016), a utilização dos organismos geneticamente modificados na agricultura trouxe novas perguntas quanto aos aspectos positivos e negativos que podem causar. As análises não são simples, e ainda hoje é objeto de questionamento. Em GMO (2018) encontra-se que, inicialmente havia uma expectativa teórica, da qual estes organismos diminuiria o uso de agrotóxicos, devido aos benefícios que a inserção de genes de interesse nas culturas traria.

Mas, observam Armanenkas e Alexiades-Armanenkas (2013), Kaur et al. (2013), Székács e Darvas (2012) e Woodburn (2000), a vivência prática anotou falhas na lógica deste pensamento com uma refutação, ao menos parcial, desta hipótese. Constataram que o emprego de OGM, ao contrário das expectativas, levou a um aumento na utilização de pesticidas, elevando o consumo médio total do Brasil, em 1.6 vezes.

Almeida et al. (2017) destacou um aumento de 3 vezes no uso destes venenos na cultura de soja. Entretanto, concluem Charles (2016) e Hsaio (2015), existem diferentes tipos de agrotóxicos, como os inseticidas e herbicidas. Observou-se que culturas geneticamente modificadas chegaram a diminuir o uso de inseticidas, enquanto que aumentaram o uso de herbicidas. Estes organismos são um conjunto de seres de constituição orgânica que sofrem alteração em sua hereditariedade, de maneira a transformar/formar sua nova função. Há, na Lei 11.105 (2005), uma definição do que são estes organismos e da técnica empregada para obtenção deles:

Art. 3º: Para os efeitos desta Lei, considera-se:

I – organismo: toda entidade biológica capaz de reproduzir ou transferir material genético, inclusive vírus e outras classes que venham a ser conhecidas;

II – ácido desoxirribonucléico - ADN, ácido ribonucléico - ARN: material genético que contém informações determinantes dos caracteres hereditários transmissíveis à descendência;

IV – engenharia genética: atividade de produção e manipulação de moléculas de ADN/ARN recombinante;





V – organismo geneticamente modificado - OGM: organismo cujo material genético – ADN/ARN tenha sido modificado por qualquer técnica de engenharia genética.

Lima (2006) classifica as plantas transgênicas de acordo com os benefícios proporcionados, sendo elas: plantas produtoras de medicamentos; plantas tolerantes a herbicidas; plantas protegidas contra insetos ou doenças; plantas biofortificadas que podem apresentar maturação tardia do fruto e aumento dos valores nutricionais. Trigo enriquecido com vitamina A, arroz enriquecido com ferro e milho biofortificado com zinco são alguns exemplos de alimentos geneticamente modificados.

Como citam Santos e Abreu (2010) é comum designar um organismo geneticamente modificado como transgênico, e vice-versa; porém, há diferenças. Os primeiros são alterados introduzindo-se genes de uma mesma espécie do alvo. Exemplificam com o tomate *FlavrSavr*, que “foi modificado geneticamente para apresentar um processo de maturação mais lento”. Isso define um OGM, não o contrário.

De acordo com Brondani (2018), o transgênico “é um organismo que contém um ou mais segmentos de DNA ou genes que foram manipulados entre ou intra-espécie”. Sendo assim, todo transgênico é OGM, mas nem todo OGM é transgênico. Os OGM não catalogados como transgênicos, portanto, são os organismos cisgênicos, que são organismos alterados geneticamente com espécies de cruzamento natural. E esclarece:

Um dos exemplos mais conhecidos de cisgenia é resultante da pesquisa para tornar batatas resistentes ao fungo patogênico *Phytophthora*, realizada pelo instituto *Plant Research International* (PRI), da Universidade de Wageningen, na Holanda. Para chegar ao resultado desejado, os pesquisadores implantaram nas batatas um gene de resistência ao fungo presente em batatas selvagens. Segundo a legislação brasileira, independentemente da origem do material genético (seja ele do próprio organismo, de espécies sexualmente compatíveis ou de organismos distantes), todos são OGM – não importa se são transgênicos ou cisgênicos.

Como diz Fiorillo e Diaféria (2012), esta técnica utilizada por parte da engenharia genética, adotando certa generalização de plantas e outros seres, cultivando-os por recombinações de genes, pode vir a inserir mutações desconhecidas nos sistemas agrícolas que, por consequência, provavelmente terminarão dentro dos “ecossistemas naturais”. Ao longo dos anos houve um

crescimento gradual das áreas de plantios transgênicos, em diversos países, cita Costa e Marin (2011).

De acordo com dados do ISAAA (2017), as primeiras culturas geneticamente modificadas de tomates foram plantadas em 1994. Mas, foi em 1996 que o avanço destes plantios mostrou sua força, alcançando uma área de 1.7 milhões de hectares ao redor do mundo. Entre 2005 e 2006 a “área mundial atingiu 87.2 milhões de hectares”, uma escalada íngreme que, em 2017, elevou o recorde para 189.8 mi/ha, dos quais 81% se resumiram aos cultivos e plantios de milho e soja transgênicos.

O milho (NK630) e a soja (GTS 40-3-2) tolerantes a herbicida possuem o maior número de aprovações: 55 aprovações, em 26 países + UE28 e 54 aprovações, em 27 países + UE28, respectivamente. O Japão é o país pioneiro nas regulamentações de eventos GM, totalizando 646 aprovações, seguido pelos EUA, Canadá, Coreia do Sul, Brasil e União Europeia (**Tabela 1**). De um total de 67 países que legalizaram os cultivos GM, até 2017, 1995 destas aprovações foram destinadas aos alimentos, 1338 à produção de ração e 800 propriamente ao cultivo (IDEM).

Número de Aprovações				
Países	Alimento	Ração	Cultivo	Total
Japão	295	197	154	646
EUA	185	179	175	539
Canadá	141	136	142	419
Coreia do Sul	148	140	0	288
Brasil	76	76	76	228
União Europeia	97	97	10	204
México	170	5	15	190
Filipinas	88	87	13	188
Argentina	61	60	60	181
Austrália	112	15	48	175
Outros	622	346	107	1075
Total	1995	1338	800	4133

Tabela 1. Os dez países com maior número de eventos GM e aprovações concedidas, de 1992 a 2017. Aprovações vencidas também estão inclusas. Demais informações e observações, ver referências. Dados coletados de tabela informativa do Relatório n. 53, do International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications (ISAAA, 2017).

O primeiro pedido de regulamentação dos OGM, impetrado nos Estados Unidos, exigiu um controle experimental para as pesquisas laboratoriais. Os primeiros produtos, como cita Araújo (2000), foram “enzimas e a insulina humana”. Quanto aos alimentos, os primeiros registros foram do tomate *Flavr-Savr* de longa maturação; a aprovação da soja RR, resistente ao herbicida Roundup, veio em 1995. Por conseguinte vieram o milho e algodão Bt e a canola geneticamente modificados.

Dez países da América Latina foram responsáveis pelo plantio de 42%, dos 189,8 mi/ha de área transgênica agrícola mundial, seguidos pelos 19,1 mi/ha asiáticos, representando 10% da área total de plantio transgênico global. A África do Sul e o Sudão tiveram um aumento de 4% em relação a 2016; a União Europeia segue firme na proibição do plantio, mantendo apenas o cultivo do milho (MON810), em Portugal e na Espanha, e, mesmo assim, com um decréscimo de 4% na produção em relação ao ano antecedente (ISAAA, 2017).

Desta forma, acaba ocorrendo uma fragmentação entre os sistemas de “agricultura ecológica” e os sistemas agribusiness destinados à exportação. O primeiro deveria questionar a expansão da monocultura, principalmente no tocante à dependência de insumos, sementes patenteadas e selos estrangeiros de certificação. O segundo, diz Altieri (2010), subordina o pequeno produtor ao comércio estrangeiro volátil no qual a soberania alimentar é menosprezada, havendo a perpetuação da dificuldade de acesso ao mercado de alimentos, ainda que básico.

Considerações Finais

O aumento dos cultivos transgênicos vem salientar a crítica ambientalista mundial: até que ponto é um consumo verdadeiramente seguro? Bom, os pontos elencados retratam um cenário complexo de conflitos de interesses, em que se predominam, muitas vezes, a questão econômica em detrimento das ambientais, apesar da evolução da consciência ecológica nas últimas décadas. Deve haver uma relação entre o progresso científico e o alcance imediato de novas tecnologias a uma prática concisa da Bioética, estendendo-se ao Biodireito. Estas inovações tecnológicas não significam somente benefícios. Ainda permanecem as incertezas



científicas quanto aos OGM, que podem ser possíveis fontes de contaminação das culturas tradicionais ou pelo aparecimento de novos organismos resistentes ao meio, que podem vir a causar danos irreparáveis a todo um ecossistema.

Agradecimentos

Agradecemos à FAPEG pelo apoio financeiro.

Referências

ALMEIDA, V. E. S.; FRIEDRICH, K.; TYGEL, A. F.; MELGAREJO, L.; CARNEIRO, F. **F. Use of genetically modified crops and pesticides in Brazil: growing hazards.** *Ciência & Saúde Coletiva* (2017); 22(10): 3333- 3339. <https://dx.doi.org/10.1590/1413-812320172210.17112017>.

ALTIERI, M. A. **Agroecologia, agricultura camponesa e soberania alimentar.** *Revista NERA* (2010); 13(16): 22-32. ISSN: 1806-6755. Disponível em: <http://www2.fct.unesp.br/nera/revistas/16/7_altieri.pdf>. Acesso em: 07 ago. 2018.

ARAÚJO, A. R. Desconhecimento explica resistência aos transgênicos, diz pesquisadora. In: **Boletim UFMG 27.** (1298) 8.11.2000. Disponível em: <<https://www.ufmg.br/boletim/bol1298/sexta.shtml>>. Acesso em: 25 set. 2017.

ARMANENKAS, S.; ALEXIADES-ARMANENKAS, M. **Genetically-Modified Organisms in United States Agriculture: Mandate for Food Labeling.** *Food and Nutrition Sciences* (2013); 4(8): 807-811. DOI: 10.4236/fns.2013.48105.

BRASIL (2005). **Lei n. 11.105**, de 24 de março de 2005. Regulamenta os incisos II, IV e V do § 1º do art. 225 da Constituição Federal, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/lei/l11105.htm>. Acesso em: 05 out. 2017.

BRONDANI, A. Qual a diferença entre OGM, transgênico e cisgênico? In: **Conselho de Informações sobre Biotecnologia (CIB)** [Online]. Atualizado em: 14 mar. 2018. Disponível em: <<http://cib.org.br/faq/qual-a-diferenca-entre-ogm-transgenico-e-cisgenico/>>. Acesso em: 05 jul. 2018.

CHARLES, D. (2016). Como os OGM's cortam o uso de pesticidas e talvez o impulsionem novamente. In: **The Salt.** Disponível em:

REALIZAÇÃO

PRO
Pró-Reitoria de
Graduação

PRP
Pró-Reitoria de
Pesquisa e
Pós-Graduação

PRE
Pró-Reitoria de
Extensão, Cultura e
Assuntos Estudantis



Universidade
Estadual de Goiás



<<https://www.npr.org/sections/thesalt/2016/09/01/492091546/how-gmos-cut-the-use-of-pesticides-and-perhaps-boosted-them-again>>. Acesso em: 20 jul. 2018.

COSTA, T. E. M. M.; MARIN, V. A. **Rotulagem de alimentos que contém Organismos Geneticamente Modificados: políticas internacionais e legislação no Brasil**. Ciência & Saúde Coletiva (2011); 16(8): 3571-3582. <https://dx.doi.org/10.1590/S1413-81232011000900025>.

FIORILLO, C. A. P.; DIAFÉRIA, A. **Biodiversidade, patrimônio genético e biotecnologia no Direito Ambiental**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2012. ISBN 978-85-02-14398-2.

GMO – Answers (2018). Os OGM levam ao aumento do uso de pesticidas? In: **Do GMOs Lead To Increased Pesticide Use?** Disponível em: <<https://gmoanswers.com/do-gmos-lead-increased-pesticide-use>>. Acesso em: 29 jun. 2018.

HSAIO, J. GMOs and Pesticides: helpful or harmful? Harvard University: the graduate school of arts and sciences. In: **SITN**. August 10, 2015. Disponível em: <<http://sitn.hms.harvard.edu/flash/2015/gmos-and-pesticides/>>. Acesso em: 20 jul. 2018.

ISAAA (2017). Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops in 2017: Biotech Crop Adoption Surges as Economic Benefits Accumulate in 22 Years. In: **ISAAA Brief (53)**. Ithaca, NY. Disponível em: <<http://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/53/executivesummary/pdf/B53-ExecSum-Portuguese.pdf>>. Acesso em: 07 ago. 2018.

KAUR, A. et al. **Sementes geneticamente modificadas e sua ligação com as mudanças climáticas: uma perspectiva indiana**. Ciências Agrárias 2013, ago; 4(10): 541- 548.

LIMA, D. M. **A tecnologia da transgênese e seu respaldo jurídico**. Revista de Direito Público (2006); 1(1):37-44. <http://dx.doi.org/10.5433/1980-511X.2006v1n1p37>.

PEREIRA, N. M. **Tecnologia, Meio Ambiente e Relações Internacionais**. Cadernos IG (1992) / UNICAMP, 2(2).



PIKETTY, T. **O capital no século XXII** / E-book. Rio de Janeiro: Intrínseca, 2014. EISBN 978-85-8057-582-8.

PROTOCOLO DE CARTAGENA (2000). **Ministério do Meio Ambiente** (*Online*). Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/sdi/ea/documentos/convs/prot_biosseguranca.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2018.

SANTOS, T. S.; ABREU, F. R. S. **O Cultivo de Organismos Geneticamente Modificados e a Contaminação da Água**. Cadernos UniFOA. 2010, abr; 5(12):41-54. Disponível em: <<http://revistas.unifoa.edu.br/index.php/cadernos/article/view/1003/884>>. Acesso em: 15 set. 2017.

SZÉKÁCS, A.; DARVAS, B. Quarenta anos com o Glifosato. In: HASANEEN, M. N. A. E. G. (ed.) / **Herbicidas – Propriedades, síntese e controle de ervas daninhas**. Croácia: Rijeka, 2012. p. 247-284.

WOODBURN, A. T. **Glyphosate: production, pricing and use worldwide**. Pest Management Science (2000); 56(4): 309-312. DOI: 10.1002/(SICI)1526-4998(200004)56:4<309::AID-PS143>3.0.CO;2-C.