

Consumo de agrotóxicos no estado do Paraná entre 2013 e 2020

Jéssica Cristina Ruths^{1*}, Jefferson Andronio Ramundo Staduto², Crislaine Colla³

¹Doutora em Desenvolvimento Regional e Agronegócio, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Brasil. (*Autor correspondente: ruthsjessica@gmail.com)

²Doutor em Economia Aplicada, Universidade de São Paulo, Brasil.

³Doutora em Demografia, Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil.

Histórico do Artigo: Submetido em: 13/07/2023 – Revisado em: 28/11/2023 – Aceito em: 12/03/2024

RESUMO

Objetivou-se conhecer a Taxa de Consumo de Agrotóxicos do estado do Paraná, entre 2013 e 2020. Estudo ecológico, descritivo e transversal. A taxa foi expressa por divisão da área plantada pela quantidade de agrotóxicos vendidos e entregues ao consumidor final. Entre 2013 e 2020, houve elevação de 14,55% no consumo de agrotóxicos do Paraná. Já a área plantada cresceu apenas 3,45%, ou seja, houve ampliação da taxa de agrotóxicos utilizada por hectare, passando de 8,87 kg/hectare em 2013 para 9,82 kg/hectare em 2020. As mesorregiões Centro-Sul, Oeste e Centro Oriental, tiveram altos índices de consumo, maiores que a média do estado de 9,04 kg/hectare. Os ingredientes ativos mais utilizados foram o glifosato e o paraquate, produtos que apresentam plausibilidade biológica para a ocorrência de câncer. Conclui-se que no contexto paranaense há taxa de consumo de agrotóxicos acima da média brasileira.

Palavras-Chaves: Agroquímicos, Ambiente, Desenvolvimento, Agronegócio, Distribuição espacial.

Consumption of pesticides in the state of Paraná between 2013 and 2020

ABSTRACT

The objective was to know the Rate of Consumption of Pesticides in the state of Paraná, between 2013 and 2020. This is an ecological, descriptive and cross-sectional study. The rate was expressed by dividing the planted area by the amount of pesticides sold and delivered to the final consumer. Between 2013 and 2020, there was an increase of 14.55% in the consumption of pesticides in Paraná. The planted area grew only 3.45%, i.e., there was an increase in the rate of pesticides used per hectare, from 8.87 kg/hectare in 2013 to 9.82 kg/hectare in 2020. The mesoregions South-Central, Western and Eastern Central, had high rates of consumption, higher than the state average of 9.04 kg/hectare. The active ingredients most used were glyphosate and paraquat, products that present biological plausibility for the occurrence of cancer. It is concluded that in the Paraná context there are high rates of pesticide consumption, which can cause negative externalities to the environment, workers and exposed populations.

Keywords: Agrochemicals, Environment, Development, Agribusiness, Spatial distribution.

1. Introdução

Agrotóxicos são produtos químicos utilizados na agricultura para controle e eliminação de micro-organismos, insetos e plantas espontâneas, sejam elas micro-organismos, insetos, plantas ou ervas daninhas. Além do propósito agropecuário, essas substâncias são empregadas no controle de pragas domésticas, hortas e na saúde pública (Marcelino & Wachtel, 2019; Ramos et al., 2021). Em maior ou menor grau todos os agrotóxicos são considerados tóxicos ao meio ambiente ou a saúde humana, sobretudo se aplicados amplamente e sem medidas de segurança (Rani et al., 2021; Panis et al., 2022).

Inovações advindas da Revolução Verde, como o emprego de transgênicos, a política de créditos agrícolas subsidiados e a isenção de tributos fiscais, contribuíram para o aumento no consumo de agrotóxicos no Brasil (Pignati et al., 2017). No território nacional são pulverizados anualmente aproximadamente 7 litros Ruths, J. C., Staduto, J. A. R., Colla, C. (2024). Consumo de agrotóxicos no estado do Paraná entre 2013 e 2020. *Revista Brasileira de Meio Ambiente*, v.12, n.1, p.48-60.



de agrotóxicos per capita (Panis et al. 2022).

Entre os agrotóxicos autorizados para uso no Brasil, chama atenção o fato de que 80% são proibidos ao menos em três países da Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (Panis et al., 2022). Acrescente-se a isso as fragilidades estatais de vigilância e de políticas para redução do uso destes produtos (Ribeiro et al., 2022).

A exposição a estas substâncias é considerada um problema de saúde pública devido ao extensivo uso e ao controle regulatório permissivo (Carneiro et al., 2015; Paraná, 2018). Apesar de aumentar a produtividade e lucratividade, o atual modelo de produção gera externalidades negativas tais como contaminações ambientais e intoxicações agudas e crônicas (Ribeiro et al., 2022).

Apesar deste cenário, ainda há insuficiência de dados sobre o consumo de agrotóxicos, seus princípios ativos e volumes comercializados nos municípios brasileiros e paranaenses, o que pode favorecer subestimação das consequências do emprego destes produtos (Pignati et al., 2017).

Pesquisas que avaliem a comercialização destas substâncias podem gerar informações que subsidiem políticas públicas de desenvolvimentos sustentáveis e saúde. Portanto, este artigo teve como objetivo conhecer a taxa de consumo de agrotóxicos do Paraná, entre 2013 a 2020. Espera-se com esta série histórica, gerar dados empiricamente relevantes sobre o uso dessas substâncias e indicar regiões de alto consumo, a fim de auxiliar gestores no direcionamento de ações de controle do seu emprego em lavouras paranaenses.

2. Metodologia

Trata-se de uma pesquisa ecológica, descritiva e transversal. Os dados sobre o uso de agrotóxicos foram obtidos junto ao Sistema de Controle do Comércio e Uso de Agrotóxicos no Estado do Paraná (SIAGRO) (Adapar, 2022) e na Produção Agrícola Municipal do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

O SIAGRO foi estabelecido a partir do Decreto Estadual nº 6.107 de 19 de janeiro de 2010, sob a gestão da Agência de Defesa Agropecuária do Paraná (ADAPAR) e o Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Paraná (CREA-PR). Neste sistema, os profissionais que emitem receituários agrônômicos e empresas que comercializam agrotóxicos, encaminham dados sobre o comércio e o uso destes produtos. Contudo as informações começaram a ser disponibilizadas ao público a partir de 2013.

As variáveis selecionadas neste banco foram o volume de agrotóxicos comercializado e ano de comercialização para cada mesorregião paranaense e a classificação do produto segundo praga controlada e o princípio ativo para todo o estado. Tendo em vista este tempo de implementação, as variáveis colhidas neste banco serão referentes aos anos de 2013 a 2020.

Foram também utilizadas variáveis relativas às atividades agrícolas coletadas no site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), na Produção Agrícola Municipal, sendo levantados a área plantada ou destinada à colheita (hectares) total de lavouras temporárias e permanentes, para cada mesorregião paranaense entre os anos de 2013 a 2020.

Calculou-se a Taxa de Consumo de Agrotóxicos (TCA). Esta, expressa a intensidade de uso de agrotóxicos nas áreas cultivadas de um território, em determinado período. Na construção deste indicador, utilizou-se a área plantada, expressa em hectare (ha), e a quantidade de agrotóxicos vendidos e entregues ao consumidor final, expressa em quilogramas (kg), para cada mesorregião paranaense. Esta metodologia foi adaptada dos trabalhos de Pignati, Oliveira e Silva (2014) e Bombardi (2017) (Equação 1):

$$TCA = \frac{(\text{agrotóxicos utilizados (kg)})}{\text{área plantada (ha)}}$$

Foi também analisada a tendência das TCA utilizando a regressão linear simples, que foi definida como (Equação 2):

$$y = \beta_0 + \beta_1 x \quad (2)$$

Foram inclusos dados de 2013 a 2020. A variável dependente foi a TCA (y) e a variável independente os anos-calendário (x). Calculou-se com intervalo de confiança de 95% (IC95%) e considerada estatisticamente significativa quando $p \leq 0,05$.

As taxas foram trabalhadas no software QGIS (Development Team), para elaboração de mapas temáticos com intuito de investigar a espacialização deste indicador entre as mesorregiões do Paraná, atribuindo cores mais escuras às regiões com maiores indicadores e cores mais claras em regiões com menores.

O banco de dados utilizado nas análises desta seção não possui dados públicos anteriores ao ano de 2013 e não disponibiliza informações sobre o volume comercializado por cultura, classificação quanto a praga controlada e ingrediente ativo para os municípios, o que impediu comparações temporais e avaliações territoriais mais específicas.

Todos os dados utilizados neste estudo foram coletados exclusivamente em bancos de dados de acesso público, sendo dispensada a submissão ao Comitê de Ética em Pesquisa, em consonância com a Resolução número 510/2016 do Conselho Nacional de Saúde (CNS).

3. Resultados e discussão

A partir dos dados coletados junto ao SIAGRO e na Produção Agrícola Municipal do IBGE, verifica-se que foram utilizados no estado, no período de análise, 770.761.087,6 kg de agrotóxicos, que contabilizam taxa média de consumo de 9,04 kg por hectare de área plantada.

O consumo de agrotóxico em quilogramas teve crescimento de 14,55% no período, passando de 93.137.207,12 kg em 2013 para 106.685.891,30 kg em 2020. Já a área plantada cresceu apenas 3,45%, foram 10.499.661 hectares cultivados em 2013 e 10.862.374 em 2020 (tabela 1).

Tabela 1- Área plantada, consumo e taxa de consumo de agrotóxicos no Paraná 2013 – 2020
Table 1- Planted area, consumption and consumption rate of pesticides in Paraná 2013 - 2020

Ano	Consumo de agrotóxico (kg)	Área plantada (hectare)	Taxa de consumo de agrotóxicos*
2013	93.137.207,12	10.499.661	8,87
2014	97.615.568,46	10.714.999	9,11
2015	100.572.814,20	10.626.220	9,46
2016	92.160.524,67	10.732.006	8,58
2017	92.397.998,04	10.658.069	8,66
2018	92.904.314,01	10.477.235	8,86
2019	95.286.769,80	10.671.580	8,92
2020	106.685.891,30	10.862.374	9,82

Fonte: Autores (2022).

*Taxa calculada em kg/ha.

Source: Authors (2022).

*Rate calculated in kg/ha.

O acompanhamento destas taxas revela estagnação dos valores em toda a série histórica. Foram utilizados 8,87 kg por hectare em 2013 e 9,82 kg/ha em 2020. Observa-se no modelo de regressão que não existe uma relação linear significativa que indique crescimento ou decrescimento nas taxas ($p=0,496$). O coeficiente de determinação (R^2) foi de apenas 0,080, reforçando a não existência da relação linear (tabela 2).

Tabela 2 - Coeficientes da análise de variância das taxas de consumo de agrotóxicos no Paraná 2013 – 2020

Table 2 - Coefficients of variance analysis of pesticide consumption rates in Paraná 2013 - 2020

	Coeficientes	Intervalo Confiança 95%	Valor de p	R ² (Modelo)	Valor de p (Modelo)
Intercepto	-87,986	(-415,752; 239,779)	0,535	0,080	0,149
Ano	0,048	(-0,114; 0,210)	0,496		

Fonte: Autores (2022).

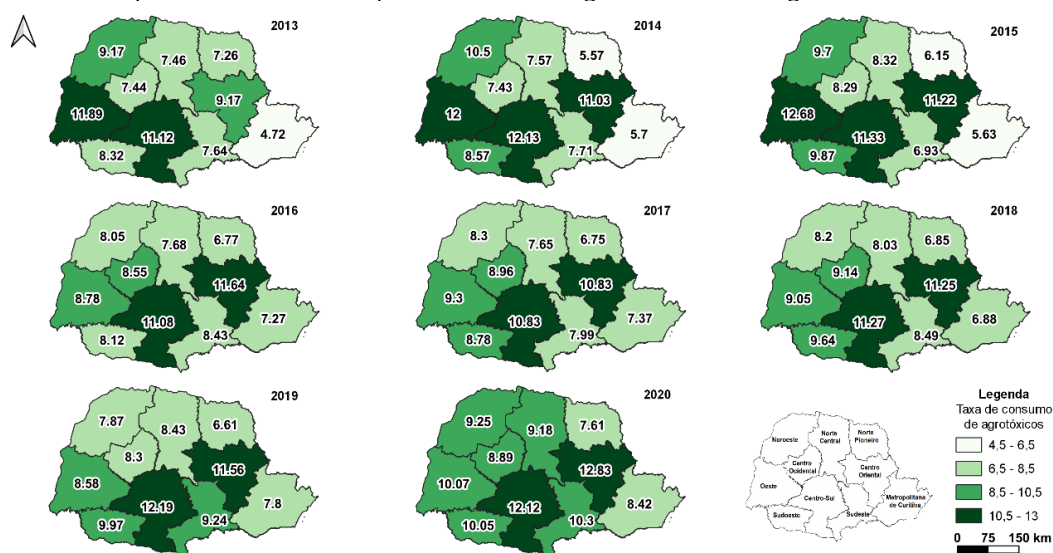
Source: Authors (2022).

A taxa de consumo de agrotóxicos foi trabalhada no software QGIS (Development Team), para investigar a espacialização deste indicador nas mesorregiões do Paraná, atribuindo cores escuras às regiões com maior consumo e cores claras em regiões com menor, conforme o mapa 1.

A mesorregião Centro-Sul paranaense teve taxa média de 11,51 kg de agrotóxicos por hectare, a maior no período analisado, variando de 11,12 kg/ha em 2013 a 12,12 kg/ha em 2020. Já a menor taxa média foi encontrada no Norte Pioneiro 6,68 kg/ha, passando de 7,26 kg/ha a 7,61 kg/ha, entre 2013 e 2020, respectivamente. No Paraná a taxa média do período foi de 9,04 kg/ha, de modo que todas as colorações do terceiro e quarto estrato, as mais escuras do mapa 1, ultrapassaram o indicador médio do estado, destacando-se as mesorregiões Oeste, Centro-Sul e Centro Oriental.

Mapa 1 – Taxa de consumo de agrotóxicos, segundo mesorregiões paranaenses 2013 – 2020

Map 1 - Pesticide consumption rate, according to Paraná mesoregions 2013 - 2020


Fonte: Autores (2022).

Source: Authors (2022).

O emprego de mapas temáticos aponta áreas que fazem uso intenso de agrotóxicos, evidenciando regiões vulneráveis para poluição ambiental e intoxicações (Moreira et al., 2012; Pignati et al., 2017). Estas, são mesorregiões prioritárias para prevenção de riscos associados às contaminações na água, alimentos e trabalhadores(as), servindo de fonte de dados para a vigilância em saúde e elaboração de políticas de desenvolvimento sustentável.

No Brasil, segundo Bombardi (2017), entre 2012 e 2014 a média da taxa de consumo de agrotóxicos

por hectare foi de 8,33 kg. Na série temporal avaliada, a média paranaense foi 9,04 kg/ha, superior a brasileira. Comparando com outros estados brasileiros, o Paraná, fica atrás de Roraima, que entre 2000 e 2014 consumiu 9,7 kg/ha e na frente de São Paulo 8,8 kg/ha, Rondônia 8,2 kg/ha e Goiás 7,3 kg/ha (Ibge, 2017).

Entre as mesorregiões estaduais somente o Norte Pioneiro, exibiu taxas menores que a brasileira em todos os anos (8,33 kg/ha). Na Metropolitana de Curitiba, com exceção de 2020 onde a taxa foi de 8,42 kg/ha, os demais anos também estiveram abaixo do valor nacional. As demais mesorregiões tiveram indicadores acima do estadual (9,04 kg/ha), retratando um alerta, pois, pode-se considerar que fazem alto consumo destes produtos (mapa 1).

Quanto a tendência de estagnação encontrada, diferente do observado no campo deste estudo, Ribeiro et al. (2022) em pesquisa ecológica de série temporal (2000 a 2014) observaram elevação significativa da tendência de comercialização em todas as regiões do Brasil ($p < 0,001$). As maiores médias de vendas, ocorreram em São Paulo 8,43 kg/ha, Goiás 5,34 kg/ha e Mato Grosso 4,92 kg/ha. (Bombardi, 2017) Contudo esta diferença pode estar relacionada ao período e ao banco de dados utilizados, pois o estudo supracitado, investigou vendas de agrotóxicos registradas no Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis e do Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Vegetal, uma vez que o SIAGRO é um sistema estadual.

Outro aspecto que pode estar relacionado às elevadas taxas de consumo encontrados nesta pesquisa, é o fato de que no Paraná, grande porção do território é plana, ou seja, seu relevo é apto a mecanização agrícola, contribuindo para implantação de monoculturas e grandes lavouras (Gaboardi; Candiotto & Ramos, 2019).

Contudo, no estado, ainda existem lacunas importantes sobre a comercialização de agrotóxicos que interferem em sua análise. Entre elas, a não publicação de dados que contenham o volume de agrotóxicos vendidos segundo a cultura, praga controlada e ingrediente ativo para os municípios. Estas informações são divulgadas apenas no âmbito estadual. Tal hiato, pode comprometer o planejamento de ações preventivas de intoxicações e contaminações ambientais regionais (Ibge, 2017; Inca, 2021).

Devido a esta limitação, a estimativa da quantidade de agrotóxicos utilizada por cultivos, foi realizada somente para todo o estado. Acham-se apresentados na tabela 3, os dez cultivos que no período de análise, haviam sido responsáveis pelo emprego das maiores quantidades de agrotóxicos no Paraná.

Tabela 3 - Área plantada total, total e taxa média de consumo de agrotóxicos, por cultivo – Paraná 2013 a 2020
Table 3 - Total planted area, total and average rate of pesticide consumption, by crop - Paraná 2013 to 2020

Cultura agrícola	Total área plantada (ha)	Total de agrotóxicos (kg)	Taxa média de consumo de agrotóxicos (kg/ha)
Soja	42.037.838	393.632.087,51	9,36
Milho	21.161.809	140.029.048,11	6,62
Trigo	9.007.756	71.104.640,04	7,89
Feijão	3.454.424	23.247.003,70	6,73
Fumo	601.117	13.096.524,77	21,79
Cana-de-açúcar	5.036.468	10.368.697,54	2,06
Batata inglesa	232.792	10.236.915,96	43,97
Tomate	32.570	5.712.838,93	175,40
Uva	33.862	3.840.756,33	113,42
Café	345.391	3.504.957,44	10,15
Outros Cultivos	3.298.117	15.519.754,38	29,10
Paraná	85.242.144	770.761.087,58	9,04

Fonte: Adaptado de ADAPAR (2022) e IBGE (2021).
Source: Adapted from ADAPAR (2022) and IBGE (2021).

O estado plantou, 85.242.144 hectares de lavouras com culturas avaliadas. Entre elas predominou a soja que ocupou 42.037.838 hectares, representando 49,32% de toda a área plantada, seguida do milho com 21.161.809 hectares 24,83% e da cana-de-açúcar 5.036.468 hectares 5,91%. Estimou-se que nestas dez culturas foram pulverizados 674.773.470,31 kg de agrotóxicos, 87,55% do total de consumido pelo estado entre 2013 e 2020. O maior emprego foi realizado na soja 393.632.087,51 kg, seguida pelo milho 140.029.048,11 kg e trigo 71.104.640,04 kg (tabela 3).

Quando avaliada a taxa média de consumo de agrotóxicos, ou seja, os quilogramas pulverizados por hectare de área plantada, o tomate, cultura com menor área plantada, detém a maior taxa média 175 kg/ha, seguido da uva 113 kg/ha e da batata inglesa 43,97 kg/ha. Já a soja, cultivo com maior área plantada e consumo de agrotóxicos em quilogramas, foram empregues em média 9,36 kg/ha (tabela 1). Ressalta-se que com exceção do milho 6,62 kg/ha, feijão 6,73 kg/ha e cana-de-açúcar 2,06 kg/ha, todas as outras culturas apresentaram taxa de consumo de agrotóxico maior que a taxa média brasileira de 8,33 kg/ha.

A composição do mercado agropecuário paranaense, segue as características de produção brasileira. Segundo dados do Censo Agropecuário no Brasil, a monocultura de soja ocupou 30,4 milhões de hectares em 2017, seguido pela monocultura de milho, 16,3 milhões de hectares, e cana-de-açúcar, 9,1 milhões de hectares. O alto cultivo destas lavouras, reflete a posição de destaque que o Brasil ocupa na produção e exportação de produtos agrícolas, sendo o país que mais exporta soja e açúcar e o segundo maior exportador de milho do mundo (Shikida; Galante & Cattelan, 2020). A despeito das exportações de alta rentabilidade, a produção de commodities agrícolas e agrocombustíveis pode resultar em externalidades negativas devido ao uso massivo de agrotóxicos (Panis et al., 2022), se tais produtos forem utilizados sem monitoramento e de maneira irracional.

O país consome cerca de 20% dos agrotóxicos comercializado no mundo e três culturas, a soja, milho e cana-de-açúcar, convergem com 72% de todos os produtos brasileiros consumidos, ou seja dois terços de todos os agrotóxicos comercializados em território nacional, são destinados a estes três expoentes do modelo de produção agropecuário capitalista brasileiro (Bombardi, 2017), característica presente também no cenário paranaense, onde 70,58% dos produtos comercializados entre 2013 e 2020 se destinaram a estas culturas.

Destaca-se o caso da soja, pois no Brasil existem 150 agrotóxicos autorizados para uso em seu cultivo e destes, 35 (23%) tem aplicação proibida na União Europeia (Bombardi, 2017). Contudo, o banco de dados sobre uso de agrotóxicos consultado, SIAGRO, não contempla informações sobre os ingredientes ativos utilizados em cada cultura, inviabilizando análises sobre o uso de produtos com potencial danoso para a saúde humana e ambiental em lavouras específicas.

Já a horticultura é responsável por um montante considerável de agrotóxicos consumidos no Brasil, devido às pulverizações semanais para o controle de pragas e doenças (Silva et al., 2020). No Paraná, o tomate, cultura que ocupa o segundo lugar entre as hortaliças mais cultivadas no mundo e o primeiro em volume industrializado, foi responsável pelo uso em média, de 175 kg de agrotóxicos por hectare (CONAB, 2019). A tomaticultura está entre as de alto risco, pois é suscetível a uma grande variedade de doenças e pragas, principalmente se exposta a muita chuva e umidade relativa, o que leva ao uso excessivo de agrotóxicos nas suas plantações (Gomes, 2022). No relatório de 2018 do Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA), entre as 316 amostras de tomate avaliadas, oito tinham resíduos em concentrações acima do limite máximo de resíduos e, 106 apresentaram agrotóxicos não autorizados para a cultura (Anvisa, 2019a).

Araújo, Nogueira e Augusto (2010) avaliaram a produção de tomate industrial na região do Vale do Rio São Francisco, Pernambuco e identificaram que 11% das amostras estavam impróprias para consumo. Em seis propriedades produtoras de tomate em Camocim de São Félix, Pernambuco, 13,2 % (n=159) dos trabalhadores entrevistados informavam ter sofrido algum tipo de intoxicação. Ainda, pesquisas relatam que as pulverizações nestas plantações iniciam desde a sementeira, havendo inclusive uso massivo de pulverizações preventivas (Reis Filho et al. 2009; Silva et al., 2020).

Quanto a uva, a produção nacional é de cerca de 1,5 milhões de toneladas por ano, destinadas para o processamento de vinhos, sucos, outros derivados e comercialização como uvas de mesa (Embrapa, 2018). Seu cultivo ocorre em locais de clima quente e úmido, o que implica no emprego intensivo de agrotóxicos (Rocha et al., 2015).

Segundo o relatório do Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos entre as 319 amostras de uva avaliadas, 49 possuíam resíduos de agrotóxicos em concentrações acima do limite máximo (Anvisa, 2019a). Chiarello (2018) ao analisar a presença 79 agrotóxicos em amostras de suco de uva produzidos na região sul do Brasil, identificou altas concentrações dos fungicidas carbendazim e azoxistrobina. Rocha et al. (2015) avaliaram os níveis séricos de metais pesados em amostras biológicas de trabalhadores de vinhedos do sul do Brasil e encontraram de duas a quatro vezes mais metais nos casos do que nos controles.

Assim, o tomate e a uva podem ser considerados exemplos de desafios para a agropecuária no que diz respeito à possibilidade de produção sem afetar o equilíbrio das interações sociais e ambientais (Ridolfi, 2015). Trabalhadores envolvidos com estes cultivos podem estar sobre condições de vulnerabilidade e carecem de atenção intersetorial para efetivação de ações de prevenção de doenças, controle e restrição do uso de agrotóxicos direcionadas a seus contextos locais.

O uso exacerbado de agrotóxicos é considerado uma situação de vulnerabilidade, pois a Agência Internacional de Pesquisa em Câncer (IARC) da Organização Mundial de Saúde, tem indicado que a exposição a estes produtos, principalmente em regiões com alta e média produção agrícola, é fator de risco para o desenvolvimento de câncer, visto que esta agência tem classificado diversos agrotóxicos como potencialmente cancerígenos, a exemplo do lindano e glifosato (Pignati et al., 2017).

Informações sobre ingredientes ativos, praga controlada e toxicologia dos agrotóxicos, estão apresentadas no quadro 1 e são fundamentais para relacionar os possíveis efeitos na saúde das populações expostas (Pignati et al., 2017). No Paraná, entre os dez produtos mais utilizados entre 2013 e 2020, destaca-se o Glifosato, componente dos princípios ativos que estão em 1º, 2º e 4º lugar.

Quadro 1 – Dez ingredientes ativos de agrotóxicos mais utilizados no Paraná 2013 – 2020

Table 1 - Ten most used pesticide active ingredients in Paraná 2013 - 2020

Ingrediente ativo	Classificação segundo a praga controlada	Uso (kg)	Ranking
Equivalente Ácido Glifosato	Herbicida	78.030.048,46	1º
Glifosato	Herbicida	66.764.125,61	2º
Paraquate	Herbicida	36.649.136,80	3º
Glifosato Potássico	Herbicida	34.099.004,74	4º
Atrazina	Herbicida	32.044.872,44	5º
2,4 D	Herbicida	22.013.690,21	6º
Óleo Mineral	Fungicida e Inseticida	19.231.654,78	7º
Acefato	Inseticida e Acaricida	18.222.556,54	8º
Imidacloprido	Inseticida	17.919.208,60	9º
Macozebe	Fungicida	15.995.675,93	10º

Fonte: Elaborado pelos autores com base em ADAPAR (2022).

Source: Prepared by the authors based on ADAPAR (2022).

Segundo Panis et al. (2022), em 2019 no Brasil, os agrotóxicos com ação herbicida mais comercializados foram também o Glifosato e seus sais, 2,4-D, Atrazina e Paraquate, corroborando com o cenário encontrado nesta pesquisa, para o estado do Paraná.

O Paraquate, em decorrência do seu potencial mutagênico teve seu uso proibido no Brasil em 22 de setembro de 2020, após a reavaliação toxicológica realizada pela Anvisa, conforme disposto na Resolução nº 177 de 21 de setembro de 2017. Até esta data haviam liberados no mercado 17 produtos à base deste princípio

ativo, sendo um altamente tóxico e 16 extremamente tóxico (Anvisa, 2022).

Excluindo-se o Paraquate, já proibido, os demais princípios ativos mais utilizados no Paraná somam juntos 335 agrotóxicos liberados para uso. Destes 19 (5,67%) são extremamente tóxicos, 7 (2,09%) altamente tóxicos, 22 (6,57%) moderadamente tóxicos, 115 (34,33%) pouco tóxicos, 164 (48,96%) improváveis de causar danos agudos e 8 (2,39%) sem classificação (Adapar, 2022).

Contudo, o sistema de classificação toxicológica, analisa apenas efeitos agudos, o que restringe e dificulta a implantação de medidas de proteção adequadas, tendo em vista a falta de avaliação dos efeitos crônicos. Mesmo agrotóxicos considerados pouco tóxicos, podem a longo prazo e sob múltiplas exposições a baixos níveis, causar externalidades crônicas (Sarpa & Friedrich, 2022).

O Brasil é considerado um país onde o mercado de agrotóxicos é menos restritivo, atualmente há 42 ingredientes ativos de agrotóxicos, autorizados para comercialização no Brasil, considerados provavelmente cancerígenos pela a Environmental Protection Agency e IARC. Outros 27 foram classificados possivelmente cancerígenos pelas mesmas agências (Amaro, 2012; Iarc, 2017). Inclusive, alguns dos agrotóxicos utilizados no campo desta pesquisa, são prováveis e possíveis cancerígenos (glifosato, 2,4 D, acefato) ou desreguladores endócrinos (atrazina e glifosato) (Kucka et al., 2012; Kumar et al., 2020).

O acefato está proibido na União Europeia há mais de 10 anos devido sua neurotoxicidade e suspeita de carcinogenicidade. De acordo com o INCA (2021), pode induzir aberrações cromossômicas, micronúcleos, desregulação endócrina e disfunção mitocondrial. No Brasil, mesmo que a lei dos agrotóxicos afirme que produtos com suspeita de danos à saúde não devem ser comercializados, o produto ainda tem continuidade de uso aprovada (Anvisa, 2022). Esta conjuntura indica a fragilidade local no que se refere a efetivação do princípio da precaução no Paraná e no Brasil.

A precaução possui propósito jurídico de proteger e resguardar a fauna e a flora. De acordo com este princípio, quando existe dúvidas e incertezas científicas sobre a possibilidade de produtos químicos gerarem externalidades negativas à saúde humana ou meio ambiente, o sistema jurídico deve exercer postura precavida, prevenindo a exposição a estas substâncias (Sarlet, 2014).

O glifosato, princípio ativo que responde por quase 50% do comércio de agrotóxicos no Paraná (Gaboardi; Candiotto & Ramos, 2019), também foi classificado pelo IARC como provável cancerígeno para humanos. Há evidências de que pode causar câncer em animais de laboratório e aumentar biomarcadores sanguíneos de danos cromossômicos (micronúcleo) em residentes de áreas próximas a sua pulverização (Iarc, 2017).

Segundo Clair et al. (2012) o glifosato induz necrose e morte programada em células testiculares de ratos, além de outros efeitos hormonais nestes animais. Thongprakaisang et al. (2013) indicaram que este produto causou proliferação de células humanas de câncer de mama.

O 2,4-D é classificado como possível cancerígeno para humanos, há indícios de que eleva a incidência de sarcoma de células reticulares de camundongos fêmeas, de astrocitomas cerebrais raros em ratos machos e estresse oxidativo e imunossupressão em estudos in vivo e in vitro (Iarc, 2017).

A atrazina, 5º princípio ativo mais utilizado no Paraná no período desta pesquisa, e 7º mais aplicado no Brasil em 2014, pode induzir aberrações cromossômicas, ruptura de DNA, troca de cromátides irmãs e desregulação endócrina (Inca, 2021). Possui um limite máximo de resíduo de 0,25 mg/kg no país, já na União Europeia são permitidos 0,05 mg/kg, número 5 vezes menor. Esta comparação é ainda mais permissiva para o glifosato, na soja brasileira são liberados resíduos de glifosato 200 vezes maiores que na União Europeia, 10 mg/kg e 0,05 mg/kg, respectivamente (Bombardi, 2017).

O óleo mineral, mesmo sendo considerado pouco tóxico, pode causar câncer de pele e escroto (Inca, 2021). O macozebe mostrou ser genotóxicos em estudo realizado com camundongos *Mus musculus* (Cabral, 2014). No homem a literatura aponta evidência de distúrbios do funcionamento da tireoide, desordens reprodutivas (Joshi et al., 2005; Rossi et al., 2006), carcinogenicidade (Belpoggi et al., 2002) e neurotoxicidade (Nordby et al., 2005).

Soma-se a isso o fato de que os agrotóxicos comercializados no Brasil possuem mais de um ingrediente ativo e, normalmente, para cada cultura, são utilizados mais de um produto concomitantemente (Ribeiro et al., 2022). Bohner (2015) salienta que pragas agrícolas têm capacidade de desenvolver resistência aos agrotóxicos aplicados, perdendo sua eficácia com o tempo, o que leva os agricultores a utilizar doses maiores ou novos produtos.

Panis et al. (2022) analisaram a contaminação de água potável por 11 agrotóxicos prováveis ou potencialmente cancerígenos, em municípios produtores de grãos do Paraná. O estudo demonstrou que na maior parte das cidades os limites máximos autorizados para uso, estavam acima dos permitidos para União Europeia (<0,5 ppb), 67% para alaclor, 9,44% para atrazina, 96,85% para diuron, 100% para glifosato-AMPA, 80,31% para mancozeb-ETU, 91,33% para molinato e 12,6% para trifluralina, indicando contaminação ambiental em decorrência do uso excessivo destes compostos.

O Brasil possui destaque no setor agropecuário pela produção de commodities agrícolas e pela disponibilidade de áreas agricultáveis. A grande produtividade promove intenso emprego de agrotóxicos, para os quais há incentivos governamentais de aquisição, como redução dos custos por isenção de impostos e linhas de crédito rural disponíveis. O objetivo prioritário do Estado tem sido o desenvolvimento econômico, enquanto as externalidades negativas, especialmente as de aspecto social e ambiental, são, por vezes, deixadas em segundo plano (Gaboardi; Candioto; Ramos, 2019).

Considerando as consequências para saúde humana, a agroecologia é uma alternativa ao modelo de produção vigente apontada pelo relatório especial do Conselho de Direitos Humanos sobre o direito à alimentação e os efeitos dos agrotóxicos. Esta forma alternativa de agricultura sustentável é orientada por práticas agrícolas harmônicas com o ambiente, fomenta a fertilidade e a saúde do solo em longo prazo e procura preservar os ecossistemas (Ribeiro et al., 2022).

Segundo Sarpa e Fridrich (2022), no Brasil, a agroecologia deve ser considerada uma estratégia de prevenção primária do câncer e outras doenças, pois colabora com a promoção da alimentação adequada e de sistemas alimentares saudáveis e sustentáveis. Sistemas agroecológicos se destacam, quando comparados com os convencionais na prevenção de doenças crônicas não transmissíveis, porque integram a produção de alimentos livres de agrotóxicos e se associam a estratégias de promoção da saúde e justiça socioambiental (Martinelli & Cavalli, 2019).

Já sistemas convencionais, munidos de monoculturas, uso de transgênicos e criação intensiva de animais, fomentam o emprego de agrotóxicos e devido a extensão da cadeia, o elevado processamento de alimentos, com adição de gordura trans, aditivos e conservantes, dificultando e encarecendo o acesso a produtos vegetais e menos processados (Martinelli & Cavalli, 2019).

Além disso, os sistemas agroecológicos, acrescem as dimensões social da sustentabilidade, incluindo questões de gênero, idosos, comunidades tradicionais. Esse sistema, expande seu alcance e incorporando o conceito de saúde para além da exposição a agentes tóxicos no ambiente de trabalho e rural, chegando aos consumidores, e interferindo outros aspectos da determinação social do processo saúde e doença (Sarpa & Friedrich, 2022).

Por sua vez, políticas de crédito rural deveriam oferecer juros menores e prazos maiores para as práticas agroecológicas. Estas estratégias auxiliariam o produtor rural na transição para sistemas agroecológicos, (Soares & Porto, 2012), apoiando e incentivando o uso de tecnologias limpas e modelos de produção sustentáveis.

Apesar disso, foi possível indicar regiões com altas taxas de consumo de agrotóxicos. Conhecer territórios com alto e médio consumo de agrotóxicos e suas características produtivas, é axiomático para priorização de ações de controle e restrição do uso destas substâncias, como orientações voltadas a medidas de proteção, técnicas agrícolas direcionadas a promoção de práticas agrícolas saudáveis e sustentáveis e para o fortalecimento da vigilância em saúde de populações expostas a agrotóxicos (Pignati et al., 2017; Paraná, 2018).

4. Conclusões

Entre 2013 e 2020, houve elevação de 14,55% no consumo de agrotóxicos do Paraná. Já a área plantada cresceu apenas 3,45%, ou seja, ocorreu ampliação da quantidade de agrotóxicos utilizada por hectare, passando de 8,87 kg/ha em 2013 para 9,82 kg/ha em 2020. O uso de mapas permitiu a visualização da distribuição espacial da taxa de consumo de agrotóxicos no território paranaense, destacando-se as mesorregiões Centro-Sul, Oeste e Centro Oriental, em razão dos altos índices de consumo, maiores que a média do estado de 9,04 kg/ha.

As culturas com maiores valores em termos gerais de área plantada e consumo de agrotóxicos no período foram a soja, 42 milhões hectares plantados e 393 milhões de quilogramas de agrotóxicos consumidos e o milho, 21 milhões de hectares e 140 milhões de quilogramas de agrotóxicos, seguindo a tendência nacional de produção no mercado agrícola. Quando analisada a taxa de consumo de agrotóxicos (kg/ha), o tomate foi o cultivo com maior expressividade de uso 175,40 kg/ha seguido da uva 113,42 kg/ha.

Os ingredientes ativos mais empregados nas lavouras paraenses foram o glifosato e o paraquate. Ressalta-se que o glifosato foi classificado pelo IARC como provável cancerígeno para humanos, enquanto o paraquate teve uso cancelado no Brasil em setembro de 2020, devido a seu potencial mutagênico.

Estes resultados indicam que há emprego de agrotóxicos acima da média nacional, no contexto do agronegócio paranaense. Estas informações espaciais são importantes para o direcionamento de políticas agrícolas, de desenvolvimento e de saúde, pois, auxiliam na compreensão de que o uso ocorre de forma diferente em cada região, além de apontar áreas vulneráveis pelo emprego destes produtos acima da média.

Destaca-se que o modelo de produção agrícola requer movimentos para que todas as etapas do seu processo se tornem socialmente justas, economicamente viáveis e ambientalmente adequados, para ser capaz de produzir alimentos seguros ao consumo humano, com respeito ao meio ambiente, garantia de segurança no trabalho e possibilidade de crescimento econômico.

A fim de contribuir com um modo produção sustentável, sugere-se a realização de estudos futuros que abordem os ingredientes ativos de agrotóxicos em âmbito municipal, para melhorar a identificação e compreensão dos fatores que levam às variações inter-regionais encontradas, contribuindo com a construção de propostas que auxiliem na redução dos riscos ambientais e trabalhistas, bem como para a efetivação de políticas que beneficiem a agricultura, através do controle e restrição do uso de agrotóxicos.

5. Agradecimentos

Agradecemos a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo financiamento do projeto.

6. Referências

Adapar. (2022). Agência de Defesa Agropecuária do Paraná. **Sistema de Monitoramento do Comércio e Uso de Agrotóxicos do Estado do Paraná (SIAGRO)**. Uso de agrotóxicos no Paraná. Disponível em: <http://www.adapar.pr.gov.br/> Acesso em: 16 out. 2021.

Amaro, P. A. (2012). Classificação toxicológica dos pesticidas em 2011 em Portugal. **Rev. Ciênc. Agrár.**, 35(2), 100- 117.

Anvisa. (2022). Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Agrotóxicos - Monografias autorizadas**. Brasília. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/setorregulado/regularizacao/agrotoxicos> Acesso em 29 de julho de 2022

Anvisa. (2019a). Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Programa de Análises de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA). Brasília: ANVISA.

Araújo, A. C. P., Nogueira, D. P., & Augusto, L. G. S. (2010). Impacto dos praguicidas na saúde: estudo da cultura de tomate. **Rev. Saúde Pública**, 34(3) s/p.

Belpoggi, F., Soffritti, M., & Guarino, M.; et al. (2002). Results of long-term experimental studies on the carcinogenicity of ethylenebis-dithiocarbamate (Mancozeb) in rats. **Annals of the New York Academy of Sciences**, 982, 123-136.

Bohner, T. O. (2015). **Agrotóxicos e sustentabilidade: percepção dos sujeitos sociais no meio rural**. 2015. 115 f. Dissertação Mestrado no Programa de Pós-graduação em Extensão Rural, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Brasil.

Bombardi, L. M. (2017). **Geografia do Uso de Agrotóxicos no Brasil e Conexões com a União Europeia**. São Paulo: FFLCH – USP.

Cabral, W. B. M. (2014). **Análise da genotoxicidade in vivo dos agrotóxicos ciromazina e mancozeb em baixas doses**. (Dissertação de mestrado em Saúde Humana e Meio Ambiente). Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PN, Brasil.

Carneiro, F. F., Rigotto, R. M., Augusto, L. G. S., Friedrich, K., & Búrigo, A. C. (ORG). (2015). **Dossiê ABRASCO: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde**. São Paulo: Expressão Popular.

Chiarello, M. (2018). **Determinação de resíduos de pesticidas em alimentos por cromatografia a líquido acoplada a analisadores de espectrometria de massas** (Tese Doutorado em Biotecnologia). Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, RS, Brasil.

Clair, É., Mesnage, R., & Travert, C. *et al.* (2012). A glyphosatebased herbicide induces necrosis and apoptosis in mature rat testicular cells in vitro, and testosterone decrease at lower levels. **Toxicology in vitro**, 26, 269-279.

Conab. Companhia Nacional de Abastecimento. (2019). **Tomate: Análise dos Indicadores da Produção e Comercialização no Mercado Mundial, Brasileiro e Catarinense**. Brasília: Compêndio de estudos.

Embrapa. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. (2018). Secretaria de Gestão e Desenvolvimento Institucional. **Trabalho decente e crescimento econômico: contribuições da Embrapa**. Brasília, DF: Embrapa.

Gaboardi, S. C., Candioto, L. Z. P., & Ramos, L. M. (2019). Perfil do uso de agrotóxicos no Sudoeste do Paraná (2011-2016). **Rev. NERA**, 22(46)s/p.

Gomes, J. F. J. **Estudo comparativo de resíduos de agrotóxicos em tomates comercializados no estado do Ceará**. (2022). (Trabalho de Conclusão de Curso). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, Brasil.

Iarc. International Agency for Research on Cancer. (2017). **Monographs on the evaluation of carcinogenic**

risks to humans. DDT, LINDANE, AND 2,4-D. Geneva: WHO.

Ibge. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2017). **Censo agropecuário 2017**. IBGE: Rio de Janeiro. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2017> Acesso em: 20 out. 2021.

Ibge. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2021). **Pesquisa Agrícola Municipal**. IBGE: Rio de Janeiro. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas> Acesso em: 20 out. 2021.

Inca. Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva. (2021). **Ambiente, trabalho e câncer:** aspectos epidemiológicos, toxicológicos e regulatórios. Rio de Janeiro: INCA.

Joshi, S. C., Gulati, N., & Gajraj, A. (2005). Evaluation of toxic impacts of mancozeb on testis in rats. **Journal oh Experimental Sciences**, 19(1), 73-83.

Kucka, M., Pogrmic-Majkic, K., & Fa, S.; *et al.* (2012). Atrazine acts as an endocrine disrupter by inhibiting cAMP-specific phosphodiesterase-4. **Toxicol. Appl. Pharmacol.**, 265(1), 19–26.

KUMAR, M., SARMA, D. K., & SHUBHAM, S. *et al.* (2020). Environmental Endocrine-Disrupting Chemical Exposure: Role in Non Communicable Diseases. **Front. Public Health**, 24, e.8:553850.

Martinelli, S. S. & Cavalli, S. B. (2019). Alimentação saudável e sustentável: uma revisão narrativa sobre desafios e perspectivas. **Rev. Ciência e Saúde Coletiva**, 24, 4251-62.

Marcelino, A.; Wachtel, C., & Ghisi, N. (2019). Are our farm workers in danger? Genetic damage in farmers exposed to pesticides. **Int J Environ Res Public Health**, 16(358), s/p.

Moreira, J. C., Peres, P., & Simões, A. C. *et al.* (2012). Contaminação de águas superficiais e de chuva por agrotóxicos em uma região de Mato Grosso. **Rev. Cien. Saúde Colet.**, 17(6), 1557-1568.

Nordby, K. C., Andersen, A., & Irgens, L. M. *et al.* (2005). Indicators of mancozeb exposure in relation to thyroid câncer and neural tube defects in farmer's families. **Scandinavian Journal of Work Environmental and Health**, 31(2), 89-96.

Panis, C., Candiottto, P. L. Z., & Gaboardi, S. C. G. *et al.* (2022). Widespread pesticide contamination of drinking water and impact on cancer risk in Brazil. **Environment International**, 165, 107-21.

Paraná. Secretaria de Estado da Saúde do Paraná. (2018). Superintendência de Atenção à Saúde. **Linha Guia da Atenção às Populações Expostas aos Agrotóxicos**. Curitiba: SESA. .

Pignati, W., Oliveira, N. P., & Silva, A. M. C. *et al.* (2014). Vigilância aos agrotóxicos: quantificação do uso e previsão de impactos na saúde-trabalho-ambiente para os municípios brasileiros. **Rev. Ciência & Saúde Coletiva**, 19(12), 4669–4678. <https://doi.org/10.1590/1413-812320141912.12762014>

Pignati, W. A., Lima, F. A. N. S., & Lara, S. S.; *et al.* (2017). Distribuição espacial do uso de agrotóxicos no Brasil: uma ferramenta para a Vigilância em Saúde. **Rev. Ciência & Saúde Coletiva**, 22(10), 3281-3293.

- Ramos, J. S. A., Pedroso, T. M. A., & Godoy, F. R. *et al.* (2021). Multi-biomarker responses to pesticides in an agricultural population from Central Brazil. **Sci Total Environ**, 754, e.141893.
- Rani, L., Thapa, K., & Kanojia, N. *et al.* (2021). An extensive review on the consequences of chemical pesticides on human health and environment. **J Clean Prod.**, 283, e.124657.
- Reis Filho, J. D. S., Marin, J. O. B., & Fernandes, P. M. (2009). Os agrotóxicos na produção de tomate de mesa na região de Goianópolis, Goiás. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, 39(4), 307-316.
- Ribeiro, S. D. M., Siqueira, M. T., & Gurgel, I. G. D. *et al.* (2022). Comercialização de agrotóxicos e o modelo químico-dependente da agricultura do Brasil. **Rev. Saúde Debate**, v(especial 2), 210-223.
- Ridolfi, A. R. C. (2015). **Tomicultura, agrotóxicos e riscos entre agricultores familiares**. Dissertação de Mestrado em Extensão Rural. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, RS, Brasil.
- Rocha, G. H., Lini, R. S., & Barbosa, F.; *et al.* (2015). Exposure to heavy metals due to pesticide use by vineyard farmers. **Int Arch Occup Environ Health**, 88(7), 875-880.
- Rossi, G., Buccione, R., & Baldassare, M., *et al.* (2006). Mancozeb exposure in vivo impairs mouse oocyte fertilizability. **Reproductive toxicology**, 21(2), 216-119.
- Sarlet, I. W. (2014). **Princípios do Direito Ambiental**. São Paulo: Editora Saraiva.
- Sarpa, M. & Friedrich, K. (2022). Exposição a agrotóxicos e desenvolvimento de câncer no contexto da saúde coletiva: o papel da agroecologia como suporte às políticas públicas de prevenção do câncer. **Rev. Saúde Debate**, 46(especial 2), 407-425.
- Silva, J. N., Araujo, T. C., & Ponciano, N. J. *et al.* (2020). Diagnóstico do uso de agrotóxicos por tomaticultores do município de São José de Ubá, RJ. **Rev. Brasileira de Agropecuária Sustentável**, 10(1), 45–50.
- Shikida, P. F. A., Galante, V. A., & Cattelan, R. (org). (2020). **Agronegócio paranaense: potencialidades e desafios II**. Foz do Iguaçu: IDESF.
- Soares, W. L. & Porto, M. F. (2012). Atividade agrícola e externalidade ambiental: uma análise a partir do uso de agrotóxico no cerrado brasileiro. **Rev. Ciência e Saúde Coletiva**, 12(1), Jan/Mar.
- Thongprakaisang, S., Thiantanawat, A., Rangkadilok, N., Suriyo, T., & Satayavivad, J. (2013). Glyphosate induces human breast cancer cells growth via estrogen receptors. **Food and chemical toxicology**, 59, 129–136. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2013.05.057>