

Atualização científica sobre agrotóxicos

O modelo de agricultura mais utilizado atualmente é o convencional, que emprega a utilização de agrotóxicos para o controle de diferentes pragas, mantendo a produção em larga escala, minimizando prejuízos que podem ocorrer pelo ataque de micro-organismos, ervas daninhas e insetos indesejáveis à lavoura. O Brasil, como um dos maiores produtores de alimentos mundial, lidera o ranking dos países com maior utilização de agrotóxicos, de acordo com dados da Organização das Nações Unidas para a Agricultura e a Alimentação (FAO)¹.

Tais produtos químicos são denominados (conforme o micro-organismo, inseto ou erva daninha alvo) em fungicidas, herbicidas, inseticidas, acaricidas, bactericidas, entre outros², e classificados de acordo com o potencial de periculosidade ambiental (PPA) nas classes I, II, III e IV (**Quadro 1**). Sua ação nos organismos pode ser via contato (absorção através da pele/tecido de revestimento do animal/vegetal) ou ingestão (via oral), bem como por profundidade ou sistêmico (penetra tecidos e é translocado através da seiva ao interior de frutos matando larvas, por exemplo) ou ser fumigante (aspiração para as vias respiratórias).

Porém, a toxicidade de tais agrotóxicos não se limita aos seus alvos na lavoura. Diversas pesquisas científicas evidenciam efeitos deletérios em diferentes níveis de gravidade na saúde humana – agricultores, população residente próximo a lavoura^{3,4} e consumidores, principalmente – além de danos irreparáveis ao meio ambiente pela contaminação do solo, dos lençóis freáticos, da água de consumo e de irrigação, do ar e da fauna e flora⁵⁻⁷.

Quadro 1. Classificação de agrotóxicos segundo a PPA

Classe	Classificação
Classe I	Produto ALTAMENTE PERIGOSO ao meio ambiente
Classe II	Produto MUITO PERIGOSO ao meio ambiente
Classe III	Produto PERIGOSO ao meio ambiente
Classe IV	Produto POUCO PERIGOSO ao meio ambiente

Fonte: IBAMA⁸



Os níveis de resíduos de agrotóxicos nos alimentos refletem a massiva e crescente aplicação de agrotóxicos nas lavouras da agricultura convencional, o que tem se tornado um dado cada vez mais alarmante nas investigações que envolvem gêneros alimentícios provenientes de culturas convencionais, que caracterizam a principal forma de exposição humana (oral) aos agrotóxicos. No Brasil a presença de resíduos de agrotóxicos em amostras de alimentos cultivados e comercializados em território nacional, e que fazem parte dos hábitos alimentares brasileiros, é avaliada pelo Programa de Análise de Resíduos em Agrotóxicos em Alimentos (PARA), da ANVISA, iniciado em 2001. Dentre os alimentos analisados pode-se citar arroz, feijão, alface, tomate, cenoura, pepino, pimentão, abacaxi, banana, uva, morango e mamão. Os relatórios do PARA mostram a presença desses resíduos em diversas amostras de alimentos analisadas, em alguns casos em quantidade superior aos níveis permitidos em legislação; em outros casos, foram encontrados resíduos de pesticidas proibidos para a cultura avaliada⁹⁻¹². Vale ressaltar que alguns agrotóxicos de uso permitido no Brasil são proibidos em diversos países da União Europeia (EU), como o acefato, devido aos seus elevados riscos à saúde humana e do planeta^{13,14}.

No organismo humano, os ingredientes ativos presentes nos agrotóxicos podem causar uma série de distúrbios na saúde humana por diferentes mecanismos, sendo os principais a citotoxicidade, o estresse oxidativo, disfunção mitocondrial e ação como disruptor endócrino – podendo interferir diretamente sobre o sistema endócrino levando a alterações na produção, liberação, transporte, metabolismo, ligação ao receptor, ação ou eliminação de todos os hormônios. Assim, altos níveis de exposição a estas substâncias estão associados a alterações no sistema reprodutivo, como cânceres de mama e de testículo, endometriose, puberdade precoce, aborto e infertilidade¹⁵. Também, associam-se com obesidade, distúrbios comportamentais, doenças autoimunes, mutagenicidade, reações alérgicas, neurotoxicidade e distúrbios respiratórios, cardíacos e pulmonares^{16,17} (Apêndice 1). Dessa forma, o uso de agrotóxicos está deixando de ser uma questão relacionada especificamente à produção agrícola e se transformando em um problema de saúde pública e ambiental.



Dentro dessa perspectiva, algumas pesquisas têm buscado alternativas para minimizar a exposição humana aos resíduos de agrotóxicos, avaliando a eficácia de diferentes métodos na tentativa de remoção desses resíduos dos alimentos, envolvendo substâncias ou compostos tais como água de torneira, bicarbonato de sódio, água sanitária, iodo e ácido acético, bem como alguns tipos de preparo de alimentos, como secagem, cozimento, remoção da casca e extração do suco (**Tabela 1**).



Tabela 1. Estudos avaliando técnicas para remoção de agrotóxicos

Referência (ano)	Amostra avaliada / país	Agrotóxicos avaliados	Metodologia aplicada	Principais resultados
Harinathareddy et al. (2014) ¹⁸	Tomate / Índia	Dimetoato, clorpirifós, quinolfos, profenofos, fosalone, <i>Lambda cyhalothrin</i> , malationa, triazofos	<p>Amostras controle: 1kg de tomates orgânicos sem aplicação de agrotóxicos por pulverização;</p> <p>Amostras intervenção: 1 kg de tomates orgânicos com aplicação de agrotóxicos por pulverização e submetidos aos métodos de:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Imersão em recipiente com 4L de solução sendo: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Tomates mergulhados somente em água de torneira por 10min; ➤ Tomates mergulhados em solução salina (2%) por 10min; ➤ Tomates mergulhados em solução de tamarindo (2%) por 10min; ➤ Tomates mergulhados em água com suco de 4 limões por 10min; ➤ Tomates mergulhados em solução de bicarbonato de sódio (0,1%) por 10min; ➤ Tomates mergulhados em solução de ácido acético (4%; diluição em água por 1 min) por 10min; - Cozimento em panela de pressão por 10min; 	<p>Faixa de redução de resíduos de agrotóxicos de acordo com a metodologia aplicada:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Água da torneira: entre 37,0-73,2% - Água com suco de limão: entre 42,5-72,3% - Solução de tamarindo (2%): entre 26,1-69,1% - Solução salina (2%): entre 44,3-78,7% - Solução com bicarbonato de sódio: entre 24,0-65,1% - Solução com ácido acético (4%): entre 17,1-58,5% - Cozimento em panela de pressão: entre 42,9-83,2%. - Fórmula comercial Bio-wash[®]: entre 44,5-75,2%

			<p>- Fórmula comercial Bio-wash[®] (8ml em 4L de água) para imersão por 10min</p> <p>Análise realizada por cromatografia gasosa com detector de captura de elétrons</p>	
Singh et al. (2014) ¹⁹	Água de consumo / Índia	α-endosulfan, β-endosulfan, clorpirifós, lindane	<p>- Amostras de água controle</p> <p>- Amostras de 100 ml de água foram contaminadas com os agrotóxicos (solução padrão em 2 níveis: 0,01mg/ml e 0,1mg/ml) e submetidas a:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Fervura em frasco de vidro tampado por 1 minuto e resfriado a temperatura ambiente; ➤ Permanganato de potássio - KMnO₄ (1,5mg/L): misturado à amostra de água e mantido por 2h; ➤ Tintura de iodo (0,4ml/L): misturada à amostra de água e mantida por 2h <p>- Análise realizada por cromatografia gasosa com detector de captura de elétrons</p> <p>- Todos os tratamentos foram replicados três vezes junto com os controles</p>	<p>Em amostras contaminadas com níveis de 0,01mcg/ml:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fervura: removeu até 97,2 e 67,7%, do endosulfan α e β, respectivamente; até 66,2% do lindane e 40,5% do clorpirifós; - Tintura de iodo: removeu até 100% e 84,8% do endosulfan α e β, respectivamente; 17,9% de clorpirifós; 48,4% de lindane; - KMnO₄: removeu até 52,6% e 48,3% de endosulfan α e β; 64,8% de clorpirifós; 20,5% de lindane <p>Em amostras contaminadas com níveis de 0,1mcg/ml:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fervura: removeu até 52,2% do lindane; até 85,67% e 50,7% do endosulfan α e β, respectivamente; até 28,49% de clorpirifós; - Tintura de iodo: removeu até 90,5% e 80,75% do endosulfan α e β, respectivamente; 36,78% de lindane;

				<p>12,89% de clorpirifós;</p> <p>- KMnO_4: removeu até 50,59% e 35,6% de endosulfan α e β; até 52,98% de clorpirifos e 14,5% de lindane;</p> <p>Em concentrações mais elevadas de pesticidas, a remoção foi relativamente menos eficiente, sugerindo a necessidade de maior tempo de contato ou maior concentração do reagente.</p>
Liang et al. (2014) ²⁰	Morango, melão, maçã, cereja, pera, ameixa, damasco, uva, caqui, tomate, laranja, nectarina / China	Abamectina, acefato, acetamiprid, azoxistrobina, benalaxil, bitertanol, carbendazim, chlorothalonil, chlorpyrifos, cypermetrina, cyromazine, deltametrina, diazinon, dimetoato, endosulfan, fenarimol, fenhexamid, fenitrothion, fenpropratrina, imidacloprid, iprodione, kresoxim-metilo,	Meta-análise de artigos que avaliaram diferentes métodos para remoção de agrotóxicos: Lavagem em água de torneira, retirada da casca, cozimento, secagem (assar) em forno, secagem sob o sol, lavagem, suco. Foram selecionados 38 artigos, sendo 21 incluídos na análise, fornecendo dados quantitativos sobre os efeitos do processamento de alimentos sobre os resíduos de pesticidas. Os resultados obtidos foram meta-analisados.	De acordo com a meta-análise, os métodos que mais reduziram os resíduos de agrotóxicos em alimentos (em média) foram descascar e o suco (com redução de mais de 85%); lavagem em água de torneira, secagem sob o sol e fervura reduziram os resíduos em, aproximadamente, 41%, 35% e 29%, respectivamente. O método de secagem (assar) em forno aumentou os resíduos de pesticidas.

			<p>lambda-cialotrina, malationa, mancozeb, metalaxil, methidathion, myclobuta nil, metil paration, phosalone, pirimicarbe, prochloraz, procymidone, propargite, pyridaben, pyrimethanil, quinalphos, spirotetramat, thiram, tolilfluanida, tricolorofon, vinclozolin</p>	
Soliman (2001) ²¹	Batata e preparações de batata / Egito	<p>Organoclorados: Hexaclorobenzeno (HCB), lindano, aldrin, dieldrin, heptacoloro, heptacoloro epóxido, clordano, endrin, DDT, DDE, DDD.</p> <p>Organofosforados: malatião, paratião, paratião-metil,</p>	<p>Lavagem em água, com ácido acético e bicarbonato de sódio. O teor de agrotóxicos foi avaliado também na casca e após tratamento térmico.</p> <p>Análise realizada por cromatografia gasosa</p>	<p>Os agrotóxicos encontrados em maior quantidade na batata e nos produtos obtidos foram malatião, HCB, lindano e DDD. A concentração foi maior na batata crua, em comparação com a batata submetida ao processo de branqueamento ou calor úmido de imersão (fritura). A casca da batata apresentou a maior concentração de DDT e seus derivados, lindano e HCB. O ato de descascar removeu a maior parte</p>

		dimetoato, profenofos, pirimifos-metil, diazinon		dos pesticidas da pele. O uso de ácido acético e bicarbonato de sódio reduziu de forma significativa o teor de pesticidas da casca, embora em menor grau que o branqueamento, tratamento térmico em imersão e o ato de descascar.
Guardia-Rubio et al. (2007) ²²	Azeitonas / Espanha	Diuron, terbutilazina, simazina, α -endossulfan e β -endossulfan	A concentração de pesticidas foi avaliada por um período de 64 dias. As análises para concentração de pesticidas foram realizadas antes e após lavagens com água, que aconteceram 1, 6, 15, 22, 29, 36, 43, 50, 57 e 64 dias após a contaminação. Análise por cromatografia gasosa com detecção por espectrometria de massas.	A fração de pesticida não removida pela lavagem inicial aumentou com o tempo, até o início de sua degradação na semana 6. A lavagem realizada um dia após o tratamento foi a mais efetiva na redução de resíduos.
Yang et al. (2017) ²³	Maçã / Estados Unidos	Tiabendazol (ação sistêmica) e fosmete (inseticida organofosfatado de ação não sistêmica)	As maçãs foram contaminadas pelos pesticidas por 24 horas. As análises de concentração de pesticidas foram feitas antes e após a lavagem em água e imersão em solução de bicarbonato de sódio e hipoclorito de sódio. Análise por mapeamento de dispersão Raman melhorado na superfície e cromatografia líquida acoplada à espectrometria de massas.	Foi encontrado que, do total de pesticidas aplicados nas maçãs, 20% do tiabendazol e 4% do fosmete penetraram nas maçãs. Dos métodos testados, a solução de bicarbonato de sódio foi mais eficaz para a redução da concentração de pesticidas da casca. A solução a 10mg/mL por 12 e 15 minutos removeu completamente os resíduos presentes nas partes mais externas da casca das maçãs de

				<p>tiabendazol e fosmete, respectivamente. Nas partes mais internas da casca e na polpa das maçãs, os métodos não foram eficientes para a remoção dos pesticidas.</p>
Rodrigues et al. (2017) ²⁴	Tomate / Brasil	<p>Azoxistrobina (sistêmico), difenoconazol (sistêmico), clorotalonil (contato)</p>	<p>Lavagem com água ou solução de bicarbonato de sódio (5%), solução de ácido acético (5%) e retirada das cascas. Avaliação realizada por cromatografia gasosa.</p>	<p>Porcentagem de redução (média) de resíduos dos agrotóxicos de acordo com a metodologia aplicada:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Lavagem com água: redução de 44% clorotalonil, 26% de difenoconazol e 17% de azoxistrobina; - Bicarbonato de sódio (5%) e ácido acético (5%): redução do total de agrotóxicos em 32% e 83%, respectivamente; - Retirada das cascas: redução do total de agrotóxicos de 68% a 88%. <p>Algumas metodologias, como a solução de ácido acético, causaram alteração em determinados parâmetros de qualidade da fruta, incluindo acidez e cor; outras, como a retirada da casca, causaram perda de peso. Os resultados não deixam claro se a taxa de remoção se refere à análise da casca e/ou da polpa das amostras.</p>

Rocha et al. | Maçã / Brasil
(2010)²⁵

Organofosforado
parationa-metílica

Amostras de maçãs foram contaminadas com 5ppm do agrotóxico (submersas em solução com parationa-metílica por 6 horas). Posteriormente, foram submersas, por 15 e 60 minutos em: água potável; solução de detergente (10%v/v); solução de bicarbonato de sódio (1% p/v); solução de vinagre (6% v/v); solução de água sanitária (200ppm de cloro ativo).

Porcentagem de redução (média) de resíduos dos agrotóxicos de acordo com a metodologia aplicada:

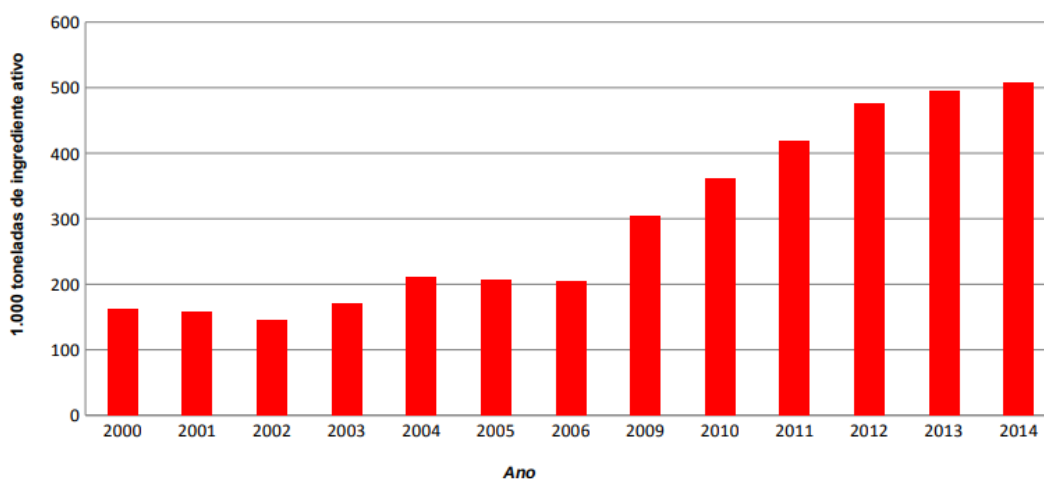
- Solução de vinagre: 32%
- Solução de detergente: 22%
- Água potável: 16%
- Solução de água sanitária: 12,5%.
- Solução de bicarbonato de sódio: 12%

A redução de resíduos encontrada nas metodologias empregadas não foi suficiente para assegurar a isenção de resíduos de agrotóxicos ou níveis abaixo da ingestão diária aceitável (IDA)

Apesar de alguns resultados positivos nos estudos anteriores, é necessária uma discussão sobre a possível aplicabilidade prática para alimentos brasileiros, considerando aspectos de eficiência e segurança, uma vez que o Brasil é o país que lidera o ranking mundial de utilização de agrotóxicos, consumindo aproximadamente 20% do montante total de pesticidas comercializados no mundo²⁶. Ainda, é necessário considerar que os estudos avaliam os resíduos de alguns agrotóxicos em alimentos específicos. Mas é de fundamental importância ressaltar que em muitas culturas há o uso associado de diferentes tipos de agrotóxicos resultando em níveis elevados de contaminação. Por outro lado, todos os estudos apresentados não indicaram remoção completa e segura dos resíduos de agrotóxicos, nem mesmo a remoção de resíduos presentes nas camadas mais internas dos alimentos – os resultados foram observados apenas nas camadas mais externas.

De acordo com a publicação mais recente do histórico de comercialização de agrotóxicos do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), o consumo desses insumos em 2014 aumentou, aproximadamente, 213% em relação a 2000²⁷ (**Figura 1**).

Figura 1. Consumo de agrotóxicos e afins no Brasil (2000-2014).



Fonte: IBAMA²⁷.

A **Tabela 2** mostra os ingredientes ativos mais vendidos no Brasil e os agrotóxicos ocupam 8 posições²⁷, sendo 2 desses (acefato e atrazina) proibidos em outros países, como os da União Europeia (UE)²⁸. Em primeiro



lugar está o glifosato, permitido na UE, porém em níveis inferiores aos permitidos pela legislação brasileira²⁸.

Tabela 2. Ingredientes ativos mais vendidos no Brasil

Ingrediente Ativo (IA)	Vendas (toneladas de IA)	Ranking
Glifosato e seus sais	194.877,84	1º
2,4-D	36.513,55	2º
Acefato	26.190,52	3º
Óleo mineral	25.632,86	4º
Clorpirifós	16.452,77	5º
Óleo vegetal	16.126,71	6º
Atrazina	13.911,37	7º
Mancozebe	12.273,86	8º
Metomil	9.801,11	9º
Diurum	8.579,52	10º

Fonte: IBAMA²⁹.

A recente publicação do Atlas “Geografia do uso de agrotóxicos no Brasil e conexões com a União Europeia”²⁸, da pesquisadora Larissa Mies Bombardi da Universidade de São Paulo, incita reflexões acerca dos estudos mencionados na **Tabela 1** e a provável aplicabilidade no Brasil, uma vez que os agrotóxicos avaliados não coincidem em sua totalidade com o contexto brasileiro.

O atlas apresenta um panorama da utilização de agrotóxicos no Brasil, com uma análise comparativa entre a realidade brasileira e da UE em relação ao consumo e legislação do uso de pesticidas. Os resultados explicitam a discrepância entre esses países no que tange o número de agrotóxicos utilizados e permitidos por cultura e os limites de segurança previstos em lei: no Brasil, 504 ingredientes ativos são permitidos, e destes, 30% são proibidos na União Europeia, sendo que parte desses pesticidas desautorizados está entre



os mais vendidos em território brasileiro. Em relação aos limites de segurança, a legislação brasileira permite níveis acentuadamente superiores aos permitidos nos países da União Europeia, podendo atingir até 5 mil vezes o limite máximo de resíduos (LMR) em água potável para o glifosato, por exemplo²⁸. A **Tabela 3** mostra uma comparação entre os LMR de alguns dos agrotóxicos mais consumidos no Brasil em relação aos LMR desses mesmos pesticidas na UE.

Tabela 3. Comparativo entre os LMR de agrotóxicos permitidos no Brasil e na União Europeia para alimentos

Amostra	Agrotóxico	LMR UE (mg/kg)	LMR Brasil (mg/kg)	LMR Brasil versus LMR UE
Soja	2,4-D	0,05	1	2x maior
	Acefato	0,3	1	3,3x maior
	Glifosato	0,05	10	200x maior
Arroz	2,4-D	0,2	0,1	2x maior
Cana-de-açúcar	Atrazina	0,05	0,25	5x maior
	Glifosato	0,05	1	20x maior
Milho	2,4-D	0,05	0,2	4x maior
	Atrazina	0,05	0,25	5x maior
Sorgo	Atrazina	0,05	0,25	5x maior
Melão	Acefato	0,01	0,1	10x maior
Citros	Acefato	0,01	0,2	20x maior
Alface	Malationa	0,5	8	16x maior
Brócolis	Malationa	0,02	5	250x maior
Feijão	Malationa	0,02	8	400x maior
Café	Glifosato	0,1	1	10x maior

Fonte: Adaptado de: Bombardi²⁸.

Os dados da **Tabela 3** mostram uma realidade alarmante no Brasil, onde a presença de resíduos de pesticidas para alimentos é permitida em níveis até 400 vezes maiores do que na UE, sugerindo que a presença desses resíduos

de agrotóxicos possa ser extremamente superior em alguns alimentos brasileiros em relação aos europeus. Outro fato agravante nas amostras brasileiras é a presença de resíduos de agrotóxicos em níveis que superam o LMR (que, como visto anteriormente, é mais permissivo que nos países europeus e Estados Unidos), representando uma contaminação ainda maior desses resíduos, como mostrou o último relatório do PARA (2013-2015)¹², no qual 19,7% das amostras foram classificadas como insatisfatórias por apresentarem níveis de resíduos maiores que o LMR ou por conterem resíduos de agrotóxicos proibidos para a cultura analisada (**Figura 2**).

Figura 2. Detecção de resíduos de agrotóxicos e tipo de irregularidade das amostras analisadas no PARA 2013-2015.



Fonte: ANVISA¹²

Contudo, cabe ressaltar que os agrotóxicos mencionados na Tabela 3 correspondem a apenas uma fração dos 504 ingredientes ativos permitidos no país. Além disso, foram comparadas no estudo de Bombardi²⁸ apenas algumas culturas de alimentos, dentre as dezenas de tipos produzidas no país. Portanto, esses dados ainda não somam um número que seja conclusivo no comparativo de LMR com outros países ou representativo para todas as diferentes culturas de alimentos produzidas no país, as quais, de acordo com suas particularidades, utilizam diferentes tipos de agrotóxicos; ainda assim, não podem ser negligenciados os resultados alarmantes do estudo em questão, que levantam a necessidade de uma análise profunda e minuciosa acerca da segurança de alimentos brasileiros segundo os LMR.



Em relação às metodologias aplicadas nos estudos para avaliar o potencial de redução de resíduos de agrotóxicos (**Tabela 1**), verifica-se que apesar das diferenças entre os pesticidas, alimentos e componentes utilizados, as análises foram realizadas em sua quase totalidade por cromatografia, que, portanto, parece ser a mais utilizada e adequada para tais ensaios.

Ao realizar uma comparação entre os tipos de agrotóxicos avaliados para as culturas de alimentos escolhidas, é possível observar diferenças entre os estudos brasileiros e os estrangeiros, caracterizando um ponto de questionamento sobre a validade dessas metodologias para os mesmos alimentos brasileiros, uma vez que a metodologia empregada mostrou resultados para determinados tipos de agrotóxicos em determinadas culturas, não sendo ainda possível extrapolar esses resultados para outros alimentos e pesticidas - os quais poderiam responder de maneiras distintas a tais métodos e compostos utilizados para a redução/remoção de resíduos.

Os estudos de Yang et al.²³ e Rocha et al.²⁵ realizados em amostras de maçãs americanas e brasileiras, respectivamente, ilustram a discussão supracitada. Apesar de ambos avaliarem o mesmo tipo de alimento, os agrotóxicos utilizados na contaminação em laboratório foram diferentes, sendo que o pesticida escolhido por Rocha et al.²⁵ foi parationa-metílica (inseticida com ação de contato; Classe III – perigoso ao meio ambiente; Classe toxicológica III – medianamente tóxico), enquanto os 2 selecionados no estudo de Yang et al.²³ foram tiabendazol (modo de ação: fungicida sistêmico; Classe II: produto muito perigoso ao meio ambiente; Classe toxicológica III: medianamente tóxico - bula³⁰) e fosmete (modo de ação: contato e ingestão; Classe toxicidade I - extremamente tóxico; Classe III – produto perigoso ao meio ambiente - bula³¹), que são encontrados em amostras de maçãs brasileiras, conforme dados do PARA 2013-2015¹² (24,7% e 1,7% para fosmete e tiabendazol, respectivamente).

Em relação ao LMR, os valores são diferentes no Brasil e nos EUA para essa cultura, sendo 1mg/kg e 10mg/kg no Brasil e nos EUA, respectivamente, para o fosmete e 10mg/kg e 5mg/kg no Brasil e nos EUA, respectivamente, para o tiabendazol^{12,32}. Isso mostra que o Brasil é mais restrito para o fosmete, porém, mais permissivo para o tiabendazol, dado que sugere possíveis



diferenças nas concentrações desses pesticidas em amostras brasileiras em relação às americanas.

Além disso, no próprio estudo brasileiro²⁵, o agrotóxico escolhido, parationa-metílica, de acordo com reavaliação toxicológica de ingredientes ativos pela Anvisa com a publicação da RDC 56/2015³³ teve proibição de utilização no país e, segundo o PARA 2013-2015¹², não foi identificado nas amostras de maçã avaliadas, sendo os agrotóxicos com maior percentual de detecção nessa cultura aqueles do grupo dos ditiocarbamatos, constituído por dezenas de agrotóxicos com toxicidade e metodologia analítica diferentes, considerando-se na análise do PARA 2013-2015¹² o mancozebe, por deter um número maior de culturas autorizadas em relação aos demais. O mancozebe atua como fungicida de contato, pertencente à Classe II - Produto muito perigoso e à Classe toxicológica III – medianamente tóxico. Esses dados apontam, mais uma vez, a inviabilidade da aplicação prática da metodologia de Rocha et al.²⁵, e ainda reforçam, por conseguinte, que os estudos no Brasil precisam estar em consonância com as pesquisas nacionais que avaliam a presença de resíduos desses insumos químicos em alimentos, aumentando as chances de aplicabilidade dos métodos, bem como eficiência e segurança dos resultados para os alimentos consumidos pela população, que são contaminados por uma gama de agrotóxicos no campo, inclusive durante momentos diferentes do desenvolvimento da planta até a sua colheita, como por exemplo a utilização do Glifosato, o qual não é utilizado apenas como herbicida, mas também como agente maturador em culturas de cana-de-açúcar em qualquer época da safra – de acordo com a bula³⁴), e não um único tipo em ambiente de laboratório.

Ainda sobre os resultados, apesar dos dois estudos utilizarem alguns compostos semelhantes em suas metodologias, como a solução à base de bicarbonato de sódio, ambos apresentaram resultados distintos: maior eficácia da solução de bicarbonato de sódio no estudo de Yang et al.²³ (em relação ao hipoclorito de sódio) e menor eficiência no estudo de Rocha et al.²⁵ (para o pesticida avaliado, a solução de ácido acético foi a mais eficaz em relação aos demais compostos), corroborando a discussão anterior e mostrando a importância de uma padronização na metodologia para cada tipo de alimento e



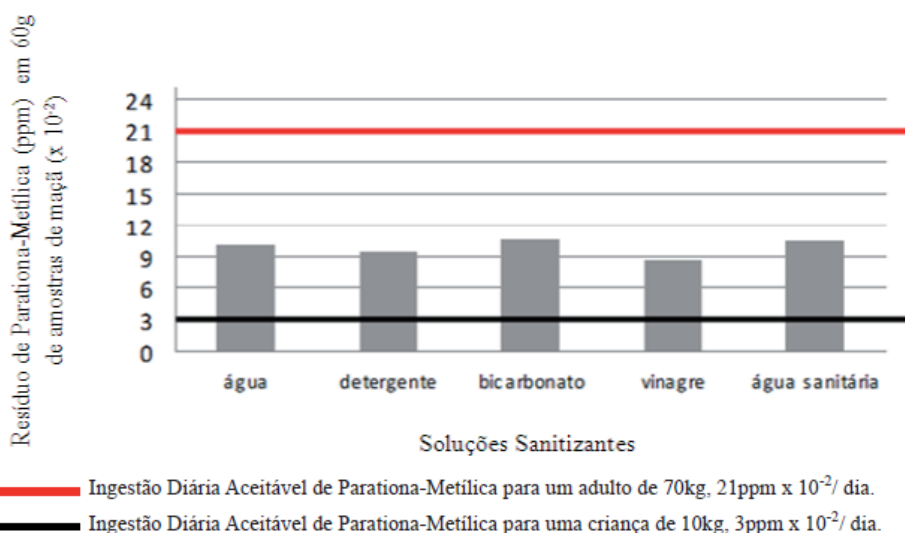
pesticida, para avaliação da capacidade de remoção de tais insumos químicos dos alimentos.

Além disso, cabe ressaltar que Yang et al.²³ encontraram redução dos resíduos apenas na casca das maçãs e não em sua polpa, mostrando que apenas uma parcela dos resíduos, presentes nas camadas mais superficiais da fruta, foram reduzidos, não deixando o alimento isento da contaminação por pesticidas para o consumo humano ao considerar a ineficiência do método para a retirada dos resíduos de pesticidas sistêmicos (como o próprio tiabendazol utilizado na metodologia da pesquisa) nas camadas mais internas.

Rodrigues et al.²⁴, ao avaliarem a taxa de redução de pesticidas de contato e sistêmicos em amostras de tomate, não deixam claro se os resultados obtidos levaram em consideração a casca, a polpa ou o fruto de forma integral, dificultando uma análise mais crítica sobre a viabilidade da metodologia aplicada.

Rocha et al.²⁵, por outro lado, inferiram que a taxa de redução de resíduos pelas metodologias aplicadas não eliminou completamente os resíduos de agrotóxicos das amostras e não assegurou que as mesmas apresentassem níveis abaixo da ingestão diária aceitável (IDA) para uma criança de 10kg de peso; além disso, os valores encontrados após os métodos de sanitização empregados, corresponderam a, aproximadamente, 50% da IDA para um adulto de 70kg (**Figura 3**), quando a parationa-metílica ainda era de uso liberado, reiterando, mais uma vez, a inviabilidade prática da metodologia.

Figura 3. Resíduos de parationa-metílica após emprego de métodos de sanitização em uma porção de maçã (60g), correlacionando com a IDA para adulto de 70kg e criança de 10kg.



Fonte: Rocha et al.²⁵.

Nesse aspecto cabe outra consideração em relação às metodologias dos estudos mencionados na **Tabela 1**, uma vez que, em sua quase totalidade, não avaliaram se a redução de resíduos obtida foi suficiente para garantir níveis de ingestão abaixo dos LMR de cada país, seja para crianças ou adultos.

Ainda em relação a LMR, o estudo de Singh et al.¹⁹ avaliou o potencial de redução de resíduos de agrotóxicos em água de consumo segundo diferentes metodologias, incluindo fervura, adição de tintura de iodo ou KMnO₄. Os resultados foram diversos e a efetividade de cada método variou de acordo com o tipo de agrotóxico avaliado (endossulfan, clorpirifós, α -endossulfan, β -endossulfan, clorpirifós e lindane), podendo chegar, para o α -endossulfan (em menores concentrações de contaminação em laboratório), a 97,2% de remoção com a fervura, 100% com a tintura de iodo e 90,5% com o KMnO₄. Contudo, em concentrações mais elevadas de pesticidas, os autores reforçam que a eficiência de remoção foi relativamente menor, indicando necessidade de maior tempo de contato ou maior concentração do reagente. Dentre os agrotóxicos avaliados nesse estudo, o único citado no Atlas²⁸ como o mais comumente encontrado em amostras de água brasileiras é o clorpirifós (tem ação por contato/ingestão e caracterizado como Classe II – muito perigoso ao meio ambiente, com alta mobilidade no ambiente, altamente tóxico por contato para aves e abelhas, além de ser bioacumulável em peixes, conforme a bula³⁵). De acordo com Bombardi²⁸, o LMR desse pesticida em água potável supera em 300 vezes os LMR estabelecidos pela UE podendo, assim, chegar a 30mcg/L. O clorpirifós, nas amostras de Singh et al.¹⁹, foi um dos que menos respondeu



às metodologias empregadas pelos autores, sendo os melhores resultados obtidos nas concentrações de 0,01mcg/ml ou 10mcg/L (níveis inferiores ao máximo que pode ser encontrado nas amostras brasileiras) com a aplicação de KMnO_4 , que foi capaz de reduzir até 64,8% nas amostras contaminadas; nas maiores concentrações (0,1mcg/ml ou 100mcg/L) a eficiência foi menor, reduzindo até 52,98%. Dessa forma, sugere-se que para uma possível efetividade para águas brasileiras seja necessário maior concentração de KMnO_4 ; mas ainda assim, esse componente não é capaz de remover 100% do pesticida, mesmo quando presente em quantidades inferiores, não garantindo total segurança quanto à sua exposição. Cabe ainda ressaltar que amostras de água potável brasileira podem conter outros agrotóxicos comuns e que não foram avaliados por Singh et al.¹⁹, como a atrazina e o acefato (proibidos na UE), 2,4-D, carbofurano, tebuconazol, diuron, mancozebe e glifosato, sendo esse último permitido em LMR 5000 vezes superior ao LMR da UE, mostrando que a realidade brasileira difere do que foi avaliado nessas amostras de água na Índia, não sendo possível afirmar que qualquer um dos componentes sanitizantes utilizados por Singh et al.¹⁹ sejam efetivos para tais agrotóxicos comumente encontrados nas águas brasileiras e nas concentrações em que são permitidos.

Dessa forma, as metodologias para remoção de agrotóxicos a serem aplicadas em alimentos brasileiros precisam ser reavaliadas e adaptadas para essa realidade nacional, não sendo possível afirmar ainda que as metodologias aplicadas nos estudos estrangeiros citados na **Tabela 1** serão efetivas e seguras em alimentos brasileiros. Adicionalmente, mais estudos são necessários para uma discussão mais profunda acerca de possíveis métodos de sanitização para remoção de resíduos de agrotóxicos em outras culturas de alimentos e avaliando outras famílias e tipos de agrotóxicos, a fim de promover maior aplicabilidade na prática clínica. Ainda, vale reforçar que os estudos aqui descritos não são suficientes para garantir a segurança de consumo de um alimento livre de agrotóxicos. Por esse motivo, os alimentos orgânicos e biodinâmicos devem ser considerados, pois, além de serem isentos de agrotóxicos, respeitam o meio-ambiente, a biodiversidade brasileira e a agricultura familiar.



Além da discussão sobre a metodologia dos estudos anteriores, faz-se necessária uma análise crítica acerca dos impactos ambientais causados pelos agrotóxicos. Todos os pesticidas apresentados apresentam algum grau de perigo ambiental, de acordo com o PPA estabelecido pela Anvisa. Além disso, vale lembrar que os estudos discutidos aplicaram os agrotóxicos em ambiente laboratorial e que, no campo, a aplicação de tais pesticidas na lavoura contamina áreas próximas, o solo, os lençóis freáticos, rios, lagos, ar e, ainda, os organismos que habitam a região de aplicação, incluindo os polinizadores, que, uma vez contaminados, serão meios de transporte de resíduos de agrotóxicos para outras regiões.

Diferentes legislações discorrem sobre o impacto dos agrotóxicos ao meio ambiente. A Lei Federal nº 7802 de 1989³⁶, dispõe sobre os agrotóxicos e sua definição, ela trata questões como pesquisa, experimentação, registro, fiscalização, comercialização, impugnação e demais questões referentes ao seu uso e riscos para o ambiente e a saúde humana.

Esta lei recebeu alguns ajustes no ano de 2000³⁷, para atender certas necessidades atuais e de interesses sociais e ambientais. Um bom exemplo é a obrigatoriedade de uma bula nestes produtos contendo todas as informações relacionadas à manipulação daquela substância (EPI, entre outros), sua classificação (I até IV), os riscos à saúde humana e prejuízos ambientais relacionados ao uso dos mesmos. Outro exemplo considerado bem-sucedido é o do retorno das embalagens destes produtos aos seus responsáveis (fabricantes) para a sua correta destinação e/ou reutilização adequada, tendo em vista que grande parte destas embalagens realmente retornam aos fabricantes que reciclam para serem reutilizadas na indústria da construção civil e produção de canos de irrigação e afins. Este programa de logística reversa no campo está sendo bem visto e amplamente discutido, inclusive em agências da ONU³⁸.

Um dado importante, publicado com ênfase no site "<http://brasil.gov.br>", apresenta que cerca de 80% das embalagens de agrotóxicos do país estão sendo recicladas. Neste artigo, João Cesar Rando, presidente do inPEV, afirma: *"Retiramos, entre 2002 e 2010, mais de 215 mil toneladas de embalagens que antes ficavam no campo podendo causar problemas ao meio*



*ambiente e a saúde humana. Como os agricultores não tinham solução para o problema, colocavam fogo em quase 70% das embalagens*³⁹.

Apesar das boas notícias e de um pouco mais de sustentabilidade rural alcançada através desta medida, ou seja, que tais embalagens não estarão mais jogadas no campo, sendo lavadas pela chuva e contaminando o solo e as águas e nem manipulada por pessoas e animais causando menor prejuízo ao ambiente –, estes dados também nos mostram, com um enorme alerta nestas entrelinhas, a grande quantidade de agrotóxicos utilizados em nossos sistemas de produção de alimentos, apontando para a crescente utilização desses produtos como no caso da soja, que apesar de ter um declínio de mais de 2,5% de sua área total cultivada, recebeu um aumento superior a 30% no consumo de agrotóxicos, sendo estimulada pela tecnologia dos transgênicos e acompanhando a tendências das demais culturas no Brasil segundo IBGE e Sindag⁴⁰.

O Brasil, além de ser um dos maiores exportadores de alimentos, é campeão mundial em utilização de agrotóxicos e um dos países mais desiguais apesar de possuir a maior concentração de terras, e grande parte de sua população sofre com insegurança alimentar⁴⁰.

São necessários projetos que envolvam melhoras em infraestrutura, planejamento e manutenção de áreas para plantio, fomentar o desenvolvimento de tecnologias de base agroecológica e de economia associativa, criando condições para o desenvolvimento sustentável destas famílias, logística mais eficaz na distribuição local e regional destes alimentos, aquecendo a economia local e promovendo maior segurança alimentar para a comunidade, além de reduzir o uso de tais produtos contaminantes, conseqüentemente, diminuindo também as concentrações destes agentes químicos já presentes em nosso meio ambiente.

Apesar de todos os apelos e conquistas sociais como o Planapo, outras políticas de agroecologia e produção orgânica e o novo código florestal – documentos estes que podem servir como grandes instrumentos no desenvolvimento sustentável do país –, uma proposta de lei de 2015 (PL 3200 de autoria de Luis Antonio Franciscatto Covatti)⁴¹ tenta “desburocratizar” a pesquisa e facilitar o registro de produtos agrotóxicos e afins com a proposta de criação de uma Comissão Técnica Nacional de Fitossanitários – CTNFito –



que deverá ser composta por vinte e três membros efetivos e respectivos suplentes, todos eles designados pelo Ministro de Estado da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

Esta PL disserta que somente a federação terá direito de legislar sobre este assunto, cabendo aos estados e municípios apenas fiscalizar tais demandas, retirando os direitos do estado em legislar e dos municípios em suplementar tais leis vigentes. Outra mudança que este projeto de lei propõe é que os órgãos de defesa ambientais e recursos naturais, de saúde, entidades de classe e afins que pretendam alcançar a impugnação de um destes registros não mais poderão utilizar-se de laboratórios nacionais ou internacionais de sua escolha. Segundo a PL estes órgãos ainda podem pleitear o cancelamento do registro, mas apenas o órgão federal registrante poderá remeter sua manifestação conclusiva, isso após parecer técnico do órgão CTNFito.

Em alguns momentos, interpretando o texto da proposta, parece um passo atrás na busca por maior transparência e sustentabilidade. Além de controverso quando temos um Brasil, participante de tratados ambientais internacionais, com um novo código florestal mais rígido em termos de conservação ambiental e áreas de preservação permanentes, se propondo a resolver o problema das altas taxas de resíduos de agrotóxicos não registrados para nossas culturas com a criação de um órgão para regularizar tais inconformidades.

Outra incoerência bem grande ocorre quando analisamos o seguinte texto na lei nº 7802, no artigo terceiro, inciso sexto, onde declara que fica proibido o registro de agrotóxicos, componentes e afins para os quais não haja antídoto ou tratamento eficazes⁴² os que apresentarem características teratogênicas, carcinogênicas ou mutagênicas; os que apresentarem risco maior ao homem que o apresentado em testes de laboratório com animais; e aqueles cujas características causem danos ao meio ambiente.

Neste contexto, é permitido no Brasil o uso pesticidas como a Atrazina (um herbicida organoclorado), e o Clorpirifós (um inseticida da classe dos organofosforados), utilizados para controlar pragas agrícolas como plantas invasoras, ácaros, lagartas e outros, e que, segundo a bula, podem causar



efeitos no sistema nervoso e são carcinogênicos, indo na contramão do texto da lei citada anteriormente.

A substância contida no Clorpirifós já foi proibida pela Anvisa em uso domissanitário por apresentar toxicidade classe I – “extremamente tóxica” ao contato, mas ainda é permitida no uso agrícola mesmo em casos onde o intervalo de segurança não é determinado, como os dados da bula presentes no portal da Anvisa, onde avistamos um trecho de advertência sobre a ausência de condições para determinar um período de carência de degradação destas substâncias devido à sua forma de aplicação para o cultivo do milho, sorgo e cana de açúcar, além da indicação Classe II – “produto muito perigoso ao meio ambiente”⁴³.

Outras inscrições também retiradas de bulas desses produtos são igualmente assustadoras, como as que seguem abaixo, relativas à bula do produto comercial Pyrinex 480 EC (Clorpirifós - substância ativa)⁴⁴:

PRECAUÇÕES DE USO E ADVERTÊNCIAS QUANTO AOS CUIDADOS DE PROTEÇÃO AO MEIO AMBIENTE

Este produto é:

[] Altamente Perigoso ao Meio Ambiente (CLASSE I)

[X] MUITO PERIGOSO AO MEIO AMBIENTE (CLASSE II)

[] Perigoso ao Meio Ambiente (CLASSE III).

[] Pouco Perigoso ao Meio Ambiente (CLASSE IV)

-Este produto é ALTAMENTE TÓXICO para aves.

-Este produto é ALTAMENTE TÓXICO para abelhas, podendo afetar outros insetos benéficos. Não aplique o produto no período de maior visitação das abelhas.

-Este produto é ALTAMENTE TÓXICO para organismos aquáticos.

-Este produto é ALTAMENTE BIOCONCENTRÁVEL em peixes.

-Este produto é ALTAMENTE MÓVEL no meio ambiente.

-Evite a contaminação ambiental – Preserve a Natureza.

-Não utilize equipamento com vazamentos.

-Aplique somente as doses recomendadas.

-Não lave as embalagens ou equipamento aplicador em lagos, fontes, rios e demais corpos d’água. Evite a contaminação da água.



-Não aplique o produto na presença de ventos fortes ou nas horas mais quentes.

-A destinação inadequada de embalagens ou restos de produtos ocasiona contaminação do solo, da água e do ar, prejudicando a fauna, a flora e a saúde das pessoas.

E este é apenas um dos muitos outros produtos e substâncias que deixam seus resíduos nos solos, águas, fauna e também nos vegetais que compõem a dieta do brasileiro e que são despejados em larga escala no ambiente, causando impactos inestimáveis em todos os níveis ecológicos⁴⁵.

É evidente que precisamos desenvolver uma forma mais ecológica de se fazer política para lidar com este assunto, incentivando o desenvolvimento de tecnologias realmente mais sustentáveis e ecológicas que contemplem as necessidades sociais e ambientais de forma mais harmônica com as questões econômicas.

Soares e Porto afirmam em seu trabalho que as atividades agrícolas que fazem uso de insumos e defensivos químicos causam externalidades ambientais negativas, pois não incorporam os custos ambientais, à saúde e sociais relacionados à sua utilização. Os autores esclarecem bem esta questão, quando usam o exemplo do cotidiano dos agricultores que, ao calcularem os preços dos seus alimentos, ponderam sobre o valor pago pelo agroquímico, considerando apenas os custos de aplicação versus um ganho marginal em sua produtividade; porém, nesse cálculo, não se associam os riscos, danos e custos para o controle nos impactos ao ambiente, sem mencionar os demais fatores como os de saúde, os de economia e sociais⁴⁶.

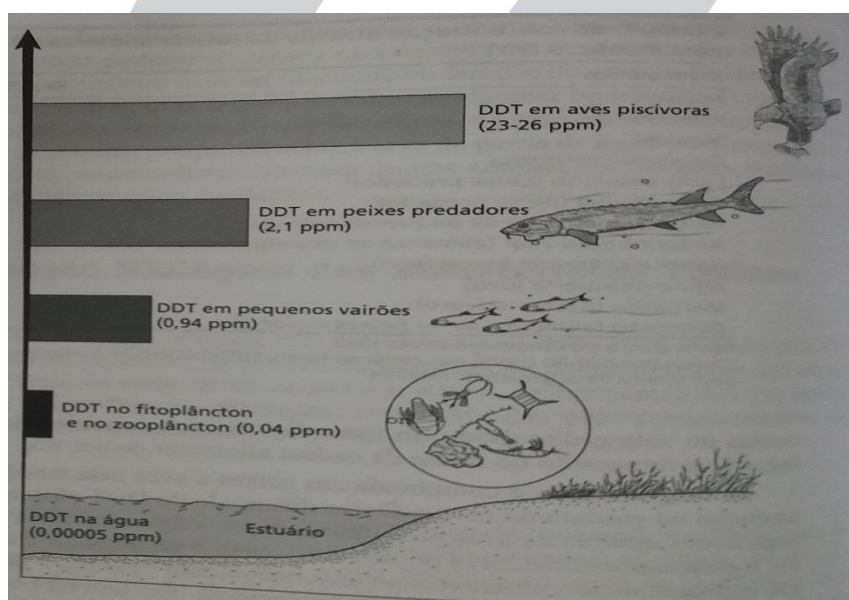
Desde o início, a insustentabilidade destes sistemas convencionais de agricultura foi apresentada. Partindo da própria política que, buscando o desenvolvimento tecnológico, incentivou o uso destes agentes contaminantes e facilitou a implantação de uma “indústria” dos agrotóxicos, marcando um momento inadequado junto às instituições de proteção ao meio ambiente e saúde. Tais instituições, ao ignorar a falta de uma legislação mais adequada para o momento (que apenas surgiu com a Lei 9.9774/00 no ano de 2000)³⁷ e o despreparo destes rurais que não possuíam os devidos treinamentos para estas novas tecnologias de difícil utilização, acabaram expondo a sociedade e o ambiente a uma situação de grande risco desde o momento da implantação e



grande difusão deste mercado de agroquímicos. Podemos citar como situações de risco desde a queima das embalagens vazias dos agrotóxicos, até a aplicação dos mesmos sem os equipamentos de segurança, entre outros problemas associados.

Esses riscos envolvem o transporte e dispersão dessas substâncias tóxicas nos solos e nos rios, através de agentes polinizadores, ventos, por lixiviação e precipitação, causando contaminação e acumulação nos solos e sua biota e nas águas, à comunidade planctônica e peixes, com consequente bioacumulação e posterior magnificação trófica (aumento da concentração da toxicidade a cada passo da cadeia alimentar) ampliando a gravidade e alcance geográfico destas substâncias químicas (**Figura 4**)⁴⁷.

Figura 4. Exemplo de magnificação biológica do DDT em um estuário (costa leste– EUA).



Fonte: Woodwell et al. (1967) apud Odum (2015)⁴⁷

Se tentássemos descrever cada um dos os processos que estas substâncias tóxicas percorrem desde a abertura de sua embalagem, veremos que os impactos dos resíduos destes agrotóxicos vão muito além daqueles relacionados à saúde de quem os aplica e dos consumidores os ingerem.

As plantas são cultivadas no solo e quando estes venenos são aplicados, independente do cuidado tomado em sua dispersão, muitas destas moléculas fatalmente irão entrar em contato com o solo, que com suas propriedades físico-químicas, como pH e outras, determinarão o comportamento e solubilidade destas moléculas. Quando há também a

ausência de matéria orgânica, de óxidos de ferro e de outros agentes, este solo, então, tem sua capacidade reduzida para fixar metais e outros contaminantes, que entrarão em contato com os organismos edáficos (organismos que vivem enterrados sob solos secos ou submersos), causando neles desde alterações reprodutivas e morte até mesmo a rejeição dessa área por estes seres vivos, que têm um importante papel nos processos de aeração, degradação de matéria orgânica e disponibilização destes nutrientes para as plantas, bem como no o equilíbrio energético dos ecossistemas⁴⁸.

Conforme visto em grande parte das bulas destes venenos, estas toxinas têm alta mobilidade no ambiente, ou seja, percorrem o solo e também são transportadas pela água, seja da irrigação ou da chuva. Também estão suscetíveis a encontrar águas subterrâneas, rios e lagos, que além do risco de serem utilizadas para coleta de água potável ou irrigação, certamente entrarão em contato com a vida aquática em todos os níveis, desde algas, organismos planctônicos, peixes e demais grupos animais que se alimentarem destes organismos aquáticos contaminados^{47,49}.

Esta bioacumulação e magnificação trófica também ocorre entre os componentes da teia alimentar que vivem sobre o solo, como também nos polinizadores, que entram em contato com a toxina e, além de contaminarem os demais de sua população pelo contato, irão contaminar outros animais insetívoros e outros invertebrados que consumirem estes vegetais contaminados. Poderão, ainda, serem reserva de contaminação para os organismos que estiverem utilizando destas espécies em sua dieta, como por exemplo os sapos, que posteriormente serão fonte de alimento para aves, serpentes, felinos e caninos. Ainda, as fezes dos ruminantes que se alimentam em pastagens com resíduos destas substâncias e plantas contaminadas são comumente utilizadas como fonte de adubo. Tal adubo será vendido e transportado por grandes áreas, também apresentará resíduos destas toxinas, e, dessa forma, contaminará uma nova área, em um eterno efeito cascata⁴⁸

Enquanto **Lavorenti** menciona a solubilidade, a ionização ácido ou base e a pressão de vapor, como sendo algumas das principais propriedades físico-químicas relacionadas a estas moléculas contaminantes. Os fabricantes destes produtos desenvolvem testes em laboratório para reproduzir os principais comportamentos destas moléculas no ambiente com objetivo de encontrar o



período de carência para que os processos de degradação no ambiente, adsorção e outras formas de contenção destas moléculas ocorram e reduzam os riscos de contaminação nos solos, nas águas e na biodiversidade no local da aplicação⁵⁰.

Costa et al.⁴⁹, no capítulo 8 do livro “Fundamentos de Química do Solo”, disserta sobre contaminantes e poluentes do solo e do ambiente. Ele aponta nesta parte do livro que no solo, a eficiência daqueles processos químicos citados acima (degradação, adsorção, etc) dependem de muitas características intrínsecas à cada solo em que será aplicado o agrotóxico. Estas características vão desde a sua granulometria e composição argilo-arenosa, até seu pH, teor de umidade, presença de fauna edáfica, assim como a quantidade de matéria orgânica disponível naquele solo, sua biodiversidade e outros componentes ecológicos, como o complexo enzimático formado em ambientes com diversidade biológica que é ativado pela condição de tamponamento oferecido pela matéria orgânica, bem como a capacidade adsorptiva destes constituintes minerais e orgânicos quando presentes no solo (disponibilidade iônica e catiônica, Fe, Mg, entre outros).

A partir destas informações, concluímos que para reduzir a quantidade de resíduos tóxicos em nossos solos, águas, biodiversidade e em nosso alimento, deveria haver um plano de manejo de solo e águas em cada uma das áreas que receberão aplicações de substâncias contaminantes, tendo em vista que, os dados obtidos sobre o comportamento destas moléculas seguem metodologias e padrões que não atendem a individualidade da composição físico, química e biológica de cada uma das propriedades rurais.

Além de comprometer a eficácia dos processos de degradação destas toxinas, causada pela deficiência de matéria orgânica e biodiversidade presente em solos cultivados nos sistemas convencionais, a grande maioria destes sistemas são monoculturais, ou seja, utilizam uma única espécie como cultivo e por isso, estas áreas não oferecem uma condição propícia para que todo este complexo ecológico se instale, e promova com eficácia todos aqueles processos de retenção de moléculas contaminantes. Além disso, a utilização contínua destes defensivos promove a degradação, mutação, fuga e até a morte em várias espécies da fauna edáfica do solo, como discutido anteriormente, até que em um determinado momento, estes compostos tóxicos



alcancem concentrações que impedirão a manutenção destes processos de inativação e retenção de tais moléculas por estarem em excesso no ambiente⁴⁹.

Estes venenos, como podemos ver, transcorrem caminhos longos e alcançam locais bem distantes de sua área de aplicação, causando vários tipos de danos, muitas vezes até incalculáveis do ponto de vista ecológico, além de outros sérios problemas de saúde pública e nutricional, como discutido anteriormente.

Algumas maneiras de incentivar esta mudança de comportamento e padrão na agricultura brasileira seriam: a disponibilização de pacotes de financiamentos mais amplos para as transições agroecológicas, assim como ocorre com os sistemas convencionais; estudo e criação de planos políticos de logísticas regionais mais eficientes, incorporando à legislação a obrigatoriedade do acompanhamento e tratamento contínuo da contaminação das áreas agrícolas produtivas, criando, ainda, métodos de apoio, orientação, regulamentação e controle dos níveis de contaminantes, utilizando, por exemplo, a técnica de marcadores biológicos em espécies que tem potencial bioindicador para o acompanhamento e entendimento da biodisponibilidade destas moléculas no ambiente, como certas espécies de minhocas, que são largamente utilizadas para aferir a presença destes e outros contaminantes nos solos, junto aos órgãos como a Cetesb e outros federais, estaduais e municipais de apoio técnico rural dada a extrema gravidade deste assunto e a sua suma importância em saúde pública e ambiental. Desse modo, haveria a promoção do desenvolvimento de uma economia que atenda melhor às carências sociais, nutricionais e ambientais.

Nesse sentido, devemos nos atentar, pois não enxergamos as desigualdades sociais, riscos à saúde, degradação do meio ambiente e da biodiversidade que estão imbuídos nos alimentos que são produzidos em sistemas que utilizam defensores químicos, como também, devemos buscar em nossa região políticos e agricultores conscientes deste problema para patrocinarmos e alcançarmos soluções mais sustentáveis e saudáveis, em busca de um futuro mais promissor e do direito a um alimento nutritivo, saudável e isento de riscos.



Referências Bibliográficas

1. FAO (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS). Faostat: agricultural database. Disponível em: <<http://www.fao.org/home/en>>. Acesso em: 09/12/2016.
2. OLIVEIRA, K.M. de; LUCCHESI, G. Controle Sanitário de agrotóxicos no Brasil: o caso do metamidofós. **Actas de saúde coletiva**; 211-224, 2013.
3. GUNIER, R.B.; BRADMAN, A.; HARLEY, K.G. et al. Prenatal Residential Proximity to Agricultural Pesticide Use and IQ in 7-Year-Old Children. **Environ Health Perspect**;125(5):057002, 2017.
4. VIVANCO, B.S. et al. Oxidative stress and genetic damage among workers exposed primarily to organophosphate and pyrethroid pesticides. **Environ Toxicol**; 2017.
5. PERES, F.; MOREIRA, J.C. Saúde e ambiente em sua relação com o consumo de agrotóxicos em um pólo agrícola do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Cad Saúde Pública**; 23(4): S612-S621, 2007.
6. LIMA, M. A. et al. Agrochemical-induced stress in stingless bees: peculiarities, underlying basis, and challenges. **J Comp Physiol A Neuroethol Sens Neural Behav Physiol**; 202(9-10):733-47, 2016.
7. KLEIN, S. et al. Why Bees Are So Vulnerable to Environmental Stressors. **Trends Ecol Evol**; 2017.
8. IBAMA. **Avaliação do Potencial de Periculosidade Ambiental (PPA) de Agrotóxicos e Afins**. IBAMA, 2017.
9. ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária). **Programa de Análise de Resíduos em Agrotóxicos em Alimentos (PARA)**. ANVISA, 2008.
10. ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária). **Programa de Análise de Resíduos em Agrotóxicos em Alimentos (PARA): Relatório das atividades de 2008**. ANVISA, 2009
11. ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária). **Programa de Análise de Resíduos em Agrotóxicos em Alimentos (PARA): Relatório das atividades de 2011 e 2012**. ANVISA, 2013.
12. ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária). **Programa de análise de resíduos de agrotóxicos em alimentos – PARA. Relatório das análises de amostras monitoradas no período de 2013 a 2015**. ANVISA, 2016.
13. RIBEIRO, T.A.; PRATES, K.V.; PAVANELLO, A. et al. Acephate exposure during a perinatal life program to type 2 diabetes. **Toxicology**; 372:12-21, 2016.
14. DHANUSHKA, M.A.; PEIRIS, L.D. Cytotoxic and Genotoxic Effects of Acephate on Human Sperm. **J Toxicol**; 2017:3874817, 2017.



15. PANT, N.; SHUKLA, M.; UPADHYAY, A.D. et al. Association between environmental exposure to p, p'-DDE and lindane and semen quality. **Environ Sci Pollut Res Int**; 21(18):11009-16, 2014.
16. LEE, YM. et al. Persistent organic pollutants in adipose tissue should be considered in obesity research. **Obes Rev**; 2017.
17. LYALL, K.; CROEN, L.A.; SJÖDIN, A. et al. Polychlorinated Biphenyl and Organochlorine Pesticide Concentrations in Maternal Mid-Pregnancy Serum Samples: Association with Autism Spectrum Disorder and Intellectual Disability. **Environ Health Perspect**; 2017.
18. HARINATHAREDDY, A.; PRASAD, N.B.L.; LAKSHMI DEVI, K. Effect of household processing methods on the removal of pesticide residues in tomato vegetable. **J Environ Res Develop**; 9(1), 50-57, 2014.
19. SINGH, S.B.; MAISNAM, J.; KULSHRESTHA, G. Remediation of Drinking Water from Pesticides. **Pesticide Research Journal**; 26(2): 221-225, 2014.
20. LIANG, Y.; LIU, Y.; DING, Y. et al. Meta-analysis of food processing on pesticide residues in fruits. **Food Addit Contam Part A Chem Anal Control Expo Risk Assess**; 31(9):1568-73, 2014.
21. SOLIMAN, KM. Changes in concentration of pesticide residues in potatoes during washing at home preparation. **Food Chem Toxicol**; 39(8):887-91, 2001.
22. GUARDIA-RUBIO, M.; AYORA-CAÑADA, M.J.; RUIZ-MEDINA, A. Effect of Washing on Pesticide Residues in Olives. **J Food Sci**; 72(2):C139-43, 2007.
23. YANG, T.; DOHERTY, J.; ZHAO, B. et al. Effectiveness of Commercial and Homemade Washing Agents in Removing Pesticide Residues on and in Apples. **J Agric Food Chem**; 65(44):9744-9752, 2017.
24. RODRIGUES, A.A.Z.; DE QUEIROZ, M.E.L.R.; DE OLIVEIRA, A.F. et al. Pesticide residue removal in classic domestic processing of tomato and its effects on product quality. **J Environ Sci Health B**; 52(12):850-857, 2017.
25. ROCHA, T.M.; GONÇALVES, E.C.B.; FARIA, M.V.C. Lavagem e sanitização em maçã (*Malus domestica* Borkh.) cultivar Royal Gala: avaliação na redução de pesticidas organofosforados. **Alimentos e Nutrição Araraquara**; 21(4): 659-665, 2010.
26. PELAEZ, V.; SILVA, L.R.; GUIMARÃES, T. et al. A (des)coordenação de políticas para a indústria de agrotóxicos no Brasil. **Revista Brasileira de Inovação**; 14:153-178, 2015.
27. IBAMA (INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS). **Consolidação de dados fornecidos pelas empresas registrantes de produtos técnicos, agrotóxicos e afins, conforme art. 41 do Decreto nº 4.074/2002**. IBAMA, 2016.
28. BOMBARDI, L.M. **Geografia do Uso de Agrotóxicos no Brasil e Conexões com a União Europeia**. São Paulo: FFLCH - USP, 2017.



27=29. IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis). **Os 10 ingredientes ativos mais vendidos**. IBAMA, 2014.

30. SYNGENTA BRASIL. **Tecto® SC**. Syngenta, 2018. Disponível em: <https://www.syngenta.com.br/sites/g/files/zhg256/f/tecto_sc.pdf>.

31. SECRETARIADA AGRICULTURA E ABASTECIMENTO. ADAPAR. **Imidam 200 WP**. Adapar, 2018. Disponível em: <<http://www.adapar.pr.gov.br/arquivos/File/defis/DFI/Bulas/Inseticidas/IMIDAN500WP.pdf>>.

32. USDA (UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE). **Pesticide Data Program. Annual Summary, Calendar Year 2015**. USDA, 2016.

33. MINISTÉRIO DA SAÚDE. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. RESOLUÇÃO Nº 56, DE 11 DE DEZEMBRO DE 2015. Dispõe sobre regulamento técnico para o ingrediente ativo Parationa metílica em decorrência da reavaliação toxicológica. Ministério da Saúde, 2015.

34. SECRETARIADA AGRICULTURA E ABASTECIMENTO. ADAPAR. **Rondup Original**. Adapar, 2018. Disponível em: <<http://www.adapar.pr.gov.br/arquivos/File/defis/DFI/Bulas/Inseticidas/IMIDAN500WP.pdf>>.

35. SECRETARIADA AGRICULTURA E ABASTECIMENTO. ADAPAR. **CapatazBR**. Adapar, 2018. Disponível em: <<http://www.adapar.pr.gov.br/arquivos/File/defis/DFI/Bulas/Inseticidas/IMIDAN500WP.pdf>>.

36. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Lei 7802-1989 - Lei dos Agrotóxicos. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2016.

37. PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. CASA CIVIL. **Lei No 9.974, de 6 de junho de 2000**. Presidência da República, 2000.

38. INPEV. Programa brasileiro de logística reversa no campo é tema de evento de agência da ONU. Inpev, 2018. Disponível em: <<http://www.inpev.org.br/saiba-mais/noticias/eventos/programa-brasileiro-de-logistica-reversa-no-campo-e-tema-de-evento-de-agencia-da-onu.fss>>.

39. BRASIL. Economia e Emprego. Cerca de 80% das embalagens de agrotóxicos do País são recicladas. Brasil, 2012. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/economia-e-emprego/2012/11/cerca-de-80-das-embalagens-de-agrotoxicos-do-pais-sao-recicladas>>.

40. CARNEIRO, F.F.; ALMEIDA, V.E.S. Brasil é o país que mais usa agrotóxicos no mundo. EMBRAPA. Ecodebate, 2010. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/139860/1/Brasil-e-o-pais-que-mais-usa-agrotoxicos-no-mundo.pdf>>.

41. CÂMARA DOS DEPUTADOS. PL 3200/2015. Dispõe sobre a Política Nacional de Defensivos Fitossanitários e de Produtos de Controle Ambiental, seus Componentes e Afins, bem como sobre a pesquisa, a experimentação, a



produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de defensivos fitossanitários e de produtos de controle ambiental, seus componentes e afins, e dá outras providências. Câmara dos Deputados, 2015. Disponível em: <<http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=1996620>>.

42. PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. CASA CIVIL. **Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989.** Presidência da República, 1989.

43. MINISTÉRIO DA SAÚDE. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. C20 - Clorpirifós. Ministério da Saúde. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/documents/111215/117782/C20%2B%2BClorpirif%25C3%25B3s.pdf/f8ddca3d-4e17-4cea-a3d2-d8c5babe36ae>>.

44. SECRETARIA DA AGRICULTURA E ABASTECIMENTO. ADAPAR. **Pyrinex 480 EC.** Adapar, 2018. Disponível em: <http://www.adapar.pr.gov.br/arquivos/File/defis/DFI/Bulas/Insetidas/PYRINE_X_480_EC.pdf>.

45. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). Perguntas e respostas. ANVISA, 2015. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/documents/111215/117818/Perguntas+e+respostas.pdf/bc84279b-eff0-4edb-ad3a-0598d07d8e2f>>.

46. SOARES, W.L.; PORTO, M.F. Atividade agrícola e externalidade ambiental: uma análise a partir do uso de agrotóxicos no cerrado brasileiro. **Ciênc Saúde Coletiva**; 12(1):131-143, 2007.

47. ODUM, E.P.; BARRET, G.W. **Fundamentos de Ecologia. Magnificação Biológica das substâncias tóxicas.** São Paulo: Cengage Learning, 2015. p. 216-219.

48. ANDRÉA, M.M. O USO DE MINHOCAS COMO BIOINDICADORES DE CONTAMINAÇÃO DE SOLOS. **Acta Zoológica Mexicana**; 2:, 95-107, 2010.

49. COSTA, C.N.; MEURER, E.J.; BISSANI, C.A.; SELBACH, P.A. *Contaminantes e poluentes do solo e do ambiente.* In: MEURER, E.J. **Fundamentos de química do solo.** 2 ed. Porto Alegre: Gênese, 2004. 290p.

50. PRATA, F.; LAVORENTI, A. COMPORTAMENTO DE HERBICIDAS NO SOLO: INFLUÊNCIA DA MATÉRIA ORGÂNICA. *Rev Biociênc*; 6(2): 17-22, 2000.



Anexo 1 – Efeitos dos agrotóxicos à saúde

CONSUMO DE AGROTÓXICOS E OBESIDADE		
PATOLOGIA/CONDIÇÃO AVALIADA	DETALHAMENTO & RESULTADOS	FONTE
Obesidade	Estudo com 298 adultos para avaliar a associação entre a exposição humana a poluentes orgânicos persistentes (PCBs) e níveis de colesterol e frações e obesidade. Houve associação significativa entre PCBs e níveis de colesterol total, HDL, LDL, triglicérides, lípidios totais e índice de massa corporal (IMC).	ARREBOLA, J.P. Associations of accumulated exposure to persistent organic pollutants with serum lipids and obesity in an adult cohort from Southern Spain. Environ Pollut ; 195:9-15, 2014.
Obesidade em crianças	Estudo com 344 crianças, com 6,5 anos de idade, verificou que a presença de excesso de peso nesta idade foi correlacionada com a exposição pré-natal a pesticidas organoclorados e que a alta ingestão de gordura por estas crianças pode ter influenciado esta susceptibilidade.	VALVI, D. et al. Prenatal concentrations of polychlorinated biphenyls, DDE, and DDT and overweight in children: A prospective birth cohort study. Environ Health Perspect ; 120(3):451-7, 2012.
Obesidade em crianças	Estudo encontrou associação entre a exposição pré-natal ao DDT e aumento de peso na infância ou maior IMC.	CHEVRIER, C. et al. Environmental determinants of the urinary concentrations of herbicides during pregnancy: the PELAGIE mother–child cohort (France). Environ Int ; 63:11-18, 2014.
Obesidade em crianças	Estudo encontrou associação entre a exposição pré-natal ao DDT e aumento de peso aos 7 anos de idade.	WARNER, M. et al. In utero DDT and DDE exposure and obesity status of 7-year-old Mexican-American children in the CHAMACOS cohort. Environ Health Perspect ; 121:631-636, 2013.
Obesidade em crianças	Estudo nas Ilhas Faroé verificou que a exposição ao PCB e DDE no período pré-natal foi associado com aumento do IMC de meninas aos 7 anos de idade e aumento da circunferência da cintura, quando as mães apresentavam sobrepeso.	Tang-Peronard, J.L. et al. Association between prenatal polychlorinated biphenyl exposure and obesity development at ages 5 and 7 y: a prospective cohort study of 656 children from the Faroe Islands. Am J Clin Nutr ; 99:5-13, 2014.

Obesidade em crianças	Estudo com 482 crianças com 6,5 anos de idade. Avaliou se a exposição pré-natal ao hexaclorobenzeno (HCB) pode influenciar o excesso de peso nas crianças participantes. As crianças do grupo que tiveram maior exposição fetal ao HCB apresentaram um risco aumentado de 2,5 e 3,0 para excesso de peso e obesidade. Filhos de mães eutróficas também apresentaram um risco aumentado de ter maior IMC com o aumento da concentração de HCB no soro do cordão umbilical. Novos estudos com amostras maiores e maior tempo de seguimento são necessários para confirmar estes resultados.	SMINK, A. et al. Exposure to hexachlorobenzene during pregnancy increases the risk of overweight in children aged 6 years. Acta Paediatr ; 97: 1465-1469, 2008.
Obesidade em crianças	Estudo encontrou associação positiva entre a exposição pré-natal a DDE e circunferência da cintura e relação cintura/altura em meninas de 7-9 anos.	DELVAUX, I. et al. Prenatal exposure to environmental contaminants and body composition at age 7–9 years. Environ Res ; 132C:24-32, 2014.
Obesidade	A pesquisa avaliou se poluentes orgânicos persistentes (POPs: organoclorados, bifenilas policloradas e polibromobifenilos) em baixas doses predispõem à adiposidade no futuro, dislipidemia e resistência à insulina entre 90 indivíduos sem diabetes durante 20 anos de seguimento. Os resultados mostraram que a exposição simultânea a vários POPs na população em geral pode contribuir para desenvolvimento de obesidade, dislipidemia, resistência à insulina (precursores comuns de diabetes tipo 2 e doenças cardiovasculares). Embora a obesidade seja a principal causa destas anormalidades metabólicas, a exposição aos POPs pode contribuir para o excesso de adiposidade e outras desordens do metabolismo.	LEE, D.H. et al. Low Dose Organochlorine Pesticides and Polychlorinated Biphenyls Predict Obesity, Dyslipidemia, and Insulin Resistance among People Free of Diabetes. PLoS One ; 6(1):e15977, 2011.
CUSTOS À SAÚDE E HOSPITALIZAÇÕES DEVIDO ÀS DCNT		
Doenças crônicas não-transmissíveis (DCNT) e impacto econômico	Estimativas conservadoras da OMS para o Brasil sugerem que mudanças em <i>inputs</i> econômicos importantes, como perdas na força de trabalho e diminuição das poupanças familiares resultantes de apenas três DCNT (diabetes, doença do coração e acidente vascular cerebral), levarão a uma perda na economia brasileira de US\$4,18 bilhões entre 2006 e 2015.	ABEGUNDE, D.O. et al. The burden and costs of chronic diseases in low-income and middleincome countries. Lancet ; 370: 1929–38, 2007.

Custos da Obesidade	Artigo de revisão publicado por pesquisadores da Singapura demonstrou que o custo per capita da obesidade infantil seja de 19 mil dólares a mais do que os custos de vida para as crianças com peso normal.	FINKELSTEIN, E.A. et al. Lifetime direct medical costs of childhood obesity. Pediatrics ; 133(5):854-62, 2014.
	Com base na pesquisa citada acima, a equipe do Centro para o Controle e Prevenção de Doença dos Estados Unidos multiplicou o valor de 19 mil dólares pelo número de obesos com 10 anos nos EUA e descobriu que os custos somente nesta faixa etária chegaram a cerca de US\$ 14 bilhões. Os pesquisadores concluíram que, além dos custos financeiros diretos, a obesidade está associada a uma série de patologias, desde doenças cardiovasculares e diabetes tipo 2 até a alguns tipos de câncer, tornando-se um importante problema de saúde para a população. Em fevereiro de 2013 foram divulgados resultados de um levantamento realizado pelo Programa Meu Prato Saudável, coordenado pelo Instituto do Coração (Incor), do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da USP, no município de São Paulo, apontando que 66,3% dos entrevistados estão acima do peso: 28,9% estão obesos — sendo 19% com obesidade grau 1 (forma mais leve), 7,2% com grau 2, e 2,7% com o grau 3, conhecido como obesidade mórbida — e 37,4% com sobrepeso. Segundo o documentário “Muito além do peso”, um terço das crianças brasileiras está acima do peso ou obesa: 33% têm obesidade, sendo que quatro de cada cinco delas deverão manter-se nessa condição até o fim da vida.	Documentário Muito além do peso http://www.abeso.org.br/pagina/14/artigos.shtml

Custos da obesidade	Estima-se que os custos diretos da obesidade contribuíram com 6,8% (ou US\$ 70 bilhões) e o sedentarismo com US\$ 24 bilhões do total dos custos na assistência à saúde, respectivamente, nos EUA em 1995 (WHO, 2002). Embora os custos diretos em outros países industrializados sejam menores, eles consomem uma grande proporção do orçamento nacional da saúde. Os custos intangíveis desta doença envolvem dias perdidos de trabalho, mortalidade prematura e baixa qualidade de vida.	WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases: report of a joint WHO/FAO expert consultation. WHO Technical Report Series n.916. Geneva, Witzerland: WHO, 2002.
Utilização de serviços de saúde em decorrência de doenças crônicas não transmissíveis.	A maior parte das DCNT não resulta em morte súbita. Ao contrário, elas provavelmente levarão as pessoas a tornarem-se progressivamente enfermas e debilitadas, especialmente se não tiverem o tratamento adequado (OMS, 2005). Tal fato tende a aumentar a utilização dos serviços de saúde, principalmente os de média e alta complexidade e, conseqüentemente, onerar a prestação da assistência à saúde. A prevenção e o controle dessas doenças, portanto, aumentam a longevidade e a qualidade de vida, além de contribuírem para a redução dos custos nos sistemas de saúde.	ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). Prevenção de doenças crônicas um investimento vital. 2005.
Doenças cardiovasculares, hospitalizações e custos.	As doenças cardiovasculares geram o maior custo referente a internações hospitalares no sistema de saúde nacional. Em 2007, 12,7% das hospitalizações não relacionadas a gestações e 27,4% das internações de indivíduos de 60 anos ou mais foram causadas por doenças cardiovasculares. É importante notar a carga da insuficiência cardíaca congestiva: em pessoas com mais de 60 anos é a causa mais comum de internação hospitalar; em pessoas acima de 80 anos, causa 27% das internações em mulheres e 33% em homens.	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Indicadores Sócio demográficos e de Saúde no Brasil 2009. Estudos e Pesquisas Informação Demográfica e Socioeconômica, número 25. 2009. http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/indic_sociosaude/2009/indicsaude.pdf

Custos com diabetes mellitus (DM) e hipertensão arterial (HAS)	O DM gera grande impacto econômico nos serviços de saúde como consequência dos crescentes custos do tratamento da doença e, sobretudo das complicações, como a doença cardiovascular, a diálise por insuficiência renal crônica e as cirurgias para amputações de membros inferiores . Vale ressaltar que o DM e a HAS respondem por 50% dos casos de doença renal crônica terminal.	BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. Diabetes Mellitus. Cadernos de Atenção Básica n.16. Brasília: Ministério da Saúde, 2006. 64p. BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. Prevenção clínica de doença cardiovascular, cerebrovascular e renal crônica do Ministério da Saúde. Cadernos de Atenção Básica n.14. Brasília: Ministério da Saúde, 2006. 56p.
Custos com a obesidade	Estudo apontou que no Brasil, em 2013, o custo com obesidade equivaleria a 2,4% do PIB (R\$ 5,2 trilhões). A obesidade está em terceiro lugar de uma lista de problemas de saúde pública mais dispendiosos para a economia (inclusive na frente de tabagismo). Aproximadamente 2,1 bilhões de pessoas - cerca de 30% da população do mundo - estão acima do peso ou obesos. Estima-se que em 2030, por volta de 50% da população será classificada como obesa (e o Brasil já atingiu este percentual). O estudo ainda relata que os custos financeiros com a obesidade impactam não somente no setor de saúde pública, mas também na economia de maneira mais ampla devido às doenças secundárias à obesidade, o que pode diminuir os dias úteis, afetando a produção (chamado pelo estudo de pedágio econômico).	McKinsey Global Institute. Overcoming obesity: An initial economic analysis. 2014.
CONSUMO DE AGROTÓXICOS E ALERGIAS		
Agrotóxicos e asma	Revisão que incluiu resultados de 23 artigos indicou que a exposição a pesticidas pode ser associada com a asma prevalente, e essa associação parece ser mais evidente e consistente em crianças do que em adultos.	DOUST, E. et al. Is pesticide exposure a cause of obstructive airways disease? Eur Respir Rev ; 23(132): 180-92, 2014.

Agrotóxicos e asma	Um estudo realizado com agricultores expostos aos agrotóxicos indicou mudanças na função pulmonar – avaliada pelo pico de fluxo expiratório. Por meio deste resultado, os autores sugerem que o contato com os agrotóxicos pode aumentar o risco de desordens respiratórias – como a asma.	MATSUI, E.C. et al. Effect of an integrated pest management intervention on asthma symptoms among mouse-sensitized children and adolescents with asthma: a randomized clinical trial. JAMA ; 317 (10): 1027-1036, 2017.
Alterações gênicas em vias respiratórias	Um estudo com 1561 indivíduos identificou positiva correlação entre a exposição aos agrotóxicos e alterações gênicas relacionadas com obstrução de vias aéreas. Essas alterações são evidentes pelas mudanças em reações de metilação em material genético.	VAN DER PLAAT, D.A. et al. Occupational exposure to pesticides is associated with differential DNA methylation. Occup Environ Med ; 75(6): 427-435, 2018.
Sensibilização a alérgenos alimentares	Estudo investigou a associação entre a exposição a pesticidas ambientais (diclorofenóis) e sensibilização alérgica em 2211 pessoas nos Estados Unidos. Sensibilizações a um ou mais alérgenos alimentares eram mais comuns em pessoas com exposição a metabólitos do diclorofenol. Após ajuste multivariável, os níveis de diclorofenol na urina no percentil maior ou igual a 75 foram associados com a presença de sensibilização aos alimentos. Conclusão: Níveis urinários elevados de diclorofenóis estão associados com a presença de sensibilização aos alimentos em uma população dos EUA. O uso excessivo de diclorofenóis pode contribuir para o aumento da incidência de alergias alimentares nas sociedades ocidentalizadas.	JERSCHOW, E. et al. Dichlorophenol-containing pesticides and allergies: results from the US National Health and Nutrition Examination Survey 2005-2006. Ann Allergy Asthma Immunol ; 109(6):420-5, 2012.
CONSUMO DE AGROTÓXICOS E CÂNCER		
Câncer cerebral	Estudo realizado com indivíduos acima de 19 anos mortos entre 1996 e 2010 e que eram residentes em área urbana ou rural. Após a análise dos padrões de mortalidade por câncer cerebral, verificou-se que há uma tendência de aumento nas taxas de mortalidade por este tipo de câncer nas áreas rurais e que a exposição a pesticidas foi um dos fatores ambientais determinantes.	MIRANDA Filho, A.L. et al. Brain cancer mortality in an agricultural and a metropolitan region of Rio de Janeiro, Brazil: a population-based, age-period-cohort study, 1996–2010. BMC Cancer ; 14:320, 2014.

Potencial de carcinogenicidade	Estudo publicado na revista <i>The Lancet Oncology</i> e no <i>IARC Monographs</i> Volume 112 da OMS, avaliou a carcinogenicidade de cinco agrotóxicos, incluindo glifosato, malation, diazinon, parationa e tetraclorvinfós. De acordo com os resultados, os agrotóxicos glifosato, malation e diazinona obtiveram a classificação "provável carcinogênico para humanos" (grupo 2A) e os agrotóxicos paratina e tetraclorvinfós a classificação "possível carcinogênico para humanos" (grupo 2B).	GUYTON, K.Z. et al. Carcinogenicity of tetrachlorvinphos, parathion, malathion, diazinon, and glyphosate. Lancet Oncol ; S1470-2045(15)70134-8, 2015. International Agency for Research on Cancer. World Health Organization. IARC Monographs Volume 112: evaluation of five organophosphate insecticides and herbicides. 2015. Disponível em: http://www.iarc.fr/en/media-centre/iarcnews/pdf/MonographVolume112.pdf
Potencial de carcinogenicidade	Foram avaliados 987 pesticidas registrados na Lei de Controle de Pesticidas, na Coreia, disponíveis comercialmente. 31% destes produtos continham ingredientes considerados prováveis ou suspeitos de serem carcinogênicos para humanos. Pesticidas considerados cancerígenos representaram 24% do volume total de consumo na Coreia.	CHOI, S. Critical review on the carcinogenic potential of pesticides used in Korea. Asian Pac J Cancer Prev ; 15 (15): 5999-6003, 2014.
Câncer de bexiga	Homens expostos a pesticidas e com um polimorfismo genético no gene T1 da glutathione-S-transferase apresentaram 4,5 vezes mais chances de desenvolver câncer de bexiga em relação aos homens com o mesmo polimorfismo não expostos a pesticidas.	MATIC, M.G. et al. Does Occupational Exposure to Solvents and Pesticides in Association with Glutathione S-Transferase A1, M1, P1, and T1 Polymorphisms Increase the Risk of Bladder Cancer? The Belgrade Case-Control Study. PLoS One ; 9(6): e99448, 2014.
Síndromes mielodisplásicas	Meta-análise com 11 estudos de caso-controle (totalizando 1942 casos e 5359 controles) que avaliaram a correlação entre exposição a agrotóxicos e o risco para desenvolver síndromes mielodisplásicas (MDS). Os resultados evidenciaram uma correlação entre a exposição a agrotóxicos e um aumento estatisticamente significativo de MDS. Esta meta-análise suporta a hipótese de que a exposição a pesticidas aumenta o risco de desenvolvimento de SMD.	JIN, J. et al. Pesticide Exposure as a Risk Factor for Myelodysplastic Syndromes: A Meta-Analysis Based on 1,942 Cases and 5,359 Controls. PLoS One ; 9(10): e110850, 2014.

Câncer de tireoide	Um estudo de caso-controle identificou que a presença de metabólitos de pesticidas esteve correlacionada com o aumento na incidência de câncer de tireoide.	LERRO, C.C. et al. A nested case-control study of polychlorinated biphenyls, organochlorine pesticides, and thyroid cancer in the Janus Serum Bank cohort. Environ Res ; 165: 125-132, 2018.
Risco de câncer	Uma análise conduzida no Paquistão apontou positiva associação entre o consumo de alimentos contaminados com agrotóxicos e risco para o desenvolvimento de câncer.	AAMIR, M.; KHAN, S.; LI, G. Dietary exposure to HCH and DDT congeners and their associated cancer risk based on Pakistani food consumption. Environ Sci Pollut Res Int ; 25(9):8465-8474, 2018.
Câncer de cólon	Em um estudo observacional, constatou-se que o aumento na prevalência de câncer de cólon esteve relacionado com o aumento na exposição aos agrotóxicos, nas últimas décadas.	MARTIN, F.L. et al. Increased exposure to pesticides and colon cancer: early evidence in Brazil. Chemosphere ; 209:623-631, 2018.
Câncer de ovários	Em estudo conduzido por meio de cromatografia gasosa e avaliação de processos celulares, observou-se aumento de resíduos de agrotóxicos organoclorados em pacientes com diagnóstico de câncer de ovários. Ainda, os autores realizaram correlações entre a presença destes resíduos e alterações em processos celulares – como aumento de inflamação e distúrbios no ciclo celular – indicando maior risco de evolução da doença.	SHAH, H.K. et al Delineating potential transcriptomic association with organochlorine pesticides in the etiology of epithelial ovarian cancer. Open Biochem J ; 12:16-28, 2018.
Leucemia em crianças	Um estudo conduzido na Costa Rica identificou positiva correlação entre a exposição aos agrotóxicos – utilizados em regiões próximas de áreas residenciais – durante a gestação e aleitamento materno e aumento no risco de leucemia em crianças.	HYLAND, C. et al. Maternal residential pesticide use and risk of childhood leukemia in Costa Rica. Int J Cancer ; 2018. doi: 10.1002/ijc.31522
CONSUMO DE AGROTÓXICOS E TRANSGÊNICOS E OUTRAS DOENÇAS		
Diabetes mellitus tipo 2	Estudo epidemiológico de coorte com número amostral variando entre 503 e 3318 indivíduos. Os autores verificaram associações significantes entre a exposição a resíduos do pesticida heptacloro epóxido e diabetes mellitus tipo II.	PATEL, C.J.; BHATTACHARYA, J.; BUTTE, A.J. An Environment-Wide Association Study (EWAS) on Type 2 Diabetes Mellitus. PLoS ONE ; 5(5): e10746, 2010.

Diabetes	Estudo com 101 indivíduos analisou a associação entre auto relatos de diabetes e os níveis sorológicos de pesticidas organoclorados (PCB). 25% dos participantes relataram ser diabéticos e apresentaram correlação positiva com os níveis de pesticidas organoclorados no soro. Os autores concluíram que a exposição a níveis elevados de PCB's pode estar associada ao aumento nos riscos de diabetes.	PHILIBERT, A.; SCHWARTZ, H.; MERGLER, D. An Exploratory Study of Diabetes in a First Nation Community with Respect to Serum Concentrations of p,p'-DDE and PCBs and Fish Consumption. Int J Environ Res Public Health ; 6(12):3179-89, 2009.
Diabetes mellitus tipo 2	Estudo transversal com 8760 adultos que examinou a associação entre DM2 e exposição a poluentes orgânicos persistentes (POPs). O risco de DM2 foi de 1,64 a 2,24 vezes maior entre os indivíduos que apresentaram maior exposição aos POPs 1,1-dicloro-2,2-bis- (p-clorofenil) -etileno (p, p'-DDE), e bifenilos policlorados 153. Indivíduos com excesso de peso e maior exposição ao oxiclordano e trans-nonachlor também apresentaram maiores riscos para o desenvolvimento de DM2. Conclusão: Exposição a POPs em uma população urbana pode estar associada a maiores riscos para DM2.	AIRAKSINEN, R. Association between type 2 diabetes and exposure to persistent organic pollutants. Diabetes Care ; 34(9): 1972-9, 2011.
Diabetes mellitus tipo 2	Estudo caso-controle (371 casos e 371 controles) confirmou que o pesticida 1,1-dicloro-2,2-(bis(p-clorofenil)etileno) pode ser um fator de risco para DM2.	RIGNELL-HYDBOM, A. et al. Exposure to p,p9-DDE: A Risk Factor for Type 2 Diabetes. PLoS One ; 4(10): e7503, 2009.
Diabetes mellitus tipo 2	Estudo transversal entre a população geral dos EUA mostrou que as concentrações séricas de poluentes orgânicos persistentes (POPs) clorados foram fortemente associadas com a prevalência de diabetes tipo 2: a prevalência foi de 15 a 40 vezes maior entre os indivíduos com concentrações detectáveis de POPs clorados, em comparação com aqueles com concentrações muito baixas destes poluentes.	Lee, D.H. et al. A strong dose-response relation between serum concentrations of persistent organic pollutants and diabetes: results from the National Health and Examination Survey 1999-2002. Diabetes Care ; 29: 1638-1644, 2006.
Diabetes mellitus tipo 2	Estudo avaliou as associações entre a exposição a poluentes orgânicos persistentes (POPs: PCBs, organoclorados, éteres difenil-polibromados e dioxinas) selecionados e DM2 em idosos. Os resultados mostraram que a exposição ambiental a alguns POPs aumentou substancialmente o risco futuro de diabetes tipo 2 em uma população idosa.	LEE, D.H. et al. Polychlorinated biphenyls and organochlorine pesticides in plasma predict development of type 2 diabetes in the elderly: the prospective investigation of the vasculature in Uppsala Seniors (PIVUS) study. Diabetes Care ; 34: 1778-1784, 2011.

Deficiência de vitamina D	Estudo com 1275 adultos avaliou a correlação entre os níveis séricos de pesticidas organoclorados (PCBs) e os níveis de 25-hidroxi-vitamina D. 80% dos participantes apresentaram níveis séricos detectáveis de 7 tipos de PCBs. p, p9-DDT, p, p9-DDE e b-hexaclorociclohexano apresentaram associação significativa inversa com os níveis de vitamina D no sangue. Conclusão: os autores sugerem que altas exposições a alguns tipos de PCBs podem estar correlacionadas com deficiência de vitamina D.	YANG, J.H. et al. Associations between organochlorine pesticides and vitamin D deficiency in the U.S. population. PLoS One ; 7(1):e30093, 2012.
Autismo e atrasos no desenvolvimento	Estudo avaliou a associação entre a proximidade de mulheres gestantes de campos que utilizavam pesticidas organofosforados, piretróides ou carbamatos e o futuro diagnóstico de distúrbios de neurodesenvolvimento nas crianças, incluindo autismo e atraso no desenvolvimento. Os autores encontraram as mais fortes associações entre autismo e aplicação de organofosfatos inespecíficos durante o terceiro trimestre e entre clorpirifós durante o segundo trimestre. Também relatou-se uma associação estatisticamente significativa entre autismo e aplicação de piretroide tanto no período pré-concepção e durante o terceiro trimestre, bem como uma associação entre aplicação de carbamato e atraso do desenvolvimento.	SHELTON, J.F. et al. Neurodevelopmental disorders and prenatal residential proximity to agricultural pesticides: the CHARGE study. Environ Health Perspect ; 122(10):1103–1109, 2014.
Déficit de atenção/hiperatividade (TDAH)	Estudo investigou a associação entre concentrações urinárias de metabólitos de organofosforados (fosfato dialquílico) e déficit de atenção / hiperatividade (TDAH) em crianças de 8 a 15 anos. Crianças com concentrações urinárias maiores do metabólito, especialmente dimetil alquilfosfato, eram mais propensas a serem diagnosticadas como tendo TDAH. Conclusão: Os resultados suportam a hipótese de que a exposição a organofosforados em níveis comuns entre crianças norte-americanas, pode contribuir para a prevalência de TDAH.	BOUCHARD, M.F. et al. Attention-deficit/hyperactivity disorder and urinary metabolites of organophosphate pesticides. Pediatrics ; 125(6):e1270-7, 2010.

Presença de pesticidas em cordão umbilical	Estudo com 35 gestantes avaliou os níveis de pesticidas orgânicos persistentes (PCBs) e seus metabólitos no cordão umbilical. O pesticida DDT apresentou concentrações elevadas, enquanto outros compostos foram relativamente baixos. Porém, o estudo conclui que a exposição fetal a PCBs, mesmo que em baixas concentrações, pode acarretar problemas de saúde futuros, tais como desordens neurológicas e endócrinas, câncer, obesidade e diabetes.	Sexton, K. et al. Biomarkers of maternal and fetal exposure to organochlorine pesticides measured in pregnant Hispanic women from Brownsville, Texas. <i>Int J Environ Res Public Health</i> ; 10(1):237-48, 2013.
Doença de Alzheimer	Exposição ocupacional a pesticidas pode representar um fator de risco para doença de Alzheimer.	HAYDEN, K.M. et al. Occupational exposure to pesticides increases the risk of incident AD: The Cache County study. <i>Neurology</i> ; 74, 1524–1530, 2010.
Doença de Parkinson	Uma análise realizada com 444 pacientes com diagnóstico de Parkinson indicou positiva correlação entre a exposição aos agrotóxicos e risco de evolução da doença.	VAN DER MARK, M. et al. Occupational exposure to pesticides and endotoxin and Parkinson disease in the Netherlands. <i>Occup Environ Med</i> ; 71(11): 757-64, 2014.
Sistema reprodutor feminino	Disruptores endócrinos, incluindo agrotóxicos, podem aumentar o risco de doenças crônicas não transmissíveis, devido a sua ligação com receptores hormonais e fatores de transcrição, além de alterar a expressão de enzimas envolvidas na síntese ou no catabolismo dos esteroides. Estudos de biomonitoramento têm identificado esses compostos em adultos, crianças, gestantes e em fetos. Entre as patologias do trato reprodutor feminino associadas à exposição aos disruptores endócrinos, destacam-se: puberdade precoce, síndrome dos ovários policísticos e falência ovariana prematura.	COSTA, E.M. et al. Effects of endocrine disruptors in the development of the female reproductive tract. <i>Arq Bras Endocrinol Metabol</i> ; 58(2):153-61, 2014.
Impacto sobre resistência à insulina e níveis de proteína C reativa (PCR)	Estudo com 748 adultos acima de 20 anos avaliou a associação entre os níveis séricos de poluentes orgânicos persistentes (POPs), resistência à insulina e níveis de PCR. Os resultados evidenciaram que os organoclorados apresentaram associações positivas com as concentrações de PCR. Interações significantes foram encontradas entre níveis elevados de PCR e resistência à insulina nos indivíduos com altas concentrações de POPs.	KIM, K.S. et al. Interaction Between Persistent Organic Pollutants and C-reactive Protein in Estimating Insulin Resistance Among Non-diabetic Adults. <i>J Prev Med Public Health</i> ; 45(2):62-9, 2012.

Mortalidade em agricultores aplicadores de agrotóxicos e seus cônjuges	Pesquisa com dados do Estudo Saúde Agrícola da Carolina do Norte (EUA), envolvendo uma coorte de 89656 aplicadores de agrotóxicos e seus cônjuges, avaliou as taxas de mortalidade e suas causas. Foi evidenciado que a taxa de mortalidade relativa foi elevada para os cânceres: linfomatoide, melanoma, do sistema digestivo, próstata, renal e cerebral. Entre os cônjuges, a taxa de mortalidade relativa ultrapassou 1,0 para cânceres linfomatoide e neoplasias do sistema digestivo, cérebro, mama e ovário. As taxas de mortalidade de vários tipos de câncer foram elevadas em relação a outras causas.	WAGGONER, J.K. et al. Mortality in the Agricultural Health Study, 1993–2007. Am J Epidemiol ; 173(1):71-83, 2011.
Má formação congênita	O estudo avaliou a relação entre o risco de má formação congênita musculoesquelética nos filhos (n=105) e a exposição a riscos potenciais à saúde no ambiente de trabalho dos pais durante a pré-concepção. Os resultados mostraram que as chances de ter uma criança com uma má formação congênita foi maior (p<0,05) se o pai era ocupacionalmente exposto a pesticidas, solventes ou soldagem.	ALI, A.M. et al. Musculoskeletal congenital malformations: do paternal occupational exposures play a role? J Child Orthop ; 8(4): 313-8, 2014.
Prejuízo à fertilidade	Estudo transversal com 189 homens analisando o consumo de frutas e vegetais com resíduos de agrotóxicos e o impacto sobre a qualidade do sêmen. Foi aplicado questionário de frequência alimentar validado e realizadas análises de amostras de sêmen. Os resultados mostraram que mesmo o consumo de baixos a moderados resíduos de pesticidas em frutas e vegetais foi associado a menor a contagem de espermatozoides.	CHIU, Y.H. et al. Intake of Fruits and Vegetables with Low-to-Moderate Pesticide Residues Is Positively Associated with Semen-Quality Parameters among Young Healthy Men. J Nutr ; 146(5): 1084-92, 2016.
Tamanho ao nascer	A exposição pré-concepcional materna aos pesticidas DDT e PBDE e paterna aos pesticidas PBDE e PCB foi relacionada com menor peso ao nascer em crianças.	Robledo, C.A. et al. Preconception Maternal and Paternal Exposure to Persistent Organic Pollutants and Birth Size: The LIFE Study. Environ Health Perspect ; 123 (1): 88-94, 2014.

Risco de alterações pressóricas na gestação	Um estudo populacional realizado na Califórnia indicou que gestantes que tinham maior contato com agrotóxicos tiveram mais alterações pressóricas durante a gestação, caracterizando os quadros de pré-eclâmpsia e eclampsia.	SHAW, G.M. et al. Residential agricultural pesticide exposure and risks of preeclampsia. Environ Res ; 164:546-555, 2018.
Distúrbios tireoidianos em gestantes	Segundo estudo realizado com 637 gestantes, a exposição aos agrotóxicos pode estar associada a mudanças na produção de hormônios tireoidianos, bem como na estimulação tireoidiana, durante a gestação, podendo prejudicar a saúde da gestante e do bebê. Para estes resultados, os autores verificaram a presença de metabólitos de pesticidas organofosforados em amostras de urina de gestantes chinesas.	WANG, Y. et al. Association between organophosphate pesticide exposure and Thyroid hormones in pregnant women. Epidemiology ; Suppl 1:S35-S40, 2017.
Distúrbios tireoidianos em agricultores	Segundo um estudo que envolveu participantes do <i>Agricultural Health Study</i> , os agricultores que manipulavam agrotóxicos em suas atividades tiveram mais alterações em hormônios tireoidianos, impactando no funcionamento da glândula. Os autores mostraram que exposição ao composto Aldrin foi positivamente associado ao risco de hipotireoidismo subclínico ($p > 0,01$), bem como à presença de anticorpos que caracterizam a tireoidite de Hashimoto ($p = 0,01$).	LERRO, C.C. et al. Occupational pesticide exposure and subclinical hypothyroidism among male pesticide applicators. Occup Environ Med ; 75(2):79-89, 2018.
Alterações tireoidianas	Segundo estudo brasileiro, realizado com a população de área rural do Rio de Janeiro, indivíduos que tinham maiores concentrações de metabólitos de pesticidas organoclorados em concentrações séricas apresentam alterações tireoidianas, mostrando uma possível correlação entre a exposição aos agrotóxicos e funcionamento tireoidiano.	FREIRE, C. et al. Long-term exposure to organochlorine pesticides and thyroid status in adults in a heavily contaminated area in Brazil. Environ Res ; 127:7-15, 2013.
Distúrbios de sono	Um estudo realizado com 1569 agricultores identificou maior risco de distúrbios de sono com a exposição aos agrotóxicos. Como justificativa, os autores mostraram que o composto carbofurano inibe a acetilcolinesterase, aumentando o risco de depressão respiratória e, conseqüente, apneia.	BOUMERT, B.O. et al. Sleep apnea and pesticide exposure in a study of US farmers. Sleep Health ; 4(1):20-26, 2018.

ESTUDO QUE LEVANTA DIMINUIÇÃO DE DOENÇAS DECORRENTES DO CONSUMO DE PRODUTOS ORGÂNICOS

Risco de contaminação por pesticidas	Os níveis urinários de pesticidas apresentaram-se significativamente menores entre as crianças que consumiam alimentos orgânicos em comparação com aquelas que mantinham uma dieta convencional. O risco de contaminação com resíduos de pesticidas detectáveis foi menor com o consumo de alimentos orgânicos, mas as diferenças de risco para exceder os limites máximos permitidos foram pequenas.	SMITH-SPANGLER, C. et al. Are organic foods safer or healthier than conventional alternatives? A systematic review. Ann Intern Med ; 157(5):348-66, 2012.
Risco de contaminação por pesticidas	O objetivo do estudo foi determinar se o consumo de uma dieta orgânica é capaz de reduzir concentrações urinárias de metabólitos de agrotóxicos em 40 crianças mexicanas/americanas, de 3-6 anos de idade, residentes em comunidades urbanas e agrícolas na Califórnia (EUA). Foi constatado que os níveis de metabólitos de inseticidas e herbicidas foram até 49% ou 25% menores, respectivamente, em crianças que consumiam alimentos orgânicos. Metabólitos de pesticidas organofosforados, piretróides e herbicidas foram raramente detectados em crianças alimentadas com dieta orgânica. Os autores concluíram que uma dieta orgânica foi significativamente associada com concentrações urinárias reduzidas de metabólitos de diferentes tipos de agrotóxicos.	BRADMAN, A. et al. Effect of organic diet intervention on pesticide exposures in young children living in low-income urban and agricultural communities. Environ Health Perspect ; 123:1086–1093, 2015.

