



UNIVERSIDADE D
COIMBRA

Diogo Alexandre Fernandes Soares

Relatório de Estágio e Monografia intitulada “Ocorrência de glifosato em alimentos” referentes à Unidade Curricular “Estágio”, sob a orientação da Dra. Susana Raquel Farinha Duarte e do Professor Doutor André Monteiro Pais Teixeira Pereira apresentados à Faculdade de Farmácia da Universidade de Coimbra, para apreciação na prestação de provas públicas de Mestrado Integrado em Ciências Farmacêuticas.

Julho de 2020



UNIVERSIDADE D
COIMBRA

Diogo Alexandre Fernandes Soares

Relatório de Estágio e Monografia intitulada “Ocorrência de glifosato em alimentos” referentes à Unidade Curricular “Estágio”, sob a orientação da Dra. Susana Raquel Farinha Duarte e do Professor Doutor André Monteiro Pais Teixeira Pereira apresentados à Faculdade de Farmácia da Universidade de Coimbra, para apreciação na prestação de provas públicas de Mestrado Integrado em Ciências Farmacêuticas.

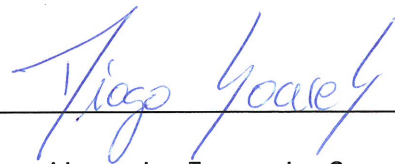
Julho de 2020

Declaração de Autoria

Eu, Diogo Alexandre Fernandes Soares, estudante do Mestrado Integrado em Ciências Farmacêuticas, com o nº 2015249951, declaro assumir toda a responsabilidade pelo conteúdo do Documento Relatório de Estágio e Monografia intitulada “Ocorrência de glifosato em alimentos” apresentados à Faculdade de Farmácia da Universidade de Coimbra, no âmbito da unidade de Estágio Curricular.

Mais declaro que este Documento é um trabalho original e que toda e qualquer afirmação ou expressão, por mim utilizada, está referenciada na Bibliografia, segundo os critérios bibliográficos legalmente estabelecidos, salvaguardando sempre os Direitos de Autor, à exceção das minhas opiniões pessoais.

Coimbra, 1 de julho de 2020.



(Diogo Alexandre Fernandes Soares)

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Doutor André Pereira pela disponibilidade, ajuda e conselhos dados na elaboração desta monografia.

À Doutora Susana Duarte e restante equipa da Farmácia Moderna, por me terem acolhido na equipa desde os primeiros instantes, pelos ensinamentos que me transmitiram ao longo do estágio e pela disponibilidade que sempre tiveram para me auxiliar quando surgiam dúvidas.

Aos amigos que Coimbra e a Faculdade me deram, em particular à Sil, à Teresa, à Kátia e à Aleixo pelos bons momentos que partilhámos ao longo destes anos e pela amizade.

À Sofia, a minha colega de casa, por todos os momentos que partilhámos ao longo dos últimos cinco anos e pela amizade que construímos e por estar sempre presente quando precisava de conversar.

À Diana, por trazer alegria constante aos meus dias, pelos momentos bons que partilhámos e por estar sempre presente quando preciso.

À minha Sarita, por ter sido o meu porto seguro desde o início, pela prova de amizade que me demonstra todos os dias e por ter estado ao meu lado nos bons e nos maus momentos. Sem dúvida, que ter-te tido ao meu lado fez com que tudo se tornasse mais fácil.

Às amigas de sempre, a Inês F., a Francisca A., a Mafalda, a Mariana, a Patrícia, a Bia, a Inês R., a Francisca B., a Rita e a Maëva, pela amizade que construímos ao longo dos anos e por estarem sempre presentes.

Aos meus pais, Sérgio e Tina, ao meu irmão, Daniel, e à minha avó Zaíra por estarem sempre presentes, celebrando as minhas conquistas e amparando-me nos momentos de fracasso e pela paciência que demonstram todos os dias. Nenhum obrigado será suficiente para agradecer o vosso apoio e a vossa presença!

Por fim, a ti Coimbra! Na hora da despedida, num misto de gratidão e saudade, por todos os bons momentos que aí passei e pelas amizades que levo!

*“Ever Tried. Ever Failed.
No Matter. Try Again.
Fail Again. Fail Better”*

Samuel Beckett

ÍNDICE

PARTE I – RELATÓRIO DE ESTÁGIO EM FARMÁCIA COMUNITÁRIA

| | |
|---|----|
| Lista de Abreviaturas | 8 |
| 1- Introdução | 9 |
| 2- Farmácia Moderna | 10 |
| 3- Análise SWOT | 10 |
| 3.1- Pontos Fortes | 10 |
| 3.1.1- Duração do estágio e aprendizagem gradual | 10 |
| 3.1.2- Sistema Informático (Sifarma 2000® e Sifarma MA) | 12 |
| 3.1.3- Preparação Individualizada da Medicação | 12 |
| 3.1.4- Serviços Farmacêuticos | 13 |
| 3.1.5- Filosofia Kaizen | 13 |
| 3.2- Pontos Fracos | 14 |
| 3.2.1- Sifarma MA | 14 |
| 3.2.2- Pouco contacto com medicamentos manipulados | 14 |
| 3.2.3- Aconselhamento na área da Dermocosmética | 14 |
| 3.3- Oportunidades | 15 |
| 3.3.1- Aplicação dos conhecimentos adquiridos ao longo do MICF | 15 |
| 3.3.2- Formações | 15 |
| 3.3.3- Produtos de Uso Veterinário | 16 |
| 3.3.4- COVID-19 e o impacto nas farmácias | 16 |
| 3.4- Ameaças | 17 |
| 3.4.1- Existência de outros estabelecimentos de venda de MNSRM | 17 |
| 3.4.2- Medicamentos esgotados | 17 |
| 3.4.3- Desertificação do Interior de Portugal | 18 |
| 3.4.4- Baixo poder de compra | 18 |
| 3.4.5- Automedicação | 18 |
| 4- Casos Práticos | 19 |
| 4.1- Caso Prático N° 1 | 19 |
| 4.2- Caso Prático N° 2 | 19 |
| 5- Considerações Finais | 20 |
| 6- Bibliografia | 21 |
| PARTE II – MONOGRAFIA – “OCORRÊNCIA DE GLIFOSATO EM ALIMENTOS” | |
| Lista de Abreviaturas | 23 |
| Resumo | 25 |
| Abstract | 26 |
| 1- Introdução | 27 |
| 2- Características Físico-Químicas | 28 |

| | |
|--|----|
| 3- Formulações à Base de Glifosato | 29 |
| 3.1- Legislação | 30 |
| 3.2- Consumo..... | 30 |
| 3.2.1- Consumo Mundial..... | 30 |
| 3.2.2- Consumo na União Europeia..... | 31 |
| 3.2.3- Consumo em Portugal | 36 |
| 3.3- Mecanismo de ação nas plantas | 37 |
| 4- Absorção, Distribuição, Metabolismo e Excreção..... | 37 |
| 4.1- Absorção..... | 37 |
| 4.2- Distribuição..... | 37 |
| 4.3- Metabolismo | 37 |
| 4.4- Excreção | 38 |
| 5- Implicações na Saúde | 38 |
| 5.1- Parâmetros Toxicológicos..... | 38 |
| 5.2- Toxicidade Aguda | 39 |
| 5.3- Toxicidade Crónica | 49 |
| 5.3.1- Toxicidade em Órgãos-alvo..... | 39 |
| 5.3.2- Citotoxicidade..... | 40 |
| 5.3.3- Carcinogenicidade..... | 40 |
| 5.3.4- Neurotoxicidade..... | 42 |
| 5.3.5- Genotoxicidade..... | 42 |
| 5.3.6- Teratogenicidade..... | 42 |
| 5.3.7- Desregulação Endócrina..... | 43 |
| 6- Impacto Ambiental..... | 43 |
| 7- Limite Máximo de Resíduo | 44 |
| 8- Metodologias Analíticas..... | 44 |
| 9- Ocorrências | 48 |
| 9.1- Azeite..... | 48 |
| 9.2- Mel | 48 |
| 9.3- Frutas e frutos secos | 49 |
| 9.4- Leguminosas..... | 50 |
| 9.5- Cereais e derivados | 50 |
| 9.6- Produtos hortícolas | 52 |
| 9.7- Produtos de origem animal | 53 |
| 9.8- Alimentos para lactentes | 53 |
| 9.9- Água..... | 54 |
| 9.10- Bebidas alcoólicas | 55 |
| 9.11- Discussão dos resultados | 55 |
| 10- Conclusões | 56 |
| 11- Bibliografia..... | 57 |
| 12- Anexos..... | 69 |

PARTE I

RELATÓRIO DE ESTÁGIO EM FARMÁCIA COMUNITÁRIA



Farmácia Moderna

LISTA DE ABREVIATURAS

ANF Associação Nacional das Farmácias

ARSC Administração Regional de Saúde do Centro

COVID-19 *Coronavirus Disease 2019* (Doença do Coronavírus 2019)

CTT Correios de Portugal, S.A.

INFARMED Autoridade Nacional do Medicamento e Produtos de Saúde, I.P.

MICF Mestrado Integrado em Ciências Farmacêuticas

MNSRM Medicamento Não Sujeito a Receita Médica

MSRM Medicamento Sujeito a Receita Médica

OF Ordem dos Farmacêuticos

PIM Preparação Individualizada da Medicação

PUV Produtos de Uso Veterinário

PVF Preço de Venda à Farmácia

PVP Preço de Venda ao Público

SARS-CoV-2 *Severe Acute Respiratory Syndrome coronavirus 2* (Coronavírus da Síndrome Respiratória Aguda Grave 2)

SWOT *Strenghts, Weakness, Opportunities, Threats* (Forças, Fraquezas, Oportunidades, Ameaças)

I. INTRODUÇÃO

O Mestrado Integrado em Ciências Farmacêuticas (MICF), com a duração de cinco anos, repartidos em 10 semestres, termina com a realização do Estágio Curricular em farmácia comunitária no segundo semestre do quinto ano.

O Estágio Curricular em farmácia comunitária é um momento importante no percurso académico dos estudantes de MICF, sendo o momento em que são postos em prática os conhecimentos adquiridos ao longo dos últimos anos bem como a aquisição de novos que virão a ser essenciais para o desempenho da função de farmacêutico num futuro próximo.

Hoje mais do que nunca, a farmácia e o farmacêutico comunitário são imprescindíveis para a população sendo, muitas vezes, o primeiro e único contacto dos utentes com os serviços de saúde. Deste modo, o farmacêutico comunitário representa mais do que um simples vendedor de medicamentos; é um profissional de saúde que possui todas os requisitos necessários para auxiliar na tentativa de resolução de problemas de saúde, para efetuar um aconselhamento adequado aos utentes quando necessário e para prestar serviços de saúde junto da população.

Neste âmbito, realizei o meu estágio curricular em farmácia comunitária na Farmácia Moderna, na vila de Carregal do Sal, entre os meses de janeiro e junho do presente ano, com a duração total de 810 horas, sob a orientação da Dr.^a Susana Raquel Farinha Duarte, diretora técnica da farmácia.

O presente relatório de estágio retrata a minha experiência enquanto estagiário da Farmácia Moderna e foi elaborado através de uma análise SWOT (*Strenghts, Weakness, Opportunities, Threats*). Esta análise engloba uma vertente interna, com a identificação dos Pontos Fortes (*Strenghts*) e dos Pontos Fracos (*Weakness*), e uma vertente externa, com a identificação das Oportunidades (*Oppurtunities*) e das Ameaças (*Threats*).

2. FARMÁCIA MODERNA

Fundada em 1896, a Farmácia Moderna situa-se na Rua São João de Deus nº1 no centro da vila de Carregal do Sal, distrito de Viseu. Desde 2006, é propriedade da Dr^a. Susana Raquel Farinha Duarte.

Esta farmácia centenária, um dos estabelecimentos mais antigos da vila, encontra-se na sede de um concelho fortemente rural e com uma população envelhecida. Devido a isso, a maioria dos utentes habituais são idosos, normalmente, doentes crónicos e polimedicados. No entanto, também recorrem frequentemente à farmácia utentes de faixas etárias mais jovens.

O horário de atendimento é das 9h às 19h, nos dias úteis, e das 9h às 13h aos sábados, estando encerrada aos domingos e feriados. A Farmácia Moderna encontra-se em regime de disponibilidade a cada quatro semanas, segundo o plano de escalonamento definido pela Administração Regional de Saúde do Centro (ARSC).¹

A equipa da Farmácia Moderna é constituída pela Diretora-Técnica Dr^a. Susana Duarte, pelas farmacêuticas, Dr^a. Ângela Vale e Dr^a Rita Moreira e pela Rosa Alves, técnica auxiliar de farmácia.

3. ANÁLISE SWOT

3.1. Pontos Fortes

3.1.1. Duração do Estágio e Aprendizagem gradual

O estágio teve a duração de 810 horas, correspondente a aproximadamente 6 meses. Esta duração permitiu uma aprendizagem gradual e faseada das diversas atividades realizadas no seio de uma farmácia comunitária facilitando a integração de conhecimentos.

Numa primeira fase, o estágio passou por trabalho de *backoffice* e familiarização com o Sifarma 2000[®]. Comecei por arrumar os medicamentos nos devidos locais, segundo o critério “*First expire, First out*”, ou seja, os produtos cujo prazo de validade expira primeiro são colocados no topo, de forma a serem dispensados em primeiro lugar aos utentes. Desta forma, pude familiarizar-me com os locais de armazenamento dos medicamentos e demais produtos de saúde existentes na Farmácia Moderna, o que viria a ser uma mais-valia, quando posteriormente, iniciaria atendimentos ao público. Sempre que contactava com um medicamento cujo princípio ativo não me era familiar aproveitava para pesquisar sobre ele, quer através da ficha do produto disponível no Sifarma 2000[®] quer através da base de dados

da Autoridade Nacional do Medicamento e Produtos de Saúde, I.P. (INFARMED), o Infomed. Efetuei o controlo dos prazos de validade dos produtos cujas validades estavam a terminar e contagens físicas de determinadas categorias de produtos, quando me foi solicitado, através de listagens emitidas através do Sifarma 2000®.

Umás semanas depois, comecei a rececionar encomendas dos diferentes fornecedores, iniciando o primeiro contacto com a gestão da farmácia. A receção de encomendas implica uma série de procedimentos, nomeadamente a verificação do prazo de validade dos produtos, das quantidades encomendadas e recebidas de um determinado produto, a conferência de todos os Preços de Venda à Farmácia (PVF) constantes na fatura do armazenista e cálculo do Preço de Venda ao Público (PVP) para Medicamentos Não Sujeitos a Receita Médica (MNSRM) e produtos de saúde. Após estar à vontade com a receção de encomendas, comecei a gerir as encomendas diárias. Os principais fornecedores da Farmácia Moderna são a Cooprofar, a OCP e a Empifarma. A diversidade de fornecedores leva a que, aquando da gestão de uma encomenda se tenha que estar particularmente atento às condições oferecidas por cada armazenista para um determinado produto de modo a escolher a opção mais vantajosa para a farmácia. Esta etapa permitiu-me identificar os produtos de maior rotatividade e aprofundar conhecimentos de organização e gestão farmacêutica.

Sempre que tinha oportunidade aproveitava para observar os atendimentos efetuados na farmácia de modo a familiarizar-me com o sistema informático bem como com o aconselhamento de medicamentos e produtos de saúde e as particularidades da dispensa de medicamentos que constavam em receitas médicas.

Numa segunda fase, comecei por fazer atendimentos acompanhado. Foi sem dúvida uma mais-valia pois permitiu-me ir ganhando autonomia no processo de atendimento mas tendo a garantia de ter alguém a supervisionar o que estava a fazer e que pudesse intervir a qualquer instante para me corrigir e/ou ajudar caso tivesse dúvidas, fazendo com que o medo de errar fosse diminuindo ao longo do tempo.

Numa terceira fase, e quando a equipa técnica constatou que estava preparado e que me sentia à vontade, comecei a fazer atendimentos sozinho. No entanto, sempre que tivesse alguma dúvida ou dificuldade, nomeadamente no aconselhamento de um determinado produto, a equipa estava sempre disposta a ajudar-me, o que, sem dúvida, facilitou a minha aprendizagem.

3.1.2. Sistema Informático (Sifarma 2000® e Sifarma MA)

A Farmácia Moderna encontra-se inserida na rede Farmácias Portuguesas da Associação Nacional das Farmácias (ANF), possuindo dois sistemas informáticos – Sifarma 2000® e Sifarma MA. O Sifarma 2000® existe há vários anos em Portugal e encontra-se nesta farmácia desde 1994. Este sistema é utilizado nas diversas atividades realizadas em farmácia comunitária e possui várias funcionalidades, nomeadamente, receção e gestão de encomendas, dispensa de medicamentos, controlo de prazos de validade, gestão de *stocks*, organização do receituário, gestão de utentes, ficha de produtos, etc.

Em 2019, foi implementado na Farmácia Moderna o Sifarma MA® e é atualmente o sistema informático utilizado nos atendimentos. Com um *design* moderno face ao Sifarma 2000®, a sua utilização é mais intuitiva e permite a visualização mais clara e rápida da informação. O facto de possuir um histórico das compras efetuadas por determinado utente, desde que esse utente tenha ficha criada no sistema, permite visualizar rapidamente qual a medicação efetuada pelo utente bem como produtos de saúde utilizados por este. Outra vantagem prende-se com o facto de se poder voltar atrás nos diversos ecrãs do sistema, em qualquer fase do atendimento, permitindo por exemplo, acrescentar um produto, alterar o nome do utente, consultar o histórico de compras, entre outros. Por fim, possui um ecrã que permite visualizar rapidamente todas as reservas existentes na farmácia num determinado momento bem como o seu estado.

Deste modo, o contacto com estes dois sistemas informáticos foi sem dúvida importante e considero que é uma mais-valia para o meu futuro profissional se pretender seguir a área da Farmácia Comunitária.

3.1.3. Preparação Individualizada da Medicação

Na Farmácia Moderna encontra-se disponível o serviço de Preparação Individualizada da Medicação (PIM), que consiste na utilização de caixas dispensadoras com blisters com vários compartimentos de forma a organizar a medicação do utente. Cada caixa dispensadora, de 4 ou 5 tomas (consoante o regime de toma do utente) permite preparar a medicação para uma semana. Este serviço é particularmente útil em utentes polimedicados, utentes que tenham dificuldades em organizar a sua medicação, utentes que se esqueçam frequentemente de tomar a medicação, entre outros. A PIM é efetuada seguindo a Norma publicada pela Ordem dos Farmacêuticos (OF)² garantido, deste modo, a qualidade, segurança e eficácia do medicamento. A PIM permite evitar a não adesão (voluntária ou involuntária) à terapêutica e reduzir/evitar erros de medicação na administração de medicamentos. Para além disso, e uma vez que cada

utente que recorre a este serviço possui uma ficha com a identificação da medicação e da posologia, é possível efetuar um acompanhamento farmacoterapêutico individualizado, a revisão da medicação e identificar possíveis problemas resultantes da medicação.

3.1.4. Serviços Farmacêuticos

A Farmácia Moderna dispõe de vários serviços farmacêuticos disponíveis a toda a população, como, a medição da pressão arterial, da glicémia e do colesterol total. Estes são efetuados no gabinete de atendimento e permitem acompanhar os utentes que sofram de doenças crónicas, nomeadamente, hipertensão arterial, Diabetes *Mellitus* e hipercolesterolemia, verificando que estas patologias se encontram devidamente controladas.

Para além destes serviços, a Farmácia Moderna possui ainda consultas semanais de nutrição dadas por uma nutricionista associada à Dieta *Easyslim*[®]. O programa desta dieta baseia-se na toma de suplementos alimentares drenantes, termogénicos e multivitamínicos associados a uma alimentação saudável.

3.1.5. Filosofia *Kaizen*

Na Farmácia Moderna encontra-se implementada uma metodologia de organização com base na filosofia *Kaizen*[™] (do japonês “mudança para melhor”).³

Esta filosofia tem como foco principal, a melhoria contínua de todas as atividades que constituem um negócio com vista ao sucesso. Para alcançar as metas definidas é necessário que toda a equipa esteja envolvida e empenhada.

A implementação desta metodologia de organização é visível nos diferentes espaços da farmácia, nomeadamente, com a existência de um quadro *Kaizen*, onde se encontram visíveis para todos os colaboradores quais os objetivos a atingir, os resultados alcançados, entre outras informações que sejam relevantes para a equipa. Por outro lado, o espaço dedicado aos produtos reservados encontra-se devidamente definido e organizado, estando separados os produtos não faturados dos faturados (existe ainda uma separação dentro dos produtos faturados, estando estes divididos pelo último número da reserva) com vista a diminuir o tempo de entrega destes produtos aos utentes. Na Farmácia Moderna encontra-se, ainda, um espaço dedicado aos produtos sem consumo bem como produtos cujos prazos de validade estejam a terminar em breve.

3.2. Pontos Fracos

3.2.1. Sifarma MA

Apesar dos benefícios apontados ao Sifarma MA[®] este apresenta ainda uma série de lacunas, nomeadamente no que diz respeito à gestão e receção de encomendas, sendo que neste momento é necessário recorrer ao Sifarma 2000[®] para o processamento das encomendas por ser mais rápido e intuitivo. Por outro lado, ainda não é possível efetuar vendas suspensas, consultar as vendas nem organizar o receituário neste sistema informático.

Deste modo, como o Sifarma MA[®] não tem ainda todas as funcionalidades ativas, não é viável ser o único sistema informático da Farmácia Moderna.

3.2.2. Pouco contacto com medicamentos manipulados

Com a massificação e industrialização da produção de medicamentos, a preparação de medicamentos manipulados tem caído em desuso. Deste modo, e à semelhança do panorama nacional, os pedidos para preparação de medicamentos na Farmácia Moderna são pouco frequentes. Atualmente, os pedidos que chegam à Farmácia Moderna estão principalmente relacionados com a área da dermatologia em situações em que é necessária uma personalização da terapêutica, quer por ajuste da dose ou por alteração da forma farmacêutica e em que não existam produtos resultantes da indústria que satisfaçam o pedido do utente. Por consequente, as principais fórmulas farmacêuticas preparadas são a pomada e o creme.

Uma vez que, os pedidos de preparação de medicamentos manipulados foram pouco frequentes no decorrer do meu estágio, tive pouco contacto com esta vertente do trabalho realizado em farmácia comunitária e, deste modo, não pude colocar em prática como desejaria os conhecimentos adquiridos ao longo do MICEF, nomeadamente na Unidade Curricular de “Farmácia Galénica”. No entanto, devo realçar que sempre que aparecia um pedido de preparação de um medicamento manipulado a equipa da farmácia chamava-me sempre para ver e participar na realização do mesmo.

3.2.3. Aconselhamento na área da Dermocosmética

Ao longo do estágio e nomeadamente, quando comecei a fazer atendimentos ao balcão foram frequentes as solicitações para aconselhamento na área da Dermocosmética. Na Farmácia Moderna existe uma grande variedade de marcas e gamas de produtos que visam atender as necessidades dos seus utentes.

Deste modo, e apesar das bases que foram adquiridas ao longo do MICEF, nomeadamente na Unidade Curricular “Dermofarmácia e Cosmética”, considero que existem

lacunas no que diz respeito ao aconselhamento na área da Dermocosmética, levando a que em situações de atendimento ao balcão se torne complicado aconselhar um produto sem ter que pedir ajuda da equipa da farmácia.

As dificuldades que possuo no aconselhamento na área da Dermocosmética, no entanto, levaram a que me esforçasse para procurar saber mais sobre esta área, quer através de formações em que participei para conhecer diferentes gamas de produtos cosméticos quer através de esclarecimentos prestados pela equipa técnica da Farmácia Moderna quando tinha alguma dúvida.

3.3. Oportunidades

3.3.1. Aplicação dos conhecimentos adquiridos ao longo do MICF

O plano curricular do MICF, embora exigente, aborda conteúdos de diversas áreas científicas e fornece todos os conhecimentos científicos necessários para o desempenho da profissão farmacêutica em farmácia comunitária.

Deste modo, ao longo do estágio pude aplicar os conhecimentos que fui aprendendo ao longo do MICF. As Unidades Curriculares que, a meu ver, foram de maior utilidade no decorrer do meu estágio em farmácia comunitária foram “Farmacologia I”, Farmacologia II” e “Farmacoterapia” no que diz respeito à dispensa e aconselhamento de Medicamentos Sujeitos a Receita Médica (MSRM); “Indicação Farmacêutica”, “Fitoterapia”, “Dermofarmácia e Cosmética” e “Gestão de Informação em Saúde” no que toca à dispensa e aconselhamento de MNSRM; “Organização e Gestão Farmacêutica” e “Comunicação e Marketing Farmacêutico” aquando da realização das tarefas efetuadas em *backoffice*, tais como a gestão e receção de encomendas, a conferência de receitas, a organização do receituário e a elaboração de estratégias de *cross-selling*.

3.3.2. Formações

A profissão de farmacêutico em farmácia comunitária exige que este esteja permanente atualizado sobre as últimas novidades que surjam no mercado farmacêutico, regimes de comparticipação e outras informações que sejam relevantes para o desempenho da atividade farmacêutica, sendo essencial o processo de aprendizagem contínuo ao longo da carreira profissional.

Deste modo, desde o início do estágio me foi incentivada a formação contínua quer através da participação em formações internas na Farmácia, como o caso das formações da Puresentiel[®], da Isdin[®] e da dieta Easyslim[®], bem como em formações externas organizadas

pela ANF ou pela própria indústria, como foi o caso da formação dos suplementos da gama Bioactivo®.

As formações são uma oportunidade de conhecermos as novidades que surjam no mercado farmacêutico, aprofundar conhecimentos em áreas que menos dominamos bem como receber informações que possam ser úteis aquando do aconselhamento de produtos aos utentes.

3.3.3. Produtos de Uso Veterinário

A Farmácia Moderna possui um leque de produtos de uso veterinário (PUV) que visam atender as necessidades dos seus utentes. Uma vez que a Farmácia Moderna se encontra inserida num meio rural, as solicitações de PUV são muito frequentes, levando a que o farmacêutico tenha que possuir os devidos conhecimentos sobre esta área para efetuar um aconselhamento eficaz.

Deste modo, tive a oportunidade, ao longo do estágio, de aprofundar os meus conhecimentos acerca desta área que é pouco abordada ao longo MICF (apesar de existir uma Unidade Curricular de “Produtos de Uso Veterinário”, esta pouco aborda a área do aconselhamento de PUV) e, com a ajuda da equipa técnica, efetuar aconselhamentos aquando da dispensa destes produtos.

3.3.4. COVID-19 e o impacto nas farmácias

A pandemia de COVID-19, causada pelo Coronavírus da Síndrome Respiratória Aguda Grave 2 (SARS-CoV-2), com origem em Wuhan, na China, veio provocar profundas alterações em todo mundo no presente ano. Portugal, não foi exceção, tendo sido declarado o estado de emergência a 18 de março de 2020. Este permaneceu em vigor entre 19 de março de 2020 e 2 de maio de 2020. Assim como diversos setores, as farmácias foram impactadas por esta pandemia.

Uma pandemia que poderia constituir uma série ameaça para a estabilidade das farmácias, rapidamente, surgiu como uma oportunidade para as farmácias se reinventarem. Deste modo, as farmácias, nomeadamente a Farmácia Moderna, mantiveram-se na “linha da frente” ao combate à COVID-19 sempre com o objetivo de garantir a saúde e o bem-estar da população. Desde a criação da linha 1400, garantindo aos utentes a disponibilização da sua medicação a qualquer hora, bem como a parceria com os CTT para entrega de medicação ao domicílio, evitando que populações de risco se deslocassem à farmácia, foi notório o esforço

constante das farmácias para servir a população, tendo sido fortalecida a relação de confiança que os utentes depositam nas farmácias.

A pandemia trouxe consigo novos caminhos para as farmácias explorarem mas também a necessidade de empenho e união de todos, em prol da saúde e da segurança da população, elevando a farmácia a outro nível.

3.4. Ameaças

3.4.1. Existência de outros estabelecimentos de venda de MNSRM

Desde 2005, com a aprovação do Decreto-Lei nº 134/2005, que é possível a venda de MNSRM fora das farmácias. Estes estabelecimentos de venda de MNSRM são fortes concorrentes das farmácias comunitárias uma vez que conseguem muitas vezes vender os produtos a preços mais apelativos para o consumidor do que nas farmácias, atraindo deste modo o consumidor. Tal facto representa não só uma ameaça para as farmácias, uma vez que pode levar à perda de clientes, que passam a adquirir os MNSRM e outros produtos de saúde noutros estabelecimentos, mas também, para o próprio consumidor, uma vez que, pode potenciar casos de automedicação bem como interações medicamentosas não desejadas devido à ausência de aconselhamento farmacêutico adequado por um profissional de saúde relativo à posologia, dosagem e interações, colocando em risco a saúde dos utentes.

3.4.2. Medicamentos esgotados

Ao longo do estágio foram várias as situações em que era impossível encomendar um determinado medicamento por se encontrar esgotado (alguns medicamentos encontraram-se esgotados várias semanas ou meses). Tal facto gerou alguns constrangimentos no atendimento, uma vez que era necessário explicar ao utente que o medicamento que costuma fazer estava esgotado e que não existia previsão de quando voltasse a estar disponível bem como tentar arranjar alternativas, nos casos em que era possível, de modo a não comprometer a terapêutica.

A existência de medicamentos esgotados representa uma ameaça para a farmácia pelo facto de gerar descontentamento no utente e fragilizar a relação com a equipa técnica da farmácia. Por outro lado, pode comprometer a terapêutica dos utentes, uma vez que, podem não existir alternativas terapêuticas disponíveis no mercado, colocando em risco a saúde do utente.

3.4.3. Desertificação do Interior de Portugal

A desertificação do Interior de Portugal é uma situação que se tem verificado nas últimas décadas. Tal facto, associado ao constante envelhecimento da população portuguesa representa uma ameaça para as farmácias, uma vez que a diminuição do número dos utentes que frequentam a farmácia pode ter impacto na sua situação económica.

3.4.4. Baixo poder de compra

Os baixos rendimentos da maioria dos agregados familiares bem como as baixas reformas recebidas pelos pensionistas levam a que grande parte da população portuguesa tenha um baixo poder de compra. Tal facto leva à menor capacidade de adquirir determinados produtos e serviços constituindo uma ameaça para a farmácia, uma vez que uma diminuição nas vendas pode comprometer a estabilidade financeira das farmácias.

3.4.5. Automedicação

Atualmente, a publicidade de MNSRM e de produtos de saúde chega facilmente à população portuguesa quer através dos meios de comunicação quer através das redes sociais. Tal facto pode ser vantajoso por dar a conhecer à população portuguesa determinados produtos e respetivos benefícios. No entanto, pode também levar a situações de automedicação e aquisição destes produtos sem o devido aconselhamento farmacêutico, o que pode representar um perigo para a saúde do utente por possível interação com a medicação habitual e aparecimento de efeitos secundários.

Devido a isso, é fundamental que o farmacêutico, como profissional de saúde competente e responsável, esteja atento a estas situações e promova a literacia em saúde na população portuguesa.

4. CASOS PRÁTICOS

4.1. Caso Prático nº 1

Senhor, com cerca de 40 anos, dirige-se à farmácia com queixas de cansaço tanto a nível físico como intelectual e insónias noturnas. Questionei o utente se já andava a tomar algum tipo de medicação para o efeito, cuja resposta foi negativa.

Relativamente ao cansaço, recomendei *Absorvit® Smart Neuro Extra Forte*⁴ (ampolas), um tónico cerebral contendo ginseng que vai estimular o metabolismo para a produção de energia e diminuição do cansaço e fadiga quer a nível físico quer a nível intelectual, aconselhando a toma de uma ampola após o pequeno-almoço.

Relativamente às insónias noturnas, recomendei *Advancis® Passival Sono*⁵ (comprimidos), um suplemento alimentar contendo melatonina, que vai reduzir o tempo necessário para adormecer, aconselhando a toma de um comprimido meia hora antes de se deitar.

4.2. Caso Prático nº 2

Senhora, com cerca de 30 anos, dirige-se à farmácia com queixas de alergias e congestão nasal. Questionei a utente se já anda a efetuar algum tipo de medicação para o efeito, cuja resposta foi negativa.

Relativamente às alergias, recomendei *Rinocalm*⁶ (Cetirizina, 10 mg), um anti-histamínico, aconselhando a toma de 1 comprimido ao deitar.

Adicionalmente, recomendei *Cetix® Spray Nasal*⁷ (Budenosida, 64 µg/dose) para o alívio da congestão nasal, aconselhando 1 aplicação diária em cada narina. Mencionei ainda a importância da higiene nasal, nomeadamente através da lavagem diária com uma água do mar isotónica, que a utente referiu que já possuía.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estágio curricular representa a última etapa do meu percurso académico enquanto estudante do MICEF da Universidade de Coimbra. A realização do estágio em farmácia comunitária na Farmácia Moderna durante seis meses, permitiu-me contactar pela primeira vez com a realidade da profissão farmacêutica, mais particularmente a de farmacêutico comunitário bem como aplicar e consolidar os conhecimentos que me foram sendo transmitidos ao longo dos cinco anos do meu percurso académico.

Ao longo destes meses, pude constatar a importância do farmacêutico na comunidade. Este não é um mero vendedor de medicamentos, é um agente de saúde pública cuja principal missão é colocar a técnica e os conhecimentos científicos ao serviço da população, contribuindo, deste modo, para uma melhoria da saúde e do bem-estar da população.

Com o término do estágio, tenho a agradecer a toda a equipa da Farmácia Moderna pela disponibilidade notável que tiveram para comigo ao transmitir os conhecimentos necessários para que me torne num bom profissional de saúde. Estes últimos meses foram sem dúvida enriquecedores, tendo permitido o meu crescimento quer a nível profissional quer a nível pessoal.

Ciente da responsabilidade e exigência da profissão de farmacêutico comunitário, sinto-me preparado para iniciar a carreira de farmacêutico e para os desafios que me esperam no futuro.

6. BIBLIOGRAFIA

1. ADMINISTRAÇÃO REGIONAL DE SAÚDE DO CENTRO - **Turnos das Farmácias da Região Centro** (2020) [Consultado a 14 de junho de 2020]. Disponível em: www.arscentro.min-saude.pt/Noticias/Paginas/TurnosdasFarmácias.aspx
2. DIREÇÃO GERAL DA ORDEM DOS FARMACÊUTICOS - **Norma Geral de Preparação Individualizada de Medicação** (2018) Disponível em: www.ordemfarmaceuticos.pt/fotos/documentos/norma_pim_vfinal_30_nge_00_010_02_1834827175bf58d479434f.pdf
3. KAIZEN INSTITUTE - **What is Kaizen?** [Consultado a 20 de junho de 2020]. Disponível em: www.kaizen.com/what-is-kaizen.html
4. ABSORVIT® - **Absorvit® Smart Extra Forte, ampolas** (2018) [Consultado a 24 de junho de 2020]. Disponível em: www.absorvit.com/produtos/tonicos-cerebrais/absorvit-smart-extra-forte
5. ADVANCIS® - **Advancis® Passival Sono** (2016) [Consultado a 25 de junho de 2020]. Disponível em: www.advancispharma.com/pt/sono-ansiedade-stress/advancis-passival-sono/
6. INFARMED, I. P. - **Resumo das Características Médicas: Rinocalm® 10 mg, comprimido** (2018) [Consultado a 25 de junho de 2020]. Disponível em: <https://extranet.infarmed.pt/INFOMED-fo/detalhes-medicamento.xhtml>
7. INFARMED, I. P. - **Resumo das Características Médicas: Cetix Spray Nasal®, 64 µg/dose, solução para pulverização nasal**, [Atualizado em 2019] Disponível em: <https://extranet.infarmed.pt/INFOMED-fo/detalhes-medicamento.xhtml>

PARTE II

MONOGRAFIA

OCORRÊNCIA DE GLIFOSATO EM ALIMENTOS

LISTA DE ABREVIATURAS

ADI *Acceptable Daily Intake* (Ingestão Diária Aceitável)

ADN Ácido Desoxirribonucleico

AOEL *Acceptable Operator Exposure Level* (Nível Aceitável de Exposição do Operador)

AMPA Ácido aminometilfosfónico

ARfD *Acute Reference Dose* (Dose Aguda de Referência)

CAS *Chemical Abstracts Service*

CE Comissão Europeia

CE-ECL Eletroforese Capilar e Eletroquimioluminescência

CM Conselho de Ministros

CL₅₀ Concentração Letal para 50% da população

DGAV Direção-Geral de Alimentação e Veterinária

DL₅₀ Dose Letal para 50% da população

ECHA *European Chemicals Agency* (Agência Europeia das Substâncias Químicas)

EDCC *Europe Direct Contact Centre* (Serviço de Contacto Europe Direct)

EFSA *European Food Safety Authority* (Autoridade Europeia para a Segurança Alimentar)

EM Estados-Membros

EPSPS 5-enolpiruvilchiquimato-3-fosfato sintase

EUROSTAT *European Statistics* (Gabinete de Estatísticas da União Europeia)

FAO *Food and Agriculture Organization* (Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura)

FASI-MECK Injeção de Amostra em Campo Amplificado e Cromatografia Eletrocínética Micelar

FBG Formulações à base de glifosato

FI-MS/MS Injeção de Fluxo acoplada a Espectrometria de Massa

HPLC-MS/MS Cromatografia Líquida de Elevada eficiência acoplada a Espectrometria de Massa em tandem

IARC *International Agency for Research on Cancer* (Agência Internacional para a Investigação do Cancro)

IC-HRMS Cromatografia Iónica acoplada a Espectrometria de Massa de Alta Resolução

IC-MS/MS Cromatografia Iónica acoplada a Espectrometria de Massa em tandem

IUPAC *International Union of Pure and Applied Chemistry* (União Internacional de Química Pura e Aplicada)

LMR Limite Máximo de Resíduo

LOD Limite de Detecção

LOQ Limite de Quantificação

LNH Linfoma não Hodgkin

NOAEL *No Observed Adverse Effect Level* (Nível Sem Efeitos Adversos Observáveis)

OMS Organização Mundial da Saúde

PE Parlamento Europeu

POEA Polioxietilenamida

SPE Extração em fase sólida

UE União Europeia

UHPLC-MS/MS Cromatografia Líquida de Ultra Eficiência acoplada a Espectrometria de Massa em tandem

RESUMO

O glifosato é um herbicida sistêmico, não seletivo e pós emergente. A utilização de glifosato tem crescido ao longo das últimas décadas, sendo que, atualmente é o herbicida mais utilizado a nível mundial.

O aumento do consumo de glifosato ao longo dos anos trouxe também um aumento das preocupações acerca da possível toxicidade deste herbicida e de eventuais consequências para a saúde humana. Devido a isso, nos últimos anos, têm crescido os estudos relativamente aos efeitos do glifosato na saúde humana. No entanto, atualmente, não existe consenso entre a comunidade científica, existindo controvérsia sobre a segurança do glifosato e as suas consequências para a saúde

Em 2015, a Agência Internacional para a Investigação do Cancro (IARC) classificou o glifosato como sendo um provável agente cancerígeno para o ser humano (Grupo 2A). Esta classificação gerou controvérsia na comunidade científica, não existindo atualmente um consenso acerca da carcinogenicidade do glifosato.

Uma vez que o glifosato é aplicado principalmente em campos agrícolas e devido ao crescente aumento do seu consumo nas últimas décadas, têm aumentado as preocupações sobre o impacto que o glifosato e os seus metabolitos possam ter no meio ambiente, uma vez que os seus resíduos podem persistir vários meses no solo.

Devido à dificuldade de deteção e quantificação do glifosato por metodologias tradicionais, têm sido desenvolvidas diversas metodologias analíticas. Atualmente a Cromatografia Líquida de Elevada Eficiência acoplada a Espetrometria de Massa em tandem (HPLC-MS/MS) é o método que apresenta maior sensibilidade.

Diversos estudos têm sido efetuados para avaliar a exposição humana ao glifosato através dos alimentos. Resíduos de glifosato foram detetados em várias amostras, inclusive em alguns casos, acima dos valores legalmente permitidos pelas entidades reguladoras.

A ocorrência de glifosato em valores acima dos legalmente permitidos bem como as suspeitas de efeitos tóxicos deste composto podem promover um risco para a saúde pública.

PALAVRAS-CHAVE: Glifosato; Ocorrência; Toxicidade; Carcinogenicidade; Saúde Pública; Segurança alimentar.

ABSTRACT

Glyphosate is a systemic, broad spectrum and post-emergent herbicide. The use of glyphosate has grown on the last decades and currently it is the most used herbicide worldwide.

The rise of glyphosate consumption over the years brought also an increased concern about its possible toxicity and consequences for the human health. Therefore in recent years, diverse studies have been performed to evaluate the effects of glyphosate in human health. However, a scientific community consensus does not exist at the present time and glyphosate safety and health consequences are controversial.

In 2015, the International Agency for Research on Cancer (IARC) classified glyphosate as probably carcinogenic in humans (Group 2A). This classification generated controversy among the scientific community and currently there is no consensus about glyphosate carcinogenicity.

Since glyphosate is mainly applied in fields and due to its increased consumption in the last decades, concerns about the impact that glyphosate and its metabolites can cause in the environment have raised after findings that these residues can persist several months in soil.

Due to difficulties to detect and quantify glyphosate with conventional methods, numerous analytical methodologies have been developed. Currently, High Performance Liquid Chromatography-tandem Spectrometry Mass (HPLC-MS/MS) is the most sensible method.

Several studies have been conducted in order to assess the human exposure to glyphosate through food. Glyphosate residues have been found in diverse samples and, in certain cases, at levels above the legally authorized by the regulatory entities.

The occurrence of glyphosate at levels above those legally allowed and the suspected toxic effects of this compound can lead to public health risk.

KEYWORDS: Glyphosate; Occurrence; Toxicity; Carcinogenicity; Public Health; Food safety.

I. INTRODUÇÃO

O glifosato é um herbicida pertencente ao grupo dos compostos organofosforados.¹ A função herbicida do glifosato foi descoberta em 1970 por John Franz, um químico do grupo Monsanto[®], que comercializou anos mais tarde a primeira formulação à base de glifosato (FBG), o Roundup[®].²

Hoje em dia, encontram-se registradas centenas de FBG sob diferentes marcas comerciais em mais de 100 países em todo o mundo,³ sendo o glifosato atualmente o herbicida mais utilizado a nível mundial.⁴

O aumento do consumo de glifosato ao longo dos anos trouxe também um aumento das preocupações acerca da possível toxicidade deste herbicida e de eventuais consequências para a saúde humana. Devido a isso, nos últimos anos, têm crescido os estudos relativamente aos efeitos do glifosato na saúde humana.⁵

O uso intensivo de glifosato em campos agrícolas tem suscitado preocupações por parte da comunidade científica sobre o potencial impacto que este herbicida e os metabolitos resultantes da sua degradação, possam ter no meio ambiente e no Homem. Uma vez que resíduos de glifosato têm sido frequentemente detetados no meio ambiente, nomeadamente, em plantas, nos solos, na água, em alimentos e urina humana.⁶

Devido a isso, e à semelhança de outros pesticidas, a comercialização das FBG encontra-se devidamente regulamentada, bem como encontram-se estabelecidos limites legalmente permitidos de resíduos de glifosato em alimentos.

A presente monografia pretende, com base na literatura existente, avaliar a origem e a ocorrência do glifosato em alimentos bem como as suas implicações na saúde ambiental e pública.

2. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS

O glifosato é um herbicida pertencente ao grupo dos compostos organofosforados.¹ Apesar de atualmente o glifosato ser um herbicida, esta função não foi logo verificada aquando da sua síntese em 1950, tendo sido apenas patenteada como tal décadas depois.⁷

Relativamente à sua estrutura química (Figura 1), o glifosato é um *zwitterion*⁸ com funções fosfonato, carboxilato e amino.^{9;10} A estrutura zwitteriônica confere-lhe propriedades de agente quelante para metais trivalentes e quadrivalentes.¹¹

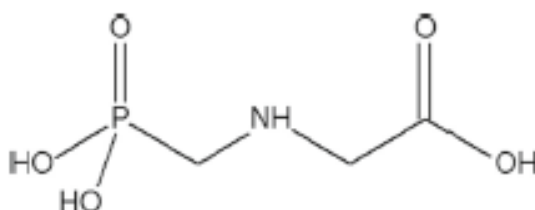


Figura 1 – Estrutura química do glifosato (Adaptado de ZHAN, H. *et al.* (2018)).¹²

A ligação covalente entre os átomos de carbono e fósforo, característica dos compostos organofosforados, confere ao glifosato várias especificidades do ponto de vista químico e físico, nomeadamente, elevada adsorção, ser altamente solúvel em água e ter compatibilidade com outras substâncias químicas.⁹

Sendo uma molécula com elevada polaridade, o glifosato é altamente solúvel em água e muito insolúvel em solventes orgânicos.³ As características físico-químicas particulares do glifosato (Tabela 1), nomeadamente a ausência de um grupo cromóforo ou fluoróforo, ausência de absorção na região do ultravioleta, baixa ionização, baixa volatilidade e elevada hidrofília,¹³ requerem o uso de metodologias analíticas mais complexas para deteção e consequente quantificação deste herbicida.^{6; 14}

Tabela I – Características físico-químicas do glifosato.

| Composto | Glifosato |
|----------------------------------|---|
| Categoria | Compostos organofosforados |
| Função | Herbicida |
| Nome IUPAC | N- (fosfonometil)glicina |
| Número CAS | 1071-83-6 |
| Fórmula Molecular | C ₃ H ₈ NO ₅ P |
| Massa Molecular | 169,1 g/mol |
| Solubilidade | Em água: 10.5 g/L a 20°C Insolúvel em solventes orgânicos |
| Ponto de Fusão (°C) | 189°C |
| Ponto de Ebulição (°C) | Não definido (O glifosato decompõem-se durante o processo de fusão) |
| Temperatura de Decomposição (°C) | 200°C |
| Constante de Dissociação | pKa1 = 2,0; pKa2 = 2,6; pKa3 = 5,6; pKa4 = 10,6 |
| Log Kow | - 3,40 |

8:15

3. FORMULAÇÕES À BASE DE GLIFOSATO

O glifosato na sua forma ácida é menos solúvel do que o sal. Deste modo, as FBG são constituídas por sais de glifosato, nomeadamente isopropilamónio, amónio, sódio, potássio e trimetilsulfónio. De todos os sais de glifosato, o sal de isopropilamónio é o mais usado em agricultura.¹⁰

Para além do glifosato as FBG contêm surfactantes polares tais como polioxietilenamida (POEA), ácido sulfúrico e ácido fosfórico.^{16;17} Estes vão potenciar a ação herbicida do glifosato ao aumentar a sua solubilidade em água bem como promover a sua penetração e absorção na planta.^{2;9}

As FBG devem ter uma pureza mínima em glifosato de cerca de 950 g/kg¹⁵ sendo que as impurezas permitidas e mais frequentemente encontradas são formaldeído (numa quantidade máxima de 1,3 g/kg), N-nitrosoglifosato (numa quantidade máxima de 1 mg/kg) e N-nitroso-fosfonometil glicina.^{17;18}

Hoje em dia, encontram-se registadas centenas de FBG sob diferentes marcas comerciais em mais de 100 países em todo o mundo.³ Em Portugal, a Direção-Geral de Alimentação e Veterinária (DGAV) publica a lista de produtos fitofarmacêuticos com venda autorizada no país. Atualmente encontram-se autorizadas cerca de 90 FBG.¹⁹

3.1. Legislação

O crescimento do consumo das FBG nas últimas décadas trouxe consigo preocupações relativamente à possível toxicidade do glifosato e, conseqüentemente, destas formulações. Em 2016, a renovação da licença de comercialização das FBG foi debatida no Parlamento Europeu (PE), tendo essa resolução sido chumbada.²⁰ Já em 2017, a Comissão Europeia (CE) revogou a decisão tomada anteriormente pelo PE e decidiu renovar a aprovação da venda de glifosato na União Europeia (UE) por um período de 5 anos, isto é, até dezembro de 2022. No entanto, devido às preocupações crescentes relativamente à segurança da POEA, um surfactante presente em diversas FBG, a CE proibiu a comercialização de FBG que contenham esse co-formulante em todos os seus Estados Membros (EM).²¹

Em Portugal, a 24 de março de 2017, o Conselho de Ministros (CM) reuniu-se e procedeu à alteração do Decreto-Lei nº 26/2013,²² tendo sido proibida a utilização de produtos fitofarmacêuticos em todos os espaços públicos.²³ A 29 de novembro de 2019, em adequação com a Diretiva 2019/782 da CE,²⁴ o CM procedeu a nova alteração do Decreto-Lei nº 26/2013 com vista a estabelecer os indicadores de riscos harmonizados acerca da utilização de pesticidas.²⁵

3.2. Consumo

3.2.1. Consumo mundial

No seu primeiro ano de comercialização, em 1974, o consumo de glifosato foi de cerca de 3 mil toneladas. Desde então, o consumo anual de glifosato no mundo (Figura 2) tem aumentado de forma exponencial tendo passado de cerca de 56 mil toneladas em 1994 para mais de 825 mil toneladas em 2014.⁴ Esse aumento exponencial torna-lo no herbicida mais utilizado a nível global,^{26;27} sendo amplamente utilizado na produção agrícola quer em países desenvolvidos quer em países em desenvolvimento.¹⁶

Estimativas revelam que o consumo anual de glifosato vai continuar a aumentar, sendo expectável que nos próximos anos seja atingido o marco de 1 milhão de toneladas de glifosato usadas a nível mundial.¹⁷

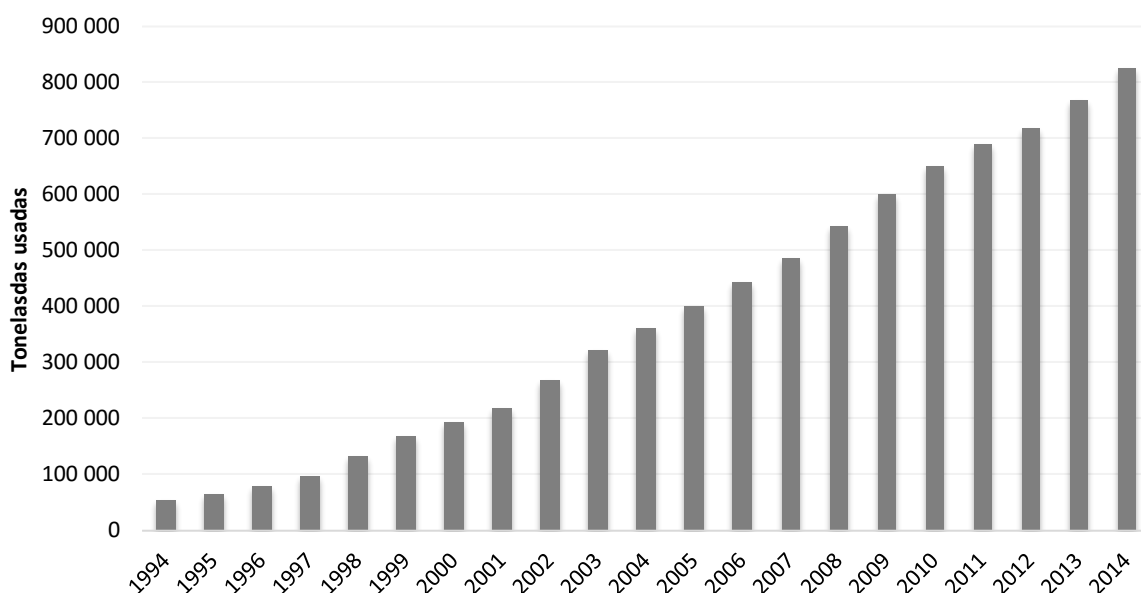


Figura 2 – Evolução do consumo anual de glifosato a nível mundial entre 1994 e 2014 (Dados retirados de BENBROOK, C. (2016)).⁴

3.2.2. Consumo na União Europeia

Relativamente ao consumo de glifosato na UE, a informação que se encontra disponível é escassa. Foi feito um pedido, via eletrónica, ao serviço Europe Direct (EDCC) e ao Gabinete de Estatísticas da União Europeia (EUROSTAT) de dados sobre o consumo de glifosato na UE mas estas entidades referem não ter esses dados (Anexos 1 e 2). Os últimos dados disponibilizados pela UE remontam a 2003²⁸ e encontram-se na Tabela 2. Verifica-se que nesse ano o glifosato é o herbicida mais consumido na UE, no entanto, a quantidade consumida é dada como confidencial.

Tabela 2 – Os 10 herbicidas mais consumidos na UE no ano de 2003.

| | Herbicida | Quantidade (em Toneladas) | Quota de mercado (%) |
|----|---------------|---------------------------|----------------------|
| 1 | Glifosato | c | c |
| 2 | Isoproturão | 12073 | 14.3 |
| 3 | MCPA | 5293 | 6.3 |
| 4 | Pendimetalina | 3141 | 3.7 |
| 5 | 2,4-D | c | c |
| 6 | Trifluralina | 2899 | 3.4 |
| 7 | Acetocloro | 2332 | 2.8 |
| 8 | S-Metalacloro | c | c |
| 9 | Atrazina | 1885 | 2.2 |
| 10 | Metazacloro | 1740 | 2.1 |

c, confidencial

A UE atualiza anualmente os dados relativos ao consumo de pesticidas, nomeadamente dos herbicidas totais, nos seus EM através do EUROSTAT (Anexo 3).²⁹ Deste modo, na Figura 3, encontram-se representadas as vendas de herbicidas em 2011 e 2018. Todos os países partilharam os dados relativos ao consumo de herbicidas exceto a Bulgária e a Croácia em 2011 e a Dinamarca em 2018. Consta-se que no ano de 2018 o país líder na utilização de herbicidas na UE foi a França com cerca de 35 mil toneladas, seguindo-se a Espanha com mais de 16 mil toneladas e a Alemanha com vendas superiores a 14 mil toneladas. Por outro lado, os três países que menos consumiram herbicidas no ano de 2018 foram por ordem crescente Malta, Luxemburgo e Chipre.

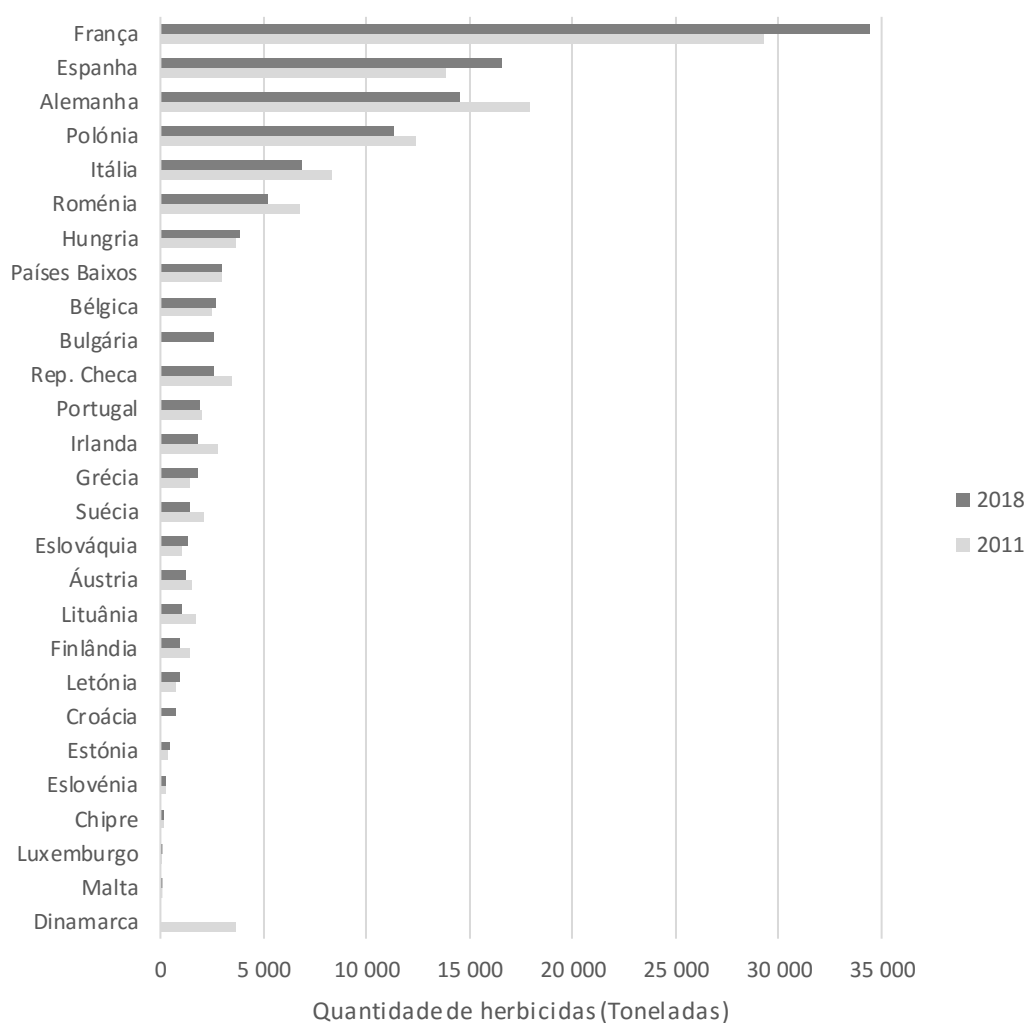


Figura 3 – Evolução das vendas de herbicidas na UE entre 2011 e 2018 (Dados retirados de EUROSTAT (2020)).²⁹

No que diz respeito à evolução percentual das vendas de herbicidas entre 2011 e 2018 (Figura 4), verifica-se que na grande maioria dos países houve uma diminuição nas vendas de herbicidas nesse período, destacando-se Malta, Luxemburgo e Lituânia com quebras nas vendas na ordem de 48%, 47% e 41% respetivamente. Por outro lado, nesse mesmo período,

verificou-se um incremento nas vendas de herbicidas na Letónia, Grécia, Eslováquia, Estónia, Espanha e França de 34%, 26%, 23%, 20%, 20% e 18% respetivamente.

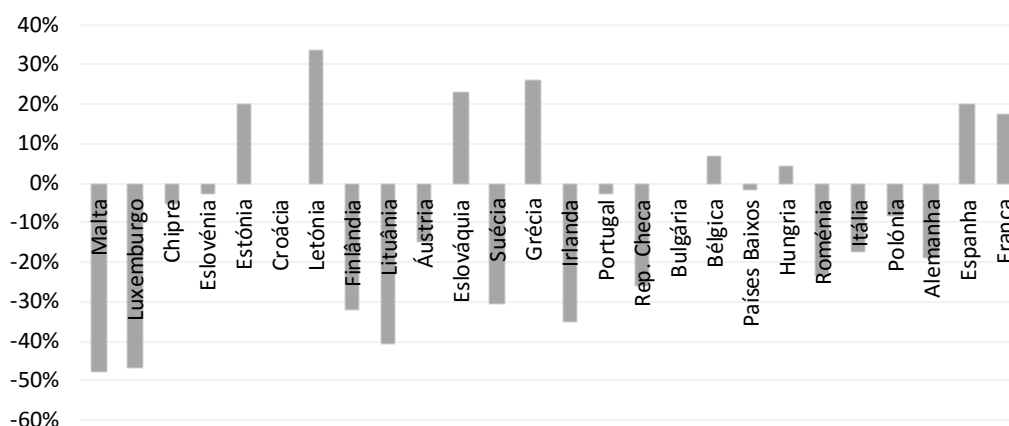


Figura 4 – Evolução percentual das vendas de herbicidas na UE entre 2011 e 2018 (Dados retirados de EUROSTAT (2020)).²⁹

No entanto, as vendas anuais de herbicidas em cada EM da UE não são um indicador da intensidade do uso de um herbicida em cada país. Surge então o conceito de herbicida aplicado por área agrícola (Anexo 4), um dos parâmetros mais importantes para determinar a intensidade do uso de um herbicida.⁴ Deste modo, na Figura 5, verifica-se que os países que mais aplicaram herbicidas por hectare de área agrícola (kg/ha) nos seus terrenos agrícolas em 2011 foram a Bélgica, os Países Baixos e Chipre com 1,83 kg/ha, 1,68 kg/ha e 1,52 kg/ha respetivamente. No ano de 2018, esses mesmos países continuaram a ser os que mais intensamente usavam herbicidas, tendo a Bélgica aumentado para 1,96 kg/ha ao contrário dos Países Baixos e de Chipre que diminuíram para 1,66 kg/ha e 1,43 kg/ha, respetivamente. Por outro lado, os países que menos usaram herbicidas nos seus terrenos agrícolas em 2011 foram a Letónia, a Estónia e a Grécia com 0,37 kg/ha, 0,36kg/ha e 0,32 kg/ha, respetivamente. Já no ano de 2018 foram Irlanda, Lituânia e Malta com respetivamente 0,38 kg/ha, 0,36 kg/ha e 0,30 kg/ha.

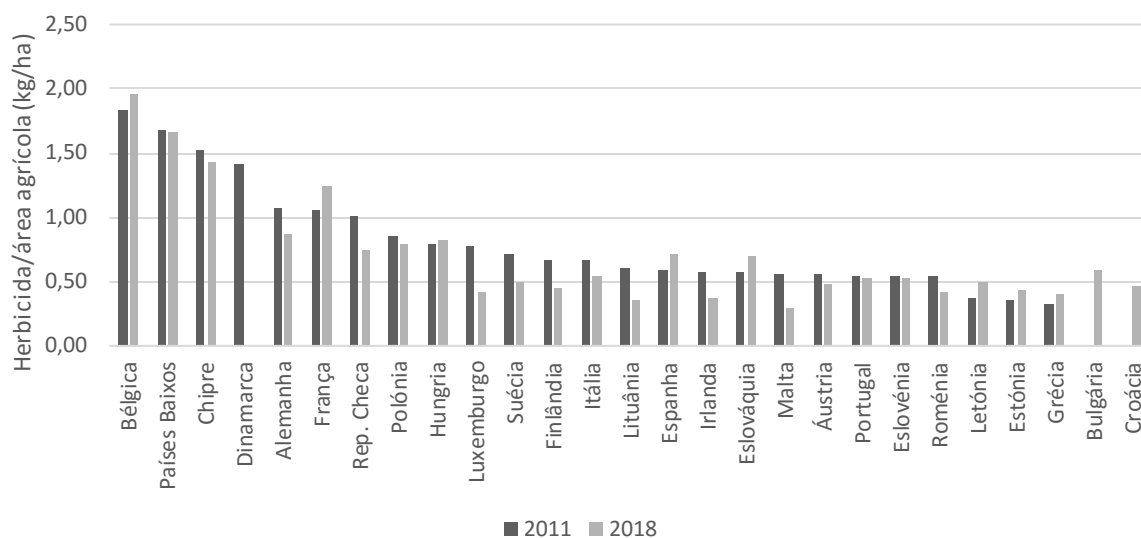


Figura 5 – Evolução da intensidade do uso de herbicidas (kg/ha) na EU entre 2011 e 2018.

Estas variações nos níveis de consumo de herbicidas entre 2011 e 2018 não refletem a variação no consumo de glifosato nesse mesmo período. Deste modo, e uma vez que a UE não possui esses dados, efetuaram-se pesquisas nas devidas instituições de cada EM (sites de parlamentos, ministérios associados ao ambiente e agricultura, plataformas de estatísticas nacionais, entre outros) sobre o consumo de glifosato em cada estado-membro da UE. A grande maioria dos EM não disponibiliza os dados do consumo de cada herbicida, apenas o consumo anual de herbicidas totais (à semelhança do que faz a própria UE). Apenas a Alemanha^{30;31}, a Bélgica³², a Estónia (ainda que com alguns dados anuais confidenciais)³³, a Dinamarca³⁴, a República Checa³⁵⁻⁴¹, a França⁴² e Portugal⁴³⁻⁴⁹ disponibilizam informação sobre o consumo anual de glifosato (Anexo 5).

Na Figura 6 encontram-se os dados recolhidos. Verifica-se que entre 2011 e 2017 a França é o país que mais utilizou glifosato, seguida da Alemanha. Por outro lado, a Estónia e a Bélgica foram os que menos consumiram glifosato. Relativamente à evolução do consumo no período de 2011 e 2017, verifica-se de modo geral uma grande oscilação ano após ano em todos os países, no entanto, verifica-se que no ano de 2017 comparativamente ao ano de 2011, a utilização de glifosato diminuiu na Alemanha, na Dinamarca, em Portugal e na República Checa e aumentou em França e na Bélgica.

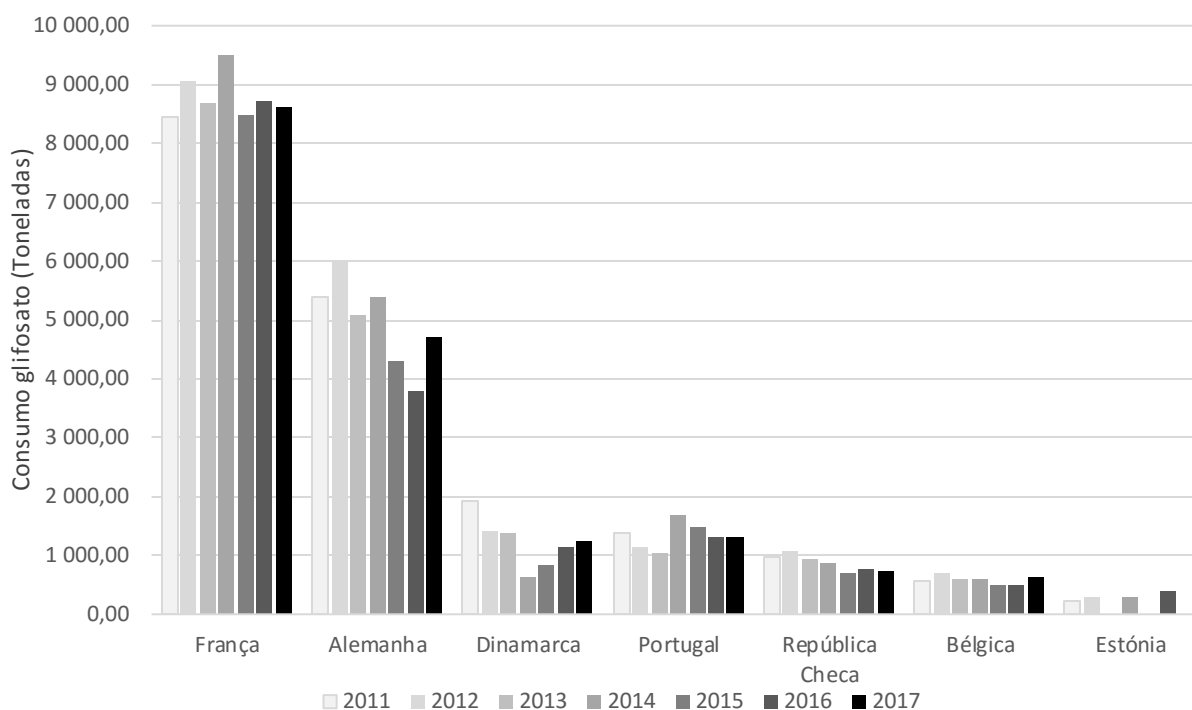


Figura 6 – Consumo de glifosato em alguns países europeus entre 2011 e 2017.

A quantidade de glifosato por área agrícola permite determinar a intensidade do uso deste herbicida nos diferentes países (Anexo 6). Na Figura 7, verifica-se que no ano de 2011, o país que mais intensamente usou glifosato nos seus terrenos agrícolas foi a Dinamarca com 0,74 kg/ha enquanto a Estónia foi o país que menos usou, com 0,23 kg/ha. Relativamente a 2017, a Dinamarca continuou a ser líder com 0,47 kg/ha, já a República Checa foi o país que menos consumiu, com 0,22 kg/ha.

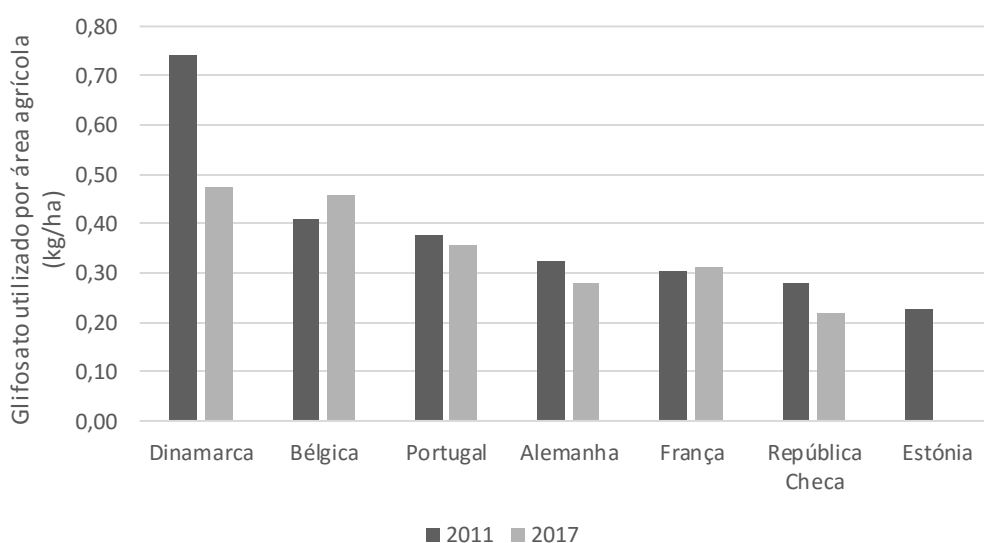


Figura 7 – Evolução da intensidade do uso de glifosato (kg/ha) em alguns países europeus entre 2011 e 2017.

3.2.3. Consumo em Portugal

No que diz respeito ao consumo nacional de glifosato, constata-se que entre 2001 e 2017, houve uma grande oscilação nas vendas deste herbicida (Figura 8). Verifica-se que o consumo em 2017 foi superior a 1300 toneladas, o que representa um aumento de cerca de 93% face à utilização de glifosato em 2001, ano em que foram vendidas 676 toneladas de glifosato. No entanto, observa-se que nesse mesmo período ocorreu uma queda de cerca de 15% na utilização total de herbicidas. Comparando a percentagem de glifosato nas vendas totais de herbicidas ao longo dos anos, conclui-se que este tem cada vez mais peso, passando de cerca de 30% em 2001 para perto de 70% em 2017, consolidando assim o seu estatuto de herbicida mais vendido em território nacional ao longo de todo o século XXI.

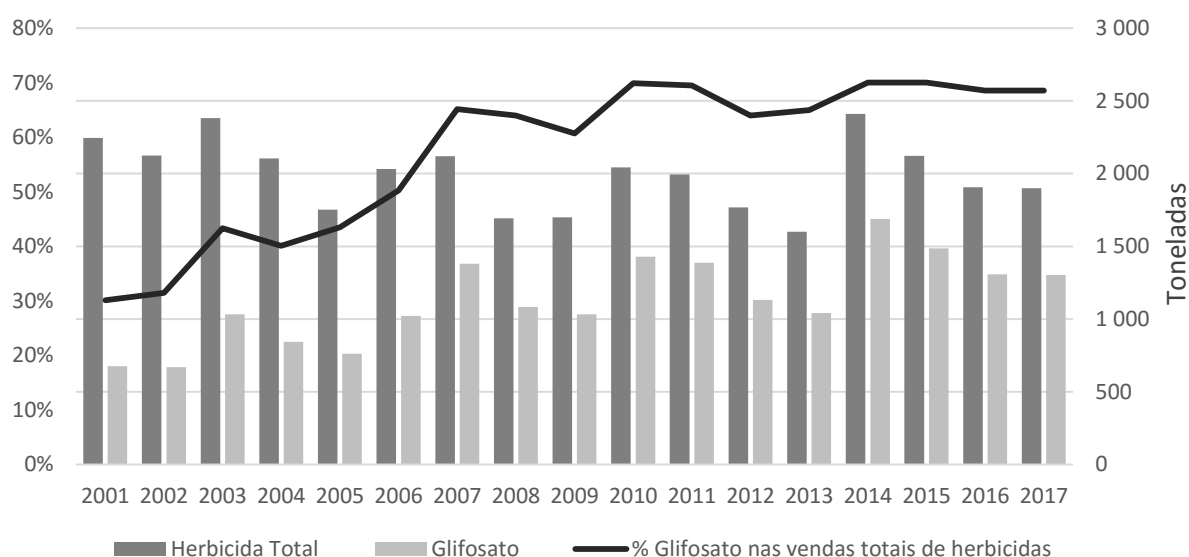


Figura 8 – Vendas de herbicida total e glifosato em Portugal entre 2001 e 2017 (Dados retirados de DIREÇÃO GERAL DE ALIMENTAÇÃO E VETERINÁRIA (2012-2018)⁴³⁻⁴⁹, DIRECÇÃO-GERAL DE AGRICULTURA E DO DESENVOLVIMENTO RURAL (2007-2011)⁵⁰⁻⁵⁴, DIRECÇÃO-GERAL DE PROTECÇÃO DAS CULTURAS (2003-2006)⁵⁵⁻⁵⁸ e VIEIRA, M. (2012)).⁵⁹

Enquadrando o consumo de glifosato em Portugal com o de outros países europeus, nomeadamente, a França e a Alemanha, verifica-se que, em números absolutos, o glifosato é muito menos utilizado em Portugal. No entanto, a intensidade do uso de glifosato em Portugal (kg/ha), é superior face a estes dois países, propiciando uma maior exposição da população Portuguesa a este herbicida.

3.3. Mecanismo de ação nas Plantas

Do ponto de vista da sua ação, o glifosato é um herbicida sistêmico, não seletivo e pós emergente.^{7;60;61} Diz-se de um herbicida que é sistêmico quando é absorvido através da planta, seguido de translocação através desta.³ Um herbicida é não seletivo e pós emergente quando tem ação quer em ervas daninhas quer em relva que já tenham germinado.⁶²

O glifosato atua por inibição da via do chiquimato (Anexo 7), mais concretamente, ao inibir a enzima 5-enolpiruvilchiquimato-3-fosfato sintase (EPSPS) não ocorrendo a síntese de tirosina, triptofano e fenilalanina, aminoácidos essenciais para o crescimento das plantas^{7;30} O glifosato, o único herbicida que inibe a EPSPS, também compromete a produção de metabolitos secundários, como é o caso da lenhina.¹²

4. ABSORÇÃO, DISTRIBUIÇÃO, METABOLISMO E EXCREÇÃO NO HOMEM

4.1. Absorção

Estudos demonstram que quando administrado por via oral, o glifosato possui uma absorção rápida mas incompleta, sendo que apenas cerca de 20 a 30% da dose administrada é absorvida.^{63;64} Outro estudo demonstra que a absorção via oral é menor quando uma dose maior de glifosato é administrada.³

A absorção cutânea do glifosato é limitada, sendo que apenas cerca de 1 a 3% deste herbicida é absorvido.⁶⁴

4.2. Distribuição

Apenas 1% da dose absorvida de glifosato permanece no organismo após 7 dias, o que demonstra que este não se acumula no organismo.⁶³ Foi demonstrado que o glifosato não sofre circulação enterohepática.¹⁵ As maiores concentrações de glifosato no organismo foram detetadas no intestino delgado, no fígado, nos rins e nos ossos.^{3;15;64}

4.3. Metabolismo

O glifosato é fracamente metabolizado quer nas plantas quer nos animais.⁶⁵ Este é excretado maioritariamente inalterado sendo que apenas cerca de 1% sofre metabolização, via hidrólise, originando o ácido aminometilfosfónico (AMPA), o principal metabolito do glifosato.^{60;64}

4.4. Excreção

As fezes são a principal via de eliminação do glifosato, sendo que cerca de 60 a 70% da dose administrada é eliminada por esta via.³ Os restantes 20 a 30% são rapidamente eliminados por via urinária.^{64;66} A excreção via biliar e pulmonar é residual.⁶⁴

Estima-se que o tempo de semi-vida do glifosato esteja compreendido entre 6 e 12 horas. A grande maioria do glifosato e dos seus metabolitos são excretados ao fim de 48 horas, sendo que ao fim de 7 dias já tenham sido praticamente todos eliminados do organismo.^{15;64}

5. IMPLICAÇÕES NA SAÚDE

O aumento do consumo de glifosato ao longo dos anos trouxe também um aumento das preocupações acerca da possível toxicidade deste herbicida e de eventuais consequências para a saúde humana. Devido a isso, nos últimos anos, têm crescido os estudos relativamente aos efeitos do glifosato na saúde humana. No entanto, atualmente, não existe um consenso entre a comunidade científica, existindo controvérsia sobre a segurança do glifosato e as suas consequências para a saúde.⁵

5.1. Parâmetros toxicológicos

Devido ao aumento das preocupações relativas à toxicidade do glifosato, a Autoridade Europeia para a Segurança Alimentar (EFSA) efetuou em 2015 uma revisão do risco associado ao uso de glifosato, tendo sido definidos ou revistos, com base em estudos laboratoriais em coelhos, os seguintes parâmetros toxicológicos:¹⁵

- Nível Sem Efeitos Adversos Observáveis (NOAEL) de 100 mg/kg de peso corporal por dia.
- Ingestão Diária Aceitável (ADI) de 0,5 mg/kg de peso corporal por dia.
- Dose Aguda de Referência (ARfD) de 0,5 mg/kg de peso corporal por dia.
- Nível Aceitável de Exposição do Operador (AOEL) de 0,1 mg/kg de peso corporal por dia.

5.2. Toxicidade Aguda

Uma medida da toxicidade aguda de uma substância é a dose letal para 50% da população (DL_{50}), que corresponde à dose necessária de uma dada substância para matar 50% de uma dada população testada.

Através de diversos estudos experimentais em ratos, várias instituições determinaram os DL_{50} para as vias oral e dérmica. A nível europeu a EFSA, em 2015, definiu uma DL_{50} superior a 2000 mg/kg de peso corporal tanto para a via oral como para a via dérmica.¹⁵ A nível mundial, a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO) e a Organização Mundial da Saúde (OMS), num parecer conjunto, definiram, em 2016, uma DL_{50} de 5600 mg/kg para a via oral e superior a 2000 mg/kg de peso corporal para a via dérmica.⁶⁴

Uma vez que o glifosato é pulverizado em campos agrícolas,¹⁶ outra medida útil é a concentração letal para 50% da população (CL_{50}), que corresponde à concentração de uma dada substância no ar que durante um determinado tempo provoca a morte a 50% da população em estudo. Enquanto a EFSA definiu uma CL_{50} superior a 5 mg/L de ar para um período de exposição de 4 horas,¹⁵ a FAO definiu uma CL_{50} superior a 5,46 mg/L de ar para o mesmo período de exposição.⁶⁴

Segundo a classificação de toxicidade aguda utilizada nos Estados Unidos, o glifosato é classificado na categoria IV como sendo uma substância praticamente sem toxicidade.³

Estudos observacionais efetuados em trabalhadores que aplicavam FBG demonstram que o glifosato causa irritação ocular severa e irritação cutânea moderada.^{15;64} A Agência Europeia das Substâncias Químicas (ECHA) classifica o glifosato como sendo um irritante ocular, uma vez que causa graves danos oculares.⁶⁷

Casos de toxicidade aguda em humanos foram detetados após ingestão acidental ou intencional de FBG levando a perda de peso, perturbações gastrointestinais, pulmonares, renais e hepáticas.^{64;68}

5.3. Toxicidade crónica

5.3.1. Toxicidade em órgãos-alvo

Diversos estudos têm sido efetuados nos últimos anos para avaliar a toxicidade do glifosato e dos FBG em órgãos-alvo.

Um estudo revelou que a exposição ao glifosato está associada a problemas gastrointestinais, nomeadamente, a um aumento de doença celíaca.⁶⁹

Estudos demonstraram os efeitos cardiotoxicos do glifosato no ser humano, através da detecção de anomalias no eletrocardiograma, nomeadamente um prolongamento do segmento QT e arritmias após exposições repetidas a doses concentradas de FBG.^{70;71} Diversos estudos demonstraram que o glifosato e as FBG podem provocar *stress* oxidativo e causar dano em determinados órgãos, nomeadamente no fígado devido ao aumento dos radicais livres de oxigénio.^{18;72}

Em 2017, um estudo efetuado em ratos demonstrou que uma exposição crónica a baixas concentrações de FBG tem efeitos hepatotóxicos. Verificaram-se alterações no proteoma e metaboloma hepático que demonstraram uma sobreposição com os biomarcadores da doença do fígado gordo não alcoólico e a sua evolução para esteato-hepatite não alcoólica. O que comprova uma disfunção hepática associada à exposição ao FBG.⁷³

Em 2019, um estudo efetuado em ratos demonstrou que uma exposição crónica a FBG é nefrotóxica, levando a perda de células tubulares por apoptose.⁷⁴ Adicionalmente, diversos casos de doença renal crónica de etiologia desconhecida têm surgido nos últimos anos em zonas do Sri Lanka onde se verificava um uso intensivo de FBG. Suspeita-se que o glifosato é a possível causa de essa doença renal crónica, contudo, ainda nenhum estudo demonstrou essa associação.⁷⁵

No entanto, o último relatório da ECHA sobre o glifosato, publicado em 2017, afirmava que o glifosato não apresentava toxicidade em órgãos-alvo no ser humano.⁶⁷

5.3.2. Citotoxicidade

Recentemente, têm sido feitos estudos com células humanas para avaliar a citotoxicidade do glifosato e das FBG.

Um estudo realizado com eritrócitos humanos evidenciou que as FBG provocavam alterações morfológicas nessas células.⁷⁶ Outro estudo realizado com células hepáticas, pulmonares e nervosas demonstrou que existe um risco de citotoxicidade associado às FBG mas esse risco poderá não estar diretamente relacionado com o glifosato mas sim com os outros constituintes das FBG.⁷⁷

5.3.3. Carcinogenicidade

Nos últimos anos, diversas agências nacionais bem como internacionais efetuaram uma avaliação da carcinogenicidade do glifosato. No entanto, esta avaliação não reúne consenso por parte da comunidade científica e existe, hoje em dia, uma grande controvérsia relativamente ao estatuto do glifosato enquanto agente carcinogénico. As divergências nos

resultados entre as diferentes agências podem resultar de diferenças na recolha de dados (inclusão ou exclusão de determinados estudos científicos), métodos de análise e interpretação de resultados que possam ser ambíguos.⁵

Em 2015, a IARC classificou o glifosato no grupo 2A, ou seja, “cancerígeno provável para os humanos”. Esta classificação tem por base evidências insuficientes da carcinogenicidade em humanos (estudos revelaram uma associação positiva entre o glifosato e Linfomas não Hodgkin (LNH)) e evidências satisfatórias em estudos clínicos em animais.^{18;78}

Esta conclusão da IARC foi fortemente criticada pela comunidade científica devido à ausência de evidências concretas de carcinogenicidade em humanos.

No mesmo ano, a EFSA publicou um relatório evidenciando a ausência de uma associação clara entre o glifosato e cancro em humanos, o que culminou na ausência de necessidade de classificar o glifosato relativamente à carcinogenicidade.¹⁵

Em 2016, a FAO e a OMS emitiram um relatório conjunto acerca de resíduos de pesticidas em alimentos onde concluíram que é improvável que seres humanos expostos ao glifosato através da alimentação venham a desenvolver um processo de carcinogénese e, conseqüentemente, que o glifosato não é carcinogénico.⁶⁴ Um ano depois, em 2017, a ECHA, à semelhança da EFSA, concluiu que o glifosato não era um agente carcinogénico.⁶⁷

Relativamente às agências nacionais, a Comissão de Segurança Alimentar do Japão, em 2016,⁶⁸ a Autoridade Australiana de Pesticidas e Medicamentos Veterinários, em 2017⁷⁹ e a Agência da Proteção Ambiental dos Estados- Unidos, em 2019,^{63;80} concluíram que o glifosato não é carcinogénico.

No entanto, em 2019, a Agência para o Registo de Substâncias Tóxicas e Doenças (ATSDR), dos Estados Unidos, num relatório sobre a toxicidade do glifosato, concluiu, à semelhança da IARC, que existe um potencial risco de cancro associado ao uso de glifosato e FBG.^{81;82}

Relativamente a estudos recentes, uma meta-análise publicada em 2019 evidenciou um aumento de risco de LNH em indivíduos fortemente expostos a FBG⁸³ enquanto uma revisão de estudos epidemiológicos publicada em 2020 revela uma ausência de associação entre a exposição ao glifosato e a ocorrência de LNH.⁸⁴

5.3.4. Neurotoxicidade

Estudos *in vitro* em células humanas demonstraram que uma baixa exposição diária ao glifosato pode comprometer o funcionamento da acetilcolinesterase levando a uma desregulação na transmissão dos impulsos nervosos e consequente aparecimento de distúrbios neurológicos.¹⁶

No entanto, estudos efetuados em animais demonstram uma ausência de neurotoxicidade mesmo a concentrações elevadas, pelo que, diversas instituições, incluindo a EFSA e a FAO não consideram o glifosato uma substância neurotóxica.^{15;63;64;68}

5.3.5. Genotoxicidade

Em 2015, a IARC classificou o glifosato como um agente genotóxico com base em estudos que evidenciaram que o glifosato e as FBG provocavam danos nos cromossomas e no ácido desoxirribonucleico (ADN) de mamíferos e em células humanas *in vitro*.^{18;78}

Nos anos seguintes, diversas instituições internacionais, incluindo a EFSA e a FAO, publicaram relatórios acerca da toxicidade do glifosato onde foi evidenciado que o glifosato não tinha um potencial genotóxico em humanos.^{15;64}

De modo a avaliar o potencial genotóxico do glifosato, diversos estudos foram efetuados nos últimos anos. Em 2017, um estudo *in vitro* evidenciou que o glifosato pode induzir dano no ADN em leucócitos humanos e alterações epigenéticas em células animais.⁸⁵ Uma revisão sistemática, publicada em 2019, revela que existe um efeito genotóxico associado à exposição a FBG porém a genotoxicidade poderá não estar diretamente associada ao glifosato mas sim à POEA, um surfactante presente nas FBG.²

5.3.6. Teratogenicidade

Diversos estudos epidemiológicos realizados em diversos países sul-americanos reportaram que existe um aumento de malformações em fetos em zonas de grande aplicação de FBG, evidenciando, assim, o potencial teratogénico deste herbicida.⁸⁶

No entanto, a FAO, em 2016, concluiu no seu relatório sobre pesticidas que o glifosato não é teratogénico. Esta conclusão assenta sobre diversos estudos efetuados em ratos em que não se verificaram efeitos teratogénicos com doses diárias de até 3500 mg de glifosato por quilograma de peso corporal.⁶⁴

5.3.7. Desregulação endócrina

Atualmente, nenhuma instituição nacional ou internacional incluiu o glifosato na lista dos desreguladores endócrinos por falta de estudos que evidenciem uma interação do glifosato com o sistema endócrino em mamíferos.^{15;63}

No entanto, estudos efetuados com células humanas e animais demonstraram que longas exposições a baixas doses de glifosato e FBG poderão causar perturbações no sistema endócrino.⁷²

Apesar de diversas entidades não considerarem o glifosato como tóxico, diversos estudos reportam efeitos de toxicidade, pelo que, até que haja clarificação sobre esta temática deve imperar o princípio da precaução.

6. IMPACTO AMBIENTAL

Uma vez que o glifosato é aplicado principalmente em campos agrícolas e devido ao crescente aumento do seu consumo nas últimas décadas, têm crescido as preocupações sobre o impacto que o glifosato e os seus metabolitos possam ter no meio ambiente.⁸³

O glifosato é degradado no meio ambiente, nomeadamente nos solos, por bactérias através de duas vias, sendo que a via predominante é a que resulta na formação do principal metabolito do glifosato, o AMPA por ação da glifosato-oxirredutase (Anexo 8). No entanto, a decomposição do glifosato também ocorre nas próprias plantas levando a que resíduos de glifosato e de AMPA também possam ser encontrados em produtos vegetais.¹⁶

Dependendo do clima e do solo onde as FBG são aplicadas, resíduos quer de glifosato quer de AMPA, podem persistir no solo até cerca de 6 meses.⁸⁷ O facto de o glifosato persistir vários meses no meio ambiente pode originar uma série de desequilíbrios nos ecossistemas.¹⁷ Um estudo revelou que o glifosato causa alterações estruturais na população microbiana dos solos, proporcionando o desenvolvimento de fungos fitopatogénicos.¹² Outro estudo concluiu que o glifosato tinha um impacto direto na morfologia e reprodução de diversas espécies de minhocas.⁹

Por outro lado, verificou-se que o glifosato tem a capacidade de contaminar os ecossistemas aquáticos⁶⁹, o que levou a que a ECHA tenha, em 2017, classificado o glifosato como sendo “tóxico para a vida aquática com efeitos persistentes”.⁶⁷

7. LIMITE MÁXIMO DE RESÍDUO

O Limite Máximo de Resíduo (LMR) corresponde à quantidade máxima legalmente permitida de resíduos de um dado contaminante em alimentos para consumo humano.¹¹ Na UE, a CE é responsável por fixar os LMRs permitidos em géneros alimentícios (Anexo 9).⁸⁸

Em 2019, a pedido da CE foi efetuada uma revisão do LMR do glifosato pela EFSA, a entidade máxima pela segurança alimentar a nível europeu.⁸⁹ No entanto, apesar da EFSA já ter publicado essa revisão, até à presente data, os LMRs para o glifosato ainda não foram atualizados pela CE.⁹⁰

8. METODOLOGIAS ANALÍTICAS

As características físico-químicas do glifosato, nomeadamente, o baixo peso molecular, a elevada polaridade, a ausência de absorção no ultravioleta, a elevada solubilidade em água, a baixa ionização e a baixa volatilidade, tornam-no num composto difícil de detetar com metodologias analíticas convencionais.^{13;14;91}

Por outro lado, a ausência de um grupo cromóforo na estrutura do glifosato dificulta a sua deteção diretamente através de cromatografia acoplada a um fotómetro, sendo necessário recorrer a uma derivatização para aumentar a sensibilidade do método.¹⁰

Deste modo, têm sido desenvolvidas inúmeras metodologias analíticas alternativas para detetar e quantificar o glifosato em alimentos (Tabela 3).

O limite de deteção (LOD) e o limite de quantificação (LOQ) são dois parâmetros fundamentais para avaliar a sensibilidade de um método analítico. O LOD e o LOQ representam a menor concentração de um determinado analito que é possível detetar e quantificar, respetivamente. Quanto menores forem os valores de LOD e LOQ maior será a sensibilidade de uma metodologia analítica. Uma metodologia analítica adequada para a deteção de glifosato em alimentos, é aquela que possui valores de LOD e LOQ bastantes inferiores ao LMR.

Atualmente, o método que possui maior sensibilidade e seletividade¹¹ para a avaliação do glifosato em alimentos é a HPLC-MS/MS, sendo também o método recomendado pelo Laboratório de Referência da União Europeia para Resíduos de Pesticidas.⁹² No entanto, existem outras metodologias que apresentam boa sensibilidade, nomeadamente a UHPLC-

MS/MS em legumes e frutas com LOQ de 3 $\mu\text{g}/\text{kg}$ e FASI-MEKS em cereais com LOQ de 100 $\mu\text{g}/\text{kg}$, valores cerca de 30 e 100 vezes inferiores aos LMRs definidos, respetivamente.

Por outro lado, a utilização de IC-HRMS em alimentos de origem animal e de FI-MS em frutas e legumes não é adequada uma vez que são metodologias que apresentam LOQ superiores aos LMRs definidos.

Tabela 3 – Metodologias analíticas utilizadas na detecção de glifosato.

| Matriz | Método de extração | Metodologia Analítica | LOD (µg/kg) | LOQ (µg/kg) | Referência Bibliográfica |
|---|--|-----------------------|-------------|-------------|--------------------------|
| Mel Peixe Carne de vaca | Sonicção com uma mistura de água acidificada a 1% e metanol (7:3) | IC-HRMS | nd | 43 | 6 |
| | | | | 51 | |
| | | | | 65 | |
| Mel | SPE seguida de derivatização | HPLC-MS/MS | nd | 1 | 27 |
| Mel | Centrifugação com metanol | UHPLC-MS/MS | nd | 50 | 93 |
| Inhame | Centrifugação seguida de derivatização | HPLC-MS/MS | 40 | 120 | 14 |
| Maçã Uva Grão-de-bico | SPE | FI-MS/MS | nd | 500 | 92 |
| | | | | 500 | |
| | | | | 2000 | |
| Frutas e Legumes | Centrifugação com uma mistura de água e metanol (1:1) | IC-MS/MS | 25 | nd | 94 |
| Sumo de fruta Legumes Puré de fruta | Centrifugação com metanol acidificado | UHPLC-MS/MS | nd | 3 | 95 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Uva | SPE | HPLC-MS/MS | 60 | 190 | 96 |
| Frutas e Legumes | SPE | HPLC-MS/MS | 1,2 | 5 | 97 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Goiaba | SPE | CE-ECL | 10 | nd | 98 |
| Trigo | SPE seguida de derivatização | FASI-MEKC | 30 | 100 | 99 |
| Arroz Milho | Centrifugação com uma mistura de água e metanol acidificado a 1% (1:1) | HPLC-MS/MS | 2 | 10 | 100 |
| | | | 4 | | |
| Cereais | Ultrasonicação com água | HPLC-MS/MS | 20 | nd | 101 |
| Soja Milho | SPE | HPLC-MS/MS | 140 | 420 | 102 |
| | | | 150 | | |

| Óleo | Centrifugação com água acidificada a 1 % | HPLC-MS/MS | 3,3 | 10 | 60 |
|--|--|------------|------------|----------|-----|
| Cerveja | SPE | HPLC-MS/MS | 0,2 | 0,5 | 103 |
| Diversos alimentos Diversas bebidas | SPE | HPLC-MS/MS | 0,3 0,2 | 1 0,5 | 65 |
| Diversos alimentos | SPE seguida de derivatização | HPLC-MS/MS | 1,7 | 5 | 104 |

CE-ECL – Eletroforese Capilar e Eletroquimioluminescência

FASI-MEKC – Injeção de Amostra em Campo Amplificado e Cromatografia Eletrocinética Micelar

FI-MS/MS – Injeção de Fluxo acoplada a Espetrometria de Massa *em tandem*

HPLC-MS/MS – Cromatografia Líquida de Elevada Eficiência acoplada a Espetrometria de Massa *em tandem*

IC-HRMS – Cromatografia Iônica acoplada a Espetrometria de Massa de Alta Resolução

IC-MS/MS – Cromatografia Iônica acoplada a Espetrometria de Massa *em tandem*

nd – não determinado

SPE – Extração em Fase Sólida

UHPLC-MS/MS – Cromatografia Líquida de Ultra Eficiência acoplada a Espetrometria de Massa *em tandem*

9. OCORRÊNCIA

Como já referido, o aumento do consumo de glifosato nas últimas décadas, tem causado preocupações por parte da comunidade científica sobre o impacto que este pode ter na saúde do ser humano. Deste modo, foram realizados estudos em diversos países para avaliar a exposição humana ao glifosato através da análise de diferentes categorias de alimentos.

9.1. Azeite

Uma vez que, a nível mundial, a Espanha é um dos principais produtores de azeitonas e de azeite, foi realizado um estudo em Almería, no sul da Espanha que teve como objetivo avaliar o glifosato existente em diferentes tipos de azeite e óleos bem como certificar que os níveis de glifosato estavam conformes ao LMR de 100 µg/kg definido pela CE.⁹⁰ Num total de 25 amostras analisadas, não foram detetados resíduos de glifosato em nenhuma das amostras (o método analítico utilizado apresentava um LOD de 3,3 µg/kg)⁶⁰

9.2. Mel

A aplicação de glifosato em campos agrícolas pode levar à deposição de resíduos desse herbicida no meio ambiente, nomeadamente nas flores. Para além das abelhas serem insetos polinizadores são também produtoras de mel através da recolha de néctar das flores. Deste modo, diversos estudos têm sido realizados para avaliar o glifosato em amostras de mel (Tabela 4).

Tabela 4 – Ocorrência de glifosato em amostras de mel.

| País | Número Amostras | Frequência deteção (%) | Mínimo (µg/kg) | Média (µg/kg) | Máximo (µg/kg) | Referência Bibliográfica |
|--------------------------|-----------------|------------------------|----------------|---------------|----------------|--------------------------|
| Canadá | 200 | 98,5 | 1 | 4,9 | 49,8 | 27 |
| Suíça | 16 | 93,8 | < 1 | 4,6 | 15,9 | 65 |
| Estónia | 33 | 12,1 | 9 | 35 | 62 | 93 |
| Estados Unidos | 85 | 28,2 | 15 | 92,4 | 342 | 105 |
| Diversos países europeus | 186 | 12,9 | nd | nd | nd | 106 |

nd, não determinado

Os estudos realizados no Canadá²⁷ e na Suíça⁶⁵ detetaram a presença de glifosato em praticamente todas as amostras, no entanto, em valores inferiores ao LMR de 50 µg/kg.⁹⁰

Já no estudo efetuado na Estónia, apesar do glifosato ter sido detetado num número reduzido de amostras, existiam 2 amostras que continham níveis de glifosato superiores ao LMR.⁹³

Nos Estados Unidos, detetaram-se resíduos em cerca de 30% das amostras, sendo que destas, mais de metade apresentavam valores muito superiores ao LMR, incluindo uma amostra que apresentou um nível 7 vezes acima do permitido.¹⁰⁵

Por outro lado, um estudo multinacional conduzido pela EFSA revelou que em 186 amostras de mel, 24 continham glifosato, sendo que 8 destas tinham valores superiores aos legalmente permitidos.¹⁰⁶

9.3. Frutas e frutos secos

Diversos estudos têm sido realizados para avaliar o glifosato em amostras de frutas e frutos secos (Tabela 5).

Tabela 5 – Ocorrência de glifosato em amostras de frutas e frutos secos.

| País | Matriz | Número Amostras | Frequência deteção (%) | Mínimo (µg/kg) | Média (µg/kg) | Máximo (µg/kg) | Referência Bibliográfica |
|---------------------------------|---------------|-----------------|------------------------|----------------|---------------|----------------|--------------------------|
| Suíça | Sumo de fruta | 11 | 100 | 0,5 | 1,9 | 3,5 | 65 |
| França | Frutas | 6 | 0 | < 5 | < 5 | < 5 | 104 |
| China | Frutas | 15 | 6,7 | 20 | 20 | 20 | 97 |
| Diversos países europeus | Pera | 627 | 1,0 | nd | nd | nd | 106 |
| | Laranja | 625 | 0,8 | nd | nd | nd | |
| | Maçã | 340 | 0,3 | nd | nd | nd | |
| | Morango | 308 | 0,3 | nd | nd | nd | |
| | Mirtilo | 68 | 4,4 | nd | nd | nd | |
| | Lima | 58 | 5,2 | nd | nd | nd | |
| | Passas | 48 | 2,1 | nd | nd | nd | |
| Portugal | Laranja | 11 | 0 | < 100 | <100 | < 100 | 107 |
| | Pera | 13 | 0 | < 100 | <100 | <100 | |

nd, não determinado

Em França, foram analisadas 6 amostras, sendo que não foram detetados resíduos de glifosato em nenhuma das amostras.¹⁰⁴ Outro estudo, realizado na China, detetou a presença de glifosato numa amostra de pera, no entanto, em valores inferiores ao LMR de 100 µg/kg.^{90,97}

Já num estudo suíço, todas as amostras de sumo de fruta analisadas continham glifosato, porém, nenhuma amostra excedia o LMR permitido.⁶⁵

Por outro lado, um estudo multinacional conduzido pela EFSA, em que foi analisado um grande número de amostras de diferentes tipos de frutas, revelou a presença de glifosato num número reduzido de amostras, sendo que apenas 1 amostra de pera possuía valores superiores ao legalmente permitido.¹⁰⁶

Em Portugal, a DGAV é a autoridade responsável pelo controlo dos resíduos de pesticidas em alimentos.⁶¹ O último relatório publicado, referente ao ano de 2017, revela que em todos os produtos de origem vegetal testados, não foram detetados resíduos de glifosato e, por consequente, o LMR de glifosato não foi ultrapassado.¹⁰⁷

9.4. Leguminosas

Um estudo realizado na Suíça⁶⁵ detetou a presença de resíduos de glifosato em cerca de metade das amostras de leguminosas analisadas, no entanto, nenhuma das amostras excedia o LMR de 10 000 µg/kg definido pela CE.⁹⁰ Um estudo multinacional realizado pela EFSA em 2017¹⁰⁶ em amostras de lentilhas secas, feijão e soja, também detetou a presença de glifosato em várias amostras, no entanto, com valores dentro dos legalmente permitidos (Tabela 6).

Tabela 6 – Ocorrência de glifosato em leguminosas.

| País | Matriz | Número Amostras | Frequência deteção (%) | Mínimo (µg/kg) | Média (µg/kg) | Máximo (µg/kg) | Referência Bibliográfica |
|--------------------------|-----------------|-----------------|------------------------|----------------|---------------|----------------|--------------------------|
| Suíça | Leguminosas | 41 | 51,2 | < 1 | 173,3 | 2 948 | 65 |
| Diversos países europeus | Lentilhas secas | 79 | 41,8 | nd | nd | nd | 106 |

nd, não determinado

9.5. Cereais e derivados

A aplicação de glifosato em campos agrícolas onde se efetue o cultivo de cereais pode levar à acumulação de resíduos deste herbicida no solo e nos cereais. Deste modo, diversos estudos determinaram os teores de glifosato em diversos tipos de cereais bem como em alimentos à base de cereais (Tabela 7).

Tabela 7 – Ocorrência de glifosato em cereais e em produtos à base de cereais.

| País | Matriz | Número Amostras | Frequência detecção (%) | Mínimo (µg/kg) | Média (µg/kg) | Máximo (µg/kg) | Referência Bibliográfica |
|---------------------------------|---------------------------|-----------------|-------------------------|----------------|---------------|----------------|--------------------------|
| Suíça | Cereais de pequeno-almoço | 10 | 80 | < 1 | 50,8 | 291 | 65 |
| | Trigo | 18 | 88,9 | < 1 | 134,9 | 421 | |
| | <i>Snacks</i> | 11 | 36,4 | < 1 | 3,7 | 17,9 | |
| | Pão | 10 | 70 | < 1 | 6,9 | 45,8 | |
| | Farinha de trigo | 28 | 28,6 | < 1 | 10,6 | 133 | |
| | Pseudocereais | 3 | 0 | < 1 | < 1 | < 1 | |
| | Outros cereais | 13 | 15,4 | < 1 | 1,2 | 12,4 | |
| Itália | Farinha de trigo | 4 | 0 | < 30 | < 30 | < 30 | 99 |
| | Sementes de trigo | 1 | 100 | 243 000 | 243 000 | 243 000 | |
| França | Cereais de pequeno-almoço | 2 | 100 | 6 | 20 | 34 | 104 |
| Diversos países europeus | Trigo | 676 | 9,0 | nd | nd | nd | 106 |
| | Centeio | 534 | 3,4 | nd | nd | nd | |
| | Arroz | 266 | 0,4 | nd | nd | nd | |
| | Aveia | 61 | 4,9 | nd | nd | nd | |
| | Cevada | 51 | 23,5 | nd | nd | nd | |
| | Linho | 48 | 16,7 | nd | nd | nd | |
| | Pseudocereais | 45 | 8,9 | nd | nd | nd | |

nd, não determinado

Um estudo realizado na Suíça detetou a presença de resíduos de glifosato em diversas amostras, sendo que cerca de 90% das amostras de trigo, 80% das amostras de cereais de pequeno-almoço e 70% das amostras de pão tinham resíduos de glifosato. Algumas amostras continham valores de glifosato superiores ao LMR, nomeadamente uma amostra de pão com valores 4 vezes superiores ao legalmente permitido e 3 amostras de cereais de pequeno-almoço com valores até 29 vezes superiores ao LMR de 10 µg/kg definido pela CE.^{65;90} Também amostras de cereais de pequeno-almoço analisadas num estudo francês continham níveis superiores aos legalmente permitidos.¹⁰⁴

Outro estudo efetuado em Itália, detetou numa amostra de sementes de trigo níveis de glifosato cerca de 25 vezes superiores ao valor legalmente permitido de 10 000 µg/kg.^{90;99}

Por outro lado, num estudo multinacional realizado pela EFSA em 2017, foram analisadas diversas amostras dos principais tipos de cereais cultivados na Europa. Os resultados revelaram que existiam resíduos de glifosato numa baixa percentagem de amostras, sendo que, 6 amostras de centeio, 4 de pseudocereais e 1 de arroz apresentavam níveis que excediam o LMR.¹⁰⁶

9.6. Produtos hortícolas

Nos últimos anos, diversos países efetuaram estudos com o objetivo de avaliar os níveis de glifosato em produtos hortícolas (Tabela 8).

Tabela 8 – Ocorrência de glifosato em produtos hortícolas.

| País | Matriz | Número Amostras | Frequência deteção (%) | Mínimo (µg/kg) | Média (µg/kg) | Máximo (µg/kg) | Referência Bibliográfica |
|---------------------------------|------------------|-----------------|------------------------|----------------|---------------|----------------|--------------------------|
| Gana | Inhame | 68 | 20,5 | < 120 | < 120 | < 120 | ¹⁴ |
| Suíça | Batata e legumes | 10 | 30 | < 1 | 1,3 | 7,7 | ⁶⁵ |
| França | Legumes | 14 | 0 | < 5 | < 5 | < 5 | ¹⁰⁴ |
| Itália | Legumes | 83 | 18,1 | 3 | nd | 300 | ⁹⁵ |
| China | Legumes | 35 | 0 | < 5 | < 5 | < 5 | ⁹⁷ |
| Diversos países europeus | Espargo | 319 | 0,9 | nd | nd | nd | ¹⁰⁶ |
| | Pimentão | 215 | 0,5 | nd | nd | nd | |
| | Ervilhas | 20 | 25 | nd | nd | nd | |

nd, não determinado

Estudos realizados em França¹⁰⁴ e na China⁹⁷ não detetaram a presença de glifosato em diversos legumes. No Gana, 68 amostras de inhame foram analisadas, sendo que em 14 foram detetados resíduos de glifosato, no entanto, em níveis inferiores ao LOQ.¹⁴ Já no estudo suíço, um terço das amostras analisadas continham resíduos de glifosato no entanto em valores inferiores aos LMR de 100 µg/kg e 500 µg/kg⁹⁰ definidos para legumes e batatas, respetivamente.⁶⁵

Por outro lado um outro estudo efetuado em Itália⁹⁵, bem como um estudo multinacional realizado pela EFSA¹⁰⁶ detetaram resíduos de glifosato acima do valor legalmente permitido em 2 amostras de legumes enlatados e numa amostra de espargo, respetivamente.

9.7. Produtos de origem animal

Devido ao aumento exponencial verificado nas últimas décadas da utilização de glifosato na agricultura, um estudo realizado na Suíça⁶⁵, pretendeu detetar e quantificar os resíduos de glifosato existentes em diferentes amostras de produtos de origem animal (Tabela 9).

Tabela 9 – Ocorrência de glifosato em produtos de origem animal.

| País | Matriz | Número Amostras | Frequência deteção (%) | Mínimo (µg/kg) | Média (µg/kg) | Máximo (µg/kg) | Referência Bibliográfica |
|-------|---------------|-----------------|------------------------|----------------|---------------|----------------|--------------------------|
| Suíça | Leite | 3 | 0 | < 0,5 | < 0,5 | < 0,5 | 65 |
| | Ovo | 1 | 0 | < 1 | < 1 | < 1 | |
| | Carne e peixe | 13 | 23,1 | < 1 | 0,8 | 4,9 | |

Os resultados demonstraram a presença de resíduos de glifosato em 23,1% das amostras de carne e peixe, no entanto, nenhuma apresentava valores superiores ao LMR de 50 µg/kg estabelecido.⁹⁰

9.8. Alimentos para lactentes

Alimentos para lactentes têm sido analisados em diversos estudos (Tabela 10). Estudos efetuados em França¹⁰⁴ e na Suíça⁶⁵ não detetaram a presença de glifosato, enquanto um estudo italiano detetou a presença de glifosato em 2 amostras, no entanto, nenhuma apresentava níveis superiores ao LMR de 10 µg/kg definido.¹⁰⁶

Tabela 10 – Ocorrência de glifosato em alimentos para lactentes.

| País | Matriz | Número Amostras | Frequência deteção (%) | Mínimo (µg/kg) | Média (µg/kg) | Máximo (µg/kg) | Referência Bibliográfica |
|--------|--------------------------|-----------------|------------------------|----------------|---------------|----------------|--------------------------|
| Suíça | Alimentos para lactentes | 11 | 0 | < 1 | < 1 | < 1 | 65 |
| França | Alimentos para lactentes | 71 | 0 | < 2 | < 2 | < 2 | 104 |
| Itália | Alimentos para lactentes | 15 | 13,3 | 3 | 3 | 3 | 95 |

9.9. Água

Nos últimos anos, têm sido realizados estudos para avaliar a presença de glifosato na água (Tabela II).

Tabela II – Ocorrência de glifosato na água.

| País | Matriz | Número Amostras | Frequência detecção (%) | Mínimo ($\mu\text{g/L}$) | Média ($\mu\text{g/L}$) | Máximo ($\mu\text{g/L}$) | Referência Bibliográfica |
|---------------------------------|------------------------|-----------------|-------------------------|----------------------------|---------------------------|----------------------------|--------------------------|
| Suíça | Água de superfície | 151 | 0 | < 0,02 | < 0,02 | < 0,02 | 108 |
| México | Água subterrânea | 29 | 89,7 | < 0,05 | 0,94 | 1,70 | 109 |
| | Água engarrafada | 15 | 86,7 | < 0,05 | 0,48 | 0,78 | |
| Alemanha | Água de superfície | 39 | 59 | < 0,025 | 0,12 | 0,59 | 110 |
| Estados Unidos | Diversos tipos de água | 3732 | 39,4 | < 0,02 | nd | 476 | 111 |
| Diversos países europeus | Água de superfície | 50 805 | 28,9 | < 0,003 | nd | 50 | 112 |
| | Água subterrânea | 36 298 | 1,3 | < 0,01 | nd | 24 | |

nd, não disponível

Um estudo efetuado na Suíça não detetou a presença de glifosato nas amostras de água de superfície analisadas.¹⁰⁸ Já outro estudo, realizado no México, detetou a presença de glifosato em praticamente todas as amostras de água analisadas, sendo que todas tinham valores muito superiores aos legalmente permitidos.¹⁰⁹ Também um estudo alemão revelou a presença de glifosato em 23 das 39 amostras analisadas. Destas, 10 continham resíduos de glifosato acima do LMR (0,1 $\mu\text{g/L}$).^{110;113}

Outro estudo realizado nos Estados Unidos, envolvendo diversos tipos de amostras de água, detetou a presença de glifosato em 1470 das 3732 amostras analisadas. Uma amostra apresentava valores cerca de 5000 vezes superior ao valor legalmente permitido.¹¹¹

Por outro lado, num estudo europeu foram analisadas milhares de amostras de águas de superfície e águas subterrâneas de diversos países. Em cerca de 30% das amostras de águas de superfície detetaram-se resíduos de glifosato, sendo que destas, 80% apresentavam valores muito superiores ao LMR, incluindo um amostra que apresentou um nível 500 vezes acima do permitido. Já apenas 1% das amostras de águas subterrâneas continham glifosato, sendo que destas, mais de metade apresentavam valores que excediam o LMR, incluindo uma amostra com um valor 240 vezes acima do permitido.¹¹²

9.10. Bebidas alcoólicas

Apesar da CE não definir LMR em vinho e cerveja⁹⁰, estudos têm sido efetuados para avaliar o glifosato nessas bebidas alcoólicas (Tabela 12).

Tabela 12 – Ocorrência de glifosato em bebidas alcoólicas.

| País | Matriz | Número Amostras | Frequência de detecção (%) | Mínimo (µg/L) | Média (µg/L) | Máximo (µg/L) | Referência Bibliográfica |
|---------|---------|-----------------|----------------------------|---------------|--------------|---------------|--------------------------|
| Suíça | Vinho | 21 | 100 | 0,6 | 4,8 | 18,9 | 65 |
| | Cerveja | 15 | 13,3 | < 0,5 | 0,6 | 6,8 | |
| Letónia | Cerveja | 100 | 92 | < 0,5 | 7,5 | 150 | 103 |

Um estudo efetuado na Suíça revelou a presença de resíduos de glifosato em todas as amostras de vinho analisadas, até um máximo de 18,9 µg/L e a presença de glifosato em 2 das 15 amostras de cervejas.⁶⁵ Apesar de não existir um LMR no vinho, podemos, para efeitos de análise de dados, tomar como referência o LMR da água que é de 0,1 µg/L e verificar que todas as amostras detetadas ultrapassam esse valor.¹¹³

Outro estudo efetuado na Letónia, analisou os níveis de glifosato existentes em 100 amostras de cerveja. Os resultados revelaram a presença de resíduos desse herbicida em 92 amostras, sendo que uma amostra apresentava níveis de glifosato de 150 µg/L. Tendo em conta o LMR da água, verificamos que todas as amostras detetadas ultrapassam significativamente esse valor.¹⁰³

Face aos resultados dos estudos, conclui-se que é urgente estabelecer um LMR para bebidas alcoólicas.

9.11. Discussão dos resultados

De um modo geral, verifica-se que resíduos de glifosato são frequentemente detetados nos diversos grupos de alimentos. Apesar de, na grande maioria das vezes, os valores detetados estarem dentro dos legalmente permitidos, existem grupos de alimentos em que os LMRs foram ultrapassados. Por ordem decrescente de frequência de detecção tem-se a água, o mel, os cereais e derivados e os produtos hortícolas. Relativamente aos valores detetados, o grupo alimentício que gera maior preocupação é a água, uma vez que é aquele com valores mais elevados em relação ao LMR, sendo que diversas amostras chegam a ter níveis cerca de 5000 vezes superiores aos permitidos.

10. CONCLUSÕES

A nível mundial, verifica-se que nas últimas décadas houve um crescimento na utilização de glifosato. Já a nível europeu, apenas existe divulgação do consumo de herbicidas na UE, não existindo divulgação sobre o consumo de glifosato, o que impede verificar a evolução do seu consumo.

Por outro lado, o aumento do consumo de glifosato ao longo dos anos trouxe também um aumento das preocupações acerca da possível toxicidade deste herbicida e de eventuais consequências para a saúde humana. Atualmente, não existe um consenso por parte da comunidade científica acerca da toxicidade do glifosato, nomeadamente sobre o possível potencial carcinogénico deste herbicida. Deste modo, é necessário realizarem-se mais estudos independentes para avaliar a toxicidade do glifosato enquanto substância ativa mas sobretudo efetuarem-se estudos nas FBG, pois poderão existir constituintes da formulação que apresentem toxicidade para o ser humano.

Numa altura em que aumentam as preocupações ambientais, questiona-se o possível impacto ambiental que o glifosato possa ter, sendo que diversos estudos já demonstraram que tanto o glifosato como os seus metabolitos têm a capacidade de se acumularem nos solos bem como de contaminar os ecossistemas aquáticos.

A CE é a entidade responsável por fixar os LMRs permitidos em alimentos na Europa, sendo estes limites periodicamente revistos. A EFSA efetuou uma revisão do LMR do glifosato em 2019 a pedido da CE, no entanto, até ao momento verifica-se que a CE ainda não adotou esses valores, pelo que é essencial o fazer o quanto antes, sob pena de os relatórios de controlo nacional de resíduos de pesticidas de cada EM não identificarem adequadamente amostras que podem colocar em risco a saúde pública.

Por fim, diversos estudos têm sido conduzidos em diversos países no sentido de avaliar a exposição humana ao glifosato através dos alimentos. Resíduos de glifosato têm sido detetados num grande número de amostras, inclusive em valores que excedem os legalmente permitidos, o que pode colocar em risco, as populações mais vulneráveis, como as crianças e idosos. É fundamental que se aumente o número de estudos bem como o número de amostras analisadas em cada estudo de modo a que se tenha uma maior perceção da contaminação de amostras com resíduos de glifosato. De referir que, atualmente, não existe nenhum estudo científico, que abarque os diferentes alimentos, realizado em Portugal, pelo que é essencial que se realize um num futuro próximo para se conhecer melhor a realidade portuguesa, uma vez que no nosso país se tem verificado um aumento da utilização de glifosato ano após ano.

11. BIBLIOGRAFIA

1. **Comission Regulation (EU) 2017/269 of 16 february 2017.** Official Journal of the European Union: L. 40/4 (2017) [Consultado a 21 de março de 2020]. Disponível em: <https://www.eur-lex.europa.eu>.
2. **DAVOREN, M.J.; SCHIESTL, R.H. - Glyphosate-based herbicides and cancer risk: A post-IARC decision review of potential mechanisms, policy and avenues of research.** Carcinogenesis. ISSN 14602180. 39:10 (2018) 1207–1215.
3. **WILLIAMS, G.M.; KROES, R.; MUNRO, I.C. - Safety evaluation and risk assessment of the herbicide Roundup and its active ingredient, glyphosate, for humans.** Regulatory Toxicology and Pharmacology. ISSN 02732300. 31:21 (2000) 117–165.
4. **BENBROOK, C.M. - Trends in glyphosate herbicide use in the United States and globally.** Environmental Sciences Europe. ISSN 21904715. 28:1 (2016) 1–15.
5. **TARAZONA, J. V. ; COURT-MARQUES, D.; TIRAMANI, M.; REICH, H.; PFEIL, R.; ISTACE, F.; CRIVELLENTI, F. - Glyphosate toxicity and carcinogenicity: a review of the scientific basis of the European Union assessment and its differences with IARC.** Archives of Toxicology. ISSN 14320738. 91:8 (2017) 2723–2743.
6. **CHIESA, L. M.; NOBILE, M.; PANSERI, M.; ARIOLI, F. - Detection of glyphosate and its metabolites in food of animal origin based on ion-chromatography-high resolution mass spectrometry (IC-HRMS).** Food Additives and Contaminants - Part A Chemistry, Analysis, Control, Exposure and Risk Assessment. ISSN 19440057. 36:4 (2019) 592–600.
7. **BAI, S. H.; OGBOURNE, S. M. - Glyphosate: environmental contamination, toxicity and potential risks to human health via food contamination.** Environmental Science and Pollution Research. ISSN 16147499. 23:19 (2016) 18988–19001.
8. **NATIONAL CENTER FOR BIOTECHNOLOGY INFORMATION - Glyphosate | C3H8NO5P - PubChem.** (16 de setembro de 2004) [Consultado a 20 de março de 2020]. Disponível em: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Glyphosate>
9. **VILLARREAL-CHIU, J.F.; ACOSTA-ACORTÉS, A.G.; KUMAR, S.; KAUSHIK, G. - Biological Limitations on Glyphosate Biodegradation.** Em SINGH, R.; KUMAR, S. (Eds.) - Green Technologies and Environmental Sustainability. [S.l.] : Springer International Publishing, 2017. ISBN 9783319506548. p. 179–201.
10. **OLIVEIRA, P.C.; MAXIMIANO, E.M.; OLIVEIRA, P.A.; CAMARGO, J.S.; FIORUCCI,**

- A.R.; ARRUDA, G.J. - **Direct electrochemical detection of glyphosate at carbon paste electrode and its determination in samples of milk, orange juice, and agricultural formulation.** Journal of Environmental Science and Health - Part B Pesticides, Food Contaminants, and Agricultural Wastes. ISSN 15324109. 53:12 (2018) 817–823.
11. VICINI, J.L.; REEVES, W.R.; SWARTHOUT, J.T; KARBERG, K.A. - **Glyphosate in livestock: Feed residues and animal health.** Journal of Animal Science. ISSN 15253163. 97:11 (2019) 4509–4518.
12. ZHAN, H.; FENG, Y.; FAN, X.; CHEN,S. - **Recent advances in glyphosate biodegradation.** Applied Microbiology and Biotechnology. ISSN 14320614. 102:12 (2018) 5033–5043.
13. SIMONETTI, E.; CARTAUD, G.; QUINN, R.M.; MAROTTI, I.; DINELLI, G. - **An interlaboratory comparative study on the quantitative determination of glyphosate at low levels in wheat flour.** Journal of AOAC International. ISSN 10603271. 98:6 (2015) 1760–1768.
14. WUMBEI, A.; GOETEYN, L.; LOPEZ, E.; HOUBRAKEN, M.; SPANOGHE, P. - **Glyphosate in yam from Ghana.** Food Additives and Contaminants: Part B Surveillance. ISSN 19393229. 12:4 (2019) 231–235.
15. EFSA - **Conclusion on the peer review of the pesticide risk assessment of the active substance glyphosate.** EFSA Journal. ISSN 18314732. 13:11 (2016).
16. VAN BRUGGEN, A.H.C.; HE, M.M; SHIN, K.; MAI, V.; JEONG, K.C.; FINCKH, M.R.; MORRIS, J.G - **Environmental and health effects of the herbicide glyphosate.** Science of the Total Environment. ISSN 18791026. 616–617:2018) 255–268.
17. AGOSTINI, L.P.; DETTOGNI, R.S.; DOS REIS, R.S.; STUR, E.; DOS SANTOS, E.V.W.; VENTORIM, D.P.; GARCIA, F.M.; CARDOSO, R.C.; GRACELI, J.B.; LOURO, I.D. - **Effects of glyphosate exposure on human health: Insights from epidemiological and in vitro studies.** Science of the Total Environment. ISSN 18791026. 705:2020) 135808.
18. IARC - **Glyphosate.** Em IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans - volume 112: Some organophosphate insecticides and herbicides. Lyon : Agência Internacional para a Investigação do Cancro, 2017. ISBN 9789283201786v. 112. p. 321–412.
19. DIREÇÃO GERAL DE ALIMENTAÇÃO E VETERINÁRIA - **Guia dos Produtos Fitofarmacêuticos Lista dos Produtos com venda autorizada.** 2016. Lisboa.
20. **Resolução do Parlamento Europeu, de 13 de abril de 2016.** 2016/2624(RSP) (2016)

[Consultado a 20 de março de 2020]. Disponível em: <http://europarl.europa.eu>

21. **Regulamento de Execução (UE) 2017/2324 da Comissão de 12 de dezembro de 2017.** Jornal Oficial da União Europeia: L 333/11 (2017) [Consultado a 20 de março de 2020]. Disponível em <http://www.eur-lex.europa.eu>

22. **Decreto do Presidente da República n.º 52/2013 de 11 de abril.** Diário da República, 1ª série-N.º 71 (2013) [Consultado a 7 de abril de 2020]. Disponível em: www.dre.pt

23. **Decreto-Lei n.º 35/2017 de 24 de Março do Ministério da Agricultura, Florestas e Desenvolvimento Rural.** Diário da República, 1.ª série — N.º 60 (2017) - [Consultado a 20 de março de 2020]. Disponível em: www.dre.pt

24. **Diretiva (UE) 2019/782 da Comissão de 15 de maio de 2019.** Jornal Oficial da União Europeia: L.127/4 (2019) [Consultado a 7 de abril de 2020]. Disponível em: www.eur-lex.europa.eu/

25. **Decreto-Lei n.º 169/2019 de 29 de Novembro da Presidência do Conselho de Ministros.** Diário da República, 1ª Série-Nº 230 (2019) [Consultado a 7 de abril de 2020]. Disponível em: www.dre.pt

26. CONRAD, A.; SCHRÖTER-KERMANI, C.; HOPPE, H.W.; RÜTER, M.; PIEPER, S.; KOLOSSA-GEHRING, M. - **Glyphosate in German adults – Time trend (2001 to 2015) of human exposure to a widely used herbicide.** International Journal of Hygiene and Environmental Health. ISSN 1618131X. 220:1 (2017) 8–16.

27. THOMPSON, T.S.; VAN DEN HEEVER, J.P.; LIMANOWKA, R.E. - **Determination of glyphosate, AMPA, and glufosinate in honey by online solid-phase extraction-liquid chromatography-tandem mass spectrometry.** Food Additives and Contaminants - Part A Chemistry, Analysis, Control, Exposure and Risk Assessment. ISSN 19440057. 36:3 (2019) 434–446.

28. MUTHMAN, Rainer - **The use of plant protection products in the European Union Data 1992-2003 2007 edition.** Luxembourg : Eurostat Statistical Books, 2007. ISBN 9279038907.

29. EUROSTAT - **Sales of pesticides by type of pesticides.** 2020. [Consultado a 20 de março de 2020]. Disponível em: <https://ec.europa.eu/eurostat/tgm/refreshTableAction.do?tab=table&plugin=1&pcode=tai02&language=en>

30. JANSON, M. - **So viel Glyphosat kommt in Deutschland zum Einsatz**, [Consultado a 20 de março de 2020]. Disponível em: <https://de.statista.com/infografik/17416/glyphosatz-absatz-in-deutschland/>.
31. **Folgen aus der Gefährdung von Bestäubern und der Umwelt durch Neonikotinoide und andere Pestizidwirkstoffe**. Drucksache 18/6490 [Consultado a 21 de março de 2020]. Disponível em: <http://dip21.bundestag.de/dip21/btd/18/064/1806490.pdf>
32. SPF SANTÉ PUBLIQUE SÉCURITÉ DE LA CHAÎNE ALIMENTAIRE ET ENVIRONNEMENT - **Données de vente des produits phytopharmaceutiques en Belgique**. [Consultado a 20 de março de 2020]. Disponível em: <https://fytoweb.be/fr/plan-de-reduction/vigilance/donnees-de-vente>
33. REBANE, R.; VOORO, K.; NURK, G.; LEISK, Ü.; LAHF, M.; METSUR, M. - **Uuring pestitsiidide koormuse allikate ja päritolu selgitamiseks nitraaditundlikul alal** Tallinn. 2017.
34. ØRUM, J.E.; MARTENSEN, K.Ø. - **Bekæmpelsesmiddelstatistik 2017: Behandlingshyppighed og pesticidbelastning baseret på salg og forbrug**. København. 2019. ISBN 9788770380539.
35. MUSIL, B. - **Czech Republic - Usage of active substances in 2011**. Brno. 2012. Disponível em: http://eagri.cz/public/web/file/439602/celek_2011_EN.pdf
36. MUSIL, B. - **Czech Republic - Usage of active substances in 2012**. Brno 2013. Disponível em: http://eagri.cz/public/web/file/439598/celek_2012_EN.pdf
37. MUSIL, B. - **Czech Republic - Usage of active substances in 2013**. Brno. 2014. Disponível em: http://eagri.cz/public/web/file/439536/celek_2013_EN.pdf
38. MUSIL, B. - **Czech Republic - Usage of active substances in 2014**. Brno. 2015. Disponível em: http://eagri.cz/public/web/file/439456/celek_2014_EN.pdf
39. MUSIL, B. - **Czech Republic - Usage of active substances in 2015**. Brno. 2016. Disponível em: http://eagri.cz/public/web/file/477476/Spotreba_UL_2015_EN_CELEK.pdf
40. MUSIL, B. - **Czech Republic - Usage of active substances in 2016**. Brno. 2017. Disponível em: http://eagri.cz/public/web/file/537723/celek_2016_EN.pdf
41. MUSIL, B. - **Czech Republic - Usage of active substances in 2017**. Brno. 2018. Disponível em: http://eagri.cz/public/web/file/587988/celek_2017_EN.pdf

42. COMMISSARIAT GÉNÉRAL AU DÉVELOPPEMENT DURABLE - **Plan de réduction des produits phytopharmaceutiques et sortie du glyphosate : état des lieux des ventes et des achats en France.** DATALAB Essentiel. 172 (2019).
43. DIREÇÃO GERAL DE ALIMENTAÇÃO E VETERINÁRIA - **Vendas de Produtos Fitofarmacêuticos em Portugal em 2011.** Lisboa: [s.n.]. 2012.
Disponível em: <http://www.dgv.min-agricultura.pt/portal/page/portal/DGV>
44. DIREÇÃO GERAL DE ALIMENTAÇÃO E VETERINÁRIA - **Vendas de Produtos Fitofarmacêuticos em Portugal em 2012.** Lisboa : [s.n.]. 2013.
Disponível em: <http://www.dgv.min-agricultura.pt/portal/page/portal/DGV>
45. DIREÇÃO GERAL DE ALIMENTAÇÃO E VETERINÁRIA - **Vendas de Produtos Fitofarmacêuticos em Portugal em 2013.** Lisboa : [s.n.]. 2015.
Disponível em: <http://www.dgv.min-agricultura.pt/portal/page/portal/DGV>
46. DIREÇÃO GERAL DE ALIMENTAÇÃO E VETERINÁRIA - **Vendas de Produtos Fitofarmacêuticos em Portugal em 2014.** Lisboa : [s.n.]. 2016.
Disponível em: <http://www.dgv.min-agricultura.pt/portal/page/portal/DGV>
47. DIREÇÃO GERAL DE ALIMENTAÇÃO E VETERINÁRIA - **Vendas de Produtos Fitofarmacêuticos em Portugal em 2015.** Lisboa : [s.n.]. 2017.
Disponível em: <http://www.dgv.min-agricultura.pt/portal/page/portal/DGV>
48. DIREÇÃO GERAL DE ALIMENTAÇÃO E VETERINÁRIA - **Vendas de Produtos Fitofarmacêuticos em Portugal em 2016.** Lisboa : [s.n.]. 2017.
Disponível em: <http://www.dgv.min-agricultura.pt/portal/page/portal/DGV>
49. DIREÇÃO GERAL DE ALIMENTAÇÃO E VETERINÁRIA - **Vendas de Produtos Fitofarmacêuticos em Portugal em 2017.** Lisboa : [s.n.]. 2018.
Disponível em: <http://www.dgv.min-agricultura.pt/portal/page/portal/DGV>
50. DIREÇÃO-GERAL DE AGRICULTURA E DO DESENVOLVIMENTO RURAL - **Vendas de Produtos Fitofarmacêuticos em Portugal em 2006.** Oeiras : [s.n.]. 2007.
Disponível em: <http://www.dgv.min-agricultura.pt/portal/page/portal/DGV>
51. DIREÇÃO-GERAL DE AGRICULTURA E DO DESENVOLVIMENTO RURAL - **Vendas de Produtos Fitofarmacêuticos em Portugal em 2007.** Lisboa : [s.n.]. 2008.
Disponível em: <http://www.dgv.min-agricultura.pt/portal/page/portal/DGV>

52. DIRECÇÃO-GERAL DE AGRICULTURA E DO DESENVOLVIMENTO RURAL - **Vendas de Produtos Fitofarmacêuticos em Portugal em 2008**. Lisboa : [s.n.]. 2009. Disponível em: <http://www.dgv.min-agricultura.pt/portal/page/portal/DGV>
53. DIRECÇÃO-GERAL DE AGRICULTURA E DO DESENVOLVIMENTO RURAL - **Vendas de Produtos Fitofarmacêuticos em Portugal em 2009**. Lisboa : [s.n.]. 2010. Disponível em: <http://www.dgv.min-agricultura.pt/portal/page/portal/DGV>
54. DIRECÇÃO-GERAL DE AGRICULTURA E DO DESENVOLVIMENTO RURAL - **Vendas de Produtos Fitofarmacêuticos em Portugal em 2010**. Lisboa : [s.n.]. 2011. Disponível em: <http://www.dgv.min-agricultura.pt/portal/page/portal/DGV>
55. DIRECÇÃO-GERAL DE PROTECÇÃO DAS CULTURAS - **Vendas de Produtos Fitofarmacêuticos em Portugal em 2002**. Oeiras : [s.n.]. 2003. Disponível em: <http://www.dgv.min-agricultura.pt/portal/page/portal/DGV>
56. DIRECÇÃO-GERAL DE PROTECÇÃO DAS CULTURAS - **Vendas de Produtos Fitofarmacêuticos em Portugal em 2003**. Oeiras : [s.n.]. 2005. Disponível em: <http://www.dgv.min-agricultura.pt/portal/page/portal/DGV>
57. DIRECÇÃO-GERAL DE PROTECÇÃO DAS CULTURAS - **Vendas de Produtos Fitofarmacêuticos em Portugal em 2004**. Oeiras : [s.n.]. 2005. Disponível em: <http://www.dgv.min-agricultura.pt/portal/page/portal/DGV>
58. DIRECÇÃO-GERAL DE PROTECÇÃO DAS CULTURAS - **Vendas de Produtos Fitofarmacêuticos em Portugal em 2005**. Oeiras : [s.n.]. 2006. Disponível em: <http://www.dgv.min-agricultura.pt/portal/page/portal/DGV>
59. VIEIRA, Maria - **Venda de produtos fitofarmacêuticos em Portugal 2001-2008**. Revista de Ciências Agrárias. 35 (2012) 11–22. Disponível em: http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0871-018X2012000100002
60. CHIARELLO, M.; JIMÉNEZ-MEDINA, M.L.; SAÉZ, J.M.; MOURA, S.; FRENICH, A.G.; ROMERO-GONZÁLEZ, R, - **Fast analysis of glufosinate, glyphosate and its main metabolite, aminomethylphosphonic acid, in edible oils, by liquid chromatography coupled with electrospray tandem mass spectrometry**. Food Additives and Contaminants - Part A Chemistry, Analysis, Control, Exposure and Risk Assessment. ISSN 19440057. 36:9 (2019) 1376–1384.

61. AUTORIDADE DE SEGURANÇA ALIMENTAR E ECONÓMICA - **Sabe o que é o Glifosato**. [Consultado a 20 de março de 2020]. Disponível em: <https://www.asae.gov.pt/ficheiros-externos-2016/sabe-o-que-e-o-glifosato-maio.aspx>
62. FORAGE INFORMATION SYSTEM - **Distinguish between selective and non-selective herbicides and give an example of each**. [Consultado a 26 de março de 2020]. Disponível em: <https://forages.oregonstate.edu/nfgc/eo/onlineforagecurriculum/instructormaterials/availablelectopics/weeds/herbicides>
63. REEVES, W.R.; MCGUIRE, M.K.; STOCKES, M.; VICINI, J.L. - **Assessing the Safety of Pesticides in Food: How Current Regulations Protect Human Health**. *Advances in Nutrition*. ISSN 21565376. 10:1 (2019) 80–88.
64. FAO/WHO - **Pesticide residues in food 2016**. Rome : [s.n.]. 2016. Disponível em: <http://www.fao.org/3/a-i5693e.pdf>
65. ZOLLER, O.; RHYN, P.; RUPP, H.; ZARN, J.A.; GEISER, C. - **Glyphosate residues in Swiss market foods: monitoring and risk evaluation**. *Food Additives and Contaminants: Part B Surveillance*. ISSN 19393229. 11:2 (2018) 83–91.
66. VAN ENENNAAM, A.L.; YOUNG, A.E. - **Detection of dietary DNA, protein, and glyphosate in meat, milk, and eggs**. *Journal of Animal Science*. ISSN 15253163. 95:7 (2017) 3247–3269. doi: 10.2527/jas2016.1346.
67. EUROPEAN CHEMICALS AGENCY - **Proposing harmonised classification and labelling at EU level of glyphosate**. Helsinki : [s.n.]. 2017. Disponível em: <http://echa.europa.eu/harmonised-classification-and-labelling-consultation/>
68. FOOD SAFETY COMMISSION OF JAPAN - **Glyphosate: Summary**. *Food Safety*. 2016; 4 (3): 93–102.
69. RUEDA-RUZAFÁ, L.; CRUZ, F.; ROMAN, P.; CARDONA, D. - **Gut microbiota and neurological effects of glyphosate**. *NeuroToxicology*. ISSN 18729711. 75: (2019) 1–8.
70. GRESS, S.; LEMOINE, S.; SÉRALINI, G.E.; PUDDU, P.E. - **Glyphosate-Based Herbicides Potently Affect Cardiovascular System in Mammals: Review of the Literature**. *Cardiovascular Toxicology*. ISSN 15590259. 15:2 (2015) 117–126.
71. BRUNETTI, R. - **Electrocardiographic abnormalities associated with acute glyphosate toxicity**. *HeartRhythm Case Reports*. ISSN 22140271. 6:2 (2020) 63–66.

72. MESNAGE, R.; MARADEY, J.A.; DEARMIN, R.S.; BELFORD, P.W.; BHAVE, P.D. - **Potential toxic effects of glyphosate and its commercial formulations below regulatory limits.** Food and Chemical Toxicology. ISSN 18736351. 84:2015) 133–153.
73. MESNAGE, R.; DEFARGE, N.; DE VENDÔMOIS, J.S.; SÉRALINI, G.E - **Multiomics reveal non-alcoholic fatty liver disease in rats following chronic exposure to an ultra-low dose of Roundup herbicide.** Scientific Reports. ISSN 20452322. 7:July 2016 (2017) 1–15.
74. GAO, H.; CHEN, J.; DING, F.; CHOU, X.; ZHANG, X.; WAN, Y.; HU J.; WU, Q. - **Activation of the N-methyl-d-aspartate receptor is involved in glyphosate-induced renal proximal tubule cell apoptosis.** Journal of Applied Toxicology. ISSN 10991263. 39:8 (2019) 1096–1107.
75. GUNARATHNA, S.; GUNAWARDANA, B.; JAYAWEERA, M.; MAWATUNGE, J.; ZOYSKA, K. - **Glyphosate and AMPA of agricultural soil, surface water, groundwater and sediments in areas prevalent with chronic kidney disease of unknown etiology, Sri Lanka.** Journal of Environmental Science and Health - Part B Pesticides, Food Contaminants, and Agricultural Wastes. ISSN 15324109. 53:11 (2018) 729–737.
76. MEFTAUL, I.M.; VENKATESWARLU, K.; DHARMARAJAN, R.; ANNAMALAI, P.; ASADUZZAMAN, P.; RARVEN, A.; MEGHARAJ, M. - **Controversies over human health and ecological impacts of glyphosate: Is it to be banned in modern agriculture?** Environmental Pollution. ISSN 02697491. (2020) 72.
77. HAO, Y.; ZHANG, Y.; NI, H.; GAO, J.; YANG, Y.; XU, W.; TAO, L. - **Evaluation of the cytotoxic effects of glyphosate herbicides in human liver, lung, and nerve.** Journal of Environmental Science and Health - Part B Pesticides, Food Contaminants, and Agricultural Wastes. ISSN 15324109. 54:9 (2019) 737–744.
78. GUYTON, K.Z.; LOOMIS, D.; GROSS, Y.; EL GHISSASSI, F.; BENBRAHIM-TALAA, L.; GUHA, N.; SCOCCIANI, C.; MATTOCK, H.; STRAIF, K.; BLAIR, A.; FRITSCHI, L.; MCLAUGHLIN, J.; SERGI, C.M.; CALAF, G.M.; LE CURIEUX, F.; BALDI, I.; FORASTIERE, F.; KROMHOUT, H.; 'T MANNETJE, A.; EGEHY, P.; JAHNKE, G.D.; JAMESON, G.W.; MARTIN, M.T.; ROSS, M.K.; RUSYN, L.; ZEISE, L. - **Carcinogenicity of tetrachlorvinphos, parathion, malathion, diazinon, and glyphosate.** The Lancet Oncology. ISSN 14745488. 16:5 (2015) 490–491.

79. APVMA - **Regulatory position: consideration of the evidence for a formal reconsideration of glyphosate.** Armidale. Australian Pesticides and Veterinary Medicines Authority. 2017. ISBN 978-1-925390-67-4.
80. GILLEZEAU, C.; VAN GERWEN, M.; SHAFTER, R.M.; RANA, I.; ZHANG, L.; SHEPPARD, E.; TAIOLI, E. - **The evidence of human exposure to glyphosate: A review.** Environmental Health: A Global Access Science Source. ISSN 1476069X. 18:1 (2019) 1–14.
81. AGENCY FOR TOXIC SUBSTANCES AND DISEASE REGISTRY - **Toxicological Profile for Glyphosate.** Atlanta : [s.n.] 2019.
82. VAINIO, Harri - **Public health and evidence-informed policy-making: The case of a commonly used herbicide.** Scandinavian Journal of Work, Environment and Health. ISSN 1795990X. 46:1 (2020) 105–109.
83. ZHANG, L.; RANA, I.; SHAFTER, R.M.; TAIOLI, E.; SHEPPARD, L. - **Exposure to glyphosate-based herbicides and risk for non-Hodgkin lymphoma: A meta-analysis and supporting evidence.** Mutation Research - Reviews in Mutation Research. ISSN 13882139. 781:February (2019) 186–206.
84. DRAGANI, T.A - **Difficulties in establishing a causal link between chemical exposures and cancer cannot be overcome by court assessments.** Human & Experimental Toxicology. ISSN 0960-3271. (2020) 096032712091142.
85. KWIATKOWSKA, M.; RESZKA, E.; WÓZNIAK, K.; JABŁONSKA, E.; MICHAŁOWICZ, J.; BUKOWSKA, B. - **DNA damage and methylation induced by glyphosate in human peripheral blood mononuclear cells (in vitro study).** Food and Chemical Toxicology. ISSN 18736351. 105: (2017) 93–98.
86. ANTONIOU, M.; HABIB, M.E.M; HOWARD, C.V.; JENNINGS, R.C.; LEIFERT, C.; NODAN, R.O.; ROBINSON, C.J.; FAGAN, J. - **Teratogenic Effects of Glyphosate-Based Herbicides: Divergence of Regulatory Decisions from Scientific Evidence.** Journal of Environmental & Analytical Toxicology. 01:S4 (2012).
87. HENDERSEN, A.; GERVAIS, J.A.; LUUKINEN, B.; BUHL, K.; STONE, D.; CROSS, A.; JENKINS, J. - **Glyphosate General Fact Sheet.** [Consultado a 20 de março de 2020]. Disponível em: <http://npic.orst.edu/factsheets/glyphogen.html>

88. **Regulamento (UE) n° 293/2013 da Comissão de 20 de março de 2013.** Jornal Oficial da União Europeia: L. 96/1 (2013) [Consultado a 20 de março de 2020]. Disponível em: www.eur-lex.europa.eu/
89. **EFSA - Review of the existing maximum residue levels for glyphosate according to Article 12 of Regulation (EC) No 396/2005.** EFSA Journal. 17:10 (2019)
90. **EUROPEAN COMMISSION - EU Pesticides database - Pesticides residues and maximum residue level (2016)** [Consultado a 13 de abril de 2020]. Disponível em: https://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/max_residue_levels_en
91. **MELO, K. G.; NUCCI, D. G.; TRAPE, A. Z. - Brief review analytical methods for the determination of glyphosate.** MOJ Toxicology. 4:1 (2018) 86–89.
92. **CIASCA, B.; PECORELLI, I.; LEPORE, L.; PAOLINI, A.; CATUCCI, L.; PASCALE, M.; LATTANZIO, V.M.T. - Rapid and reliable detection of glyphosate in pome fruits, berries, pulses and cereals by flow injection – Mass spectrometry.** Food Chemistry. ISSN 18737072. 310 (2020) 125813.
93. **KARISE, R.; RAIMETS, R.; BATKEVICS, V.; PUGAJEVA, I.; PIHLIK, P.; KERES, I.; WILLIAMS, I.H.; VIINALASS, H.; MÄND, M. - Are pesticide residues in honey related to oilseed rape treatments?** Chemosphere. ISSN 18791298. 188 (2017) 389–396.
94. **MELTON, L.M.; TAYLOR, M.J.; FLYNN, E.E. - The utilisation of ion chromatography and tandem mass spectrometry (IC-MS/MS) for the multi-residue simultaneous determination of highly polar anionic pesticides in fruit and vegetables.** Food Chemistry. ISSN 18737072. 298 (2019) 125028.
95. **SAVINI, S.; BANDINI, M.; SANNINO, A. - An Improved, Rapid, and Sensitive Ultra-High-Performance Liquid Chromatography-High-Resolution Orbitrap Mass Spectrometry Analysis for the Determination of Highly Polar Pesticides and Contaminants in Processed Fruits and Vegetables.** Journal of Agricultural and Food Chemistry. ISSN 15205118. 67:9 (2019) 2716–2722..
96. **CHAMKASEM, N. - Determination of Glyphosate, Maleic Hydrazide, Fosetyl Aluminum, and Ethephon in Grapes by Liquid Chromatography/Tandem Mass Spectrometry.** Journal of Agricultural and Food Chemistry. ISSN 15205118. 65:34 (2017) 7535–7541.

97. CHEN, M.X.; CIAO, Z.Y.; JIANG, Y.; ZHU, Z.W. - **Direct determination of glyphosate and its major metabolite, aminomethylphosphonic acid, in fruits and vegetables by mixed-mode hydrophilic interaction/weak anion-exchange liquid chromatography coupled with electrospray tandem mass spectrometry.** Journal of Chromatography A. ISSN 00219673. 1272 (2013) 90–99.
98. HSU, C.C.; WHANG, C.W. - **Microscale solid phase extraction of glyphosate and aminomethylphosphonic acid in water and guava fruit extract using alumina-coated iron oxide nanoparticles followed by capillary electrophoresis and electrochemiluminescence detection.** Journal of Chromatography A. ISSN 00219673. 1216:49 (2009) 8575–8580.
99. GOTTI, R.; FIORI, J.; BOSI, S.; DINELLI, G. - **Field-amplified sample injection and sweeping micellar electrokinetic chromatography in analysis of glyphosate and aminomethylphosphonic acid in wheat.** Journal of Chromatography A. ISSN 18733778. 1601 (2019) 357–364.
100. SANTILIO, A.; POMPILI, C.; GIAMBENEDETTI, A. - **Determination of glyphosate residue in maize and rice using a fast and easy method involving liquid chromatography–mass spectrometry (LC/MS/MS).** Journal of Environmental Science and Health - Part B Pesticides, Food Contaminants, and Agricultural Wastes. ISSN 15324109. 54:3 (2019) 205–210.
101. GRANBY, K.; JOHANNESSEN, S.; VAHL, M. - **Analysis of glyphosate residues in cereals using liquid chromatography-mass spectrometry (LC-MS/MS).** Food Additives and Contaminants. ISSN 0265203X. 20:8 (2003) 692–698.
102. CHAMKASEM, N.; HARMON, T. - **Direct determination of glyphosate, glufosinate, and AMPA in soybean and corn by liquid chromatography/tandem mass spectrometry.** Analytical and Bioanalytical Chemistry. ISSN 16182650. 408:18 (2016) 4995–5004.
103. JANSONS, M.; PUGAJEVA, I.; BARTKEVIČS, V. - **Occurrence of glyphosate in beer from the Latvian market.** Food Additives and Contaminants - Part A Chemistry, Analysis, Control, Exposure and Risk Assessment. ISSN 19440057. 35:9 (2018) 1767–1775.
104. LIAO, Y.; BERTHION, J.M.; COLET, I.; MERLO, M.; NOUGADÈRE, A.; HU, R. - **Validation and application of analytical method for glyphosate and glufosinate in foods by liquid chromatography-tandem mass spectrometry.** Journal of Chromatography A. ISSN 18733778. 1549 (2018) 31–38.
105. BERG, C.J.; KING, H.P.; DELENSTARR, G.; KUMAR, R.; RUBIO, F.; GLAZE, T. - **Glyphosate residue concentrations in honey attributed through geospatial analysis to**

proximity of large-scale agriculture and transfer off-site by bees. PLoS ONE. ISSN 19326203. 13:7 (2018) 1–18.

106. EFSA - The 2017 European Union report on pesticide residues in food. EFSA Journal. 17:6 (2019).

107. DIREÇÃO GERAL DE ALIMENTAÇÃO E VETERINÁRIA - Controlo nacional de resíduos de pesticidas em produtos de origem vegetal no ano de 2017. Lisboa : [s.n.] 2019.

108. GAUCH, R.; LEUENBERGER, U.; MÜLLER, U. - Bestimmung des Herbizids Glyphosat und dessen Hauptmetabolit Aminomethylphosphonsäure (AMPA) in Trinkwasser mit Hilfe der HPLC. Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und -Forschung. ISSN 00443026. 188:1 (1989) 36–38.

109. RENDÓN-VON OSTEN, J.; DZUL-CAAMAL, R. - Glyphosate residues in groundwater, drinking water and urine of subsistence farmers from intensive agriculture localities: A survey in Hopelchén, Campeche, Mexico. International Journal of Environmental Research and Public Health. ISSN 16604601. 14:6 (2017).

110. SKARK, C.; ZULLEI-SEIBERT, N.; SCHÖTTLER, U.; SCHLETT, C. - The occurrence of glyphosate in surface water. International Journal of Environmental Analytical Chemistry. ISSN 03067319. 70:1–4 (1998) 93–104.

111. BATTAGLIN, W. A.; MEYER, M. T.; KUIVILA, K. M.; DIETZE, J. E. - Glyphosate and its degradation product AMPA occur frequently and widely in U.S. soils, surface water, groundwater, and precipitation. Journal of the American Water Resources Association. ISSN 17521688. 50:2 (2014) 275–290.

112. HORTH, H.; BLACKMORE, K. - Survey of Glyphosate and AMPA in groundwaters and surface waters in Europe. Swindon. 126. (2009.)

113. Council Directive 98/83/EC of November 1998 on the quality of water intended for human consumption. Official Journal of the European Union: L330/32 (1998) [Consultado a 11 de maio de 2020]. Disponível em: www.eur-lex-europa.eu

114. EUROSTAT - Agriculture, forestry and fishery statistics - 2018 Edition. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2018 ISBN 9789279947582. Disponível em: <https://ec.europa.eu/eurostat/documents/3217494/9455154/KS-FK-18-001-EN-N.pdf/a9ddd7db-c40c-48c9-8ed5-a8a90f4faa3f>

12. ANEXOS

Anexo I - Resposta do EDCC acerca do pedido de dados sobre o consumo de glifosato na UE.

Europe Direct - 101000599128

EDCC <noreply@edcc.ec.europa.eu>

qu, 19/03/2020 13:30

Para: Diogo Soares <danigutof7@hotmail.com>

Dear Mr Soares,

Thank you for contacting the Europe Direct Contact Centre.

Regarding your case, we kindly recommend that you contact Eurostat directly for further assistance:
<https://ec.europa.eu/eurostat/web/european-statistical-advisory-committee-esac/contact>

We also advise you to visit the European Commission's page on glyphosate for more information:
https://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/glyphosate_en
<https://echa.europa.eu/-/glyphosate>
<https://www.efsa.europa.eu/en/topics/topic/glyphosate>

We hope you find this information useful. Please contact us again if you have other questions about the European Union, its activities or institutions.

Good afternoon,

My name is Diogo Soares and I'm a student of Pharmaceuticals Sciences from the University of Coimbra in Portugal.

I'm writing my thesis, which is about Glyphosate.

After going to the Eurostat web page, I didn't find any data about consumption of Glyphosate in the European Union.

I'm writing this enquiry to know if the European Commission can help me finding these data or sending me any type of information about the consumption of Glyphosate in the past decade (2010-2019).

I look forward to a brief reply.

Best regards

Diogo Soares

With kind regards,
Europe Direct Contact Centre
We answer all questions about the EU



00 800 6 7 8 9 10 11

EuropeDirect.europa.eu

Information provided by Europe Direct is not legally binding.

We would like to ask you 4 questions about the information provided by Europe Direct.
It should not take you more than 3 minutes to complete this survey: [here](#)

Anexo 2 – Resposta do EUROSTAT acerca do pedido de dados sobre o consumo de glifosato na UE.

RE: ESTA49682 Glyphosate consumption in the European Union

ESTAT-USER-SUPPORT@ec.europa.eu <ESTAT-USER-SUPPORT@ec.europa.eu>

qua, 18/03/2020 08:15

Para: daniguito97@hotmail.com <daniguito97@hotmail.com>

Dear Diogo,

Thank you for your email and for your interest in [Eurostat](#) data.

Unfortunately, we do not have data on the consumption of glyphosate.

However, statistics on the sale of [pesticides](#) are used as an indicator of pesticide consumption in agriculture.

For data on pesticides sales, please check the dataset [Pesticide sales \[aei_fm_salpest09\]](#). In this table, Eurostat disseminates data with the highest aggregation level, also called major groups in the Harmonised classification of substances. They are the following:

- Fungicides and bactericides (excluding fungicides of microbiological or botanical origin);
- Herbicides, haulm destructors and moss killers;
- Insecticides and acaricides (excluding insecticides of microbiological or botanical origin);
- Molluscicides;
- Plant growth regulators; and
- Other plant protection products.

From reference year 2016 onwards, the second highest aggregation level (categories of products) is also published. The disseminated data excludes biological substances because of the difficulties to convert colony formation unit (CFU) into kilogram (kg), the unit of dissemination.

This dataset is part of the section dedicated to [agriculture](#), which you can also check for more information.

For more details about the data available on pesticide sales and the agri-environmental indicator of pesticide risk, please see the following *Statistics Explained* articles:

- [Agri-environmental indicator – consumption of pesticides](#)
- [Agri-environmental indicator - pesticide risk](#)

For more information on Glyphosate, you may want to check the [European Commission page on Glyphosate](#), the page from the [European Chemicals Agency](#) (ECHA) and the page from the [European Food Safety Authority](#) (EFSA).

We hope this helps.

Best regards,

Margarida Domingues de Carvalho

Eurostat User Support

E.mail: eurostat-usersupport@ec.europa.eu

<http://ec.europa.eu/eurostat/>

Anexo 3 – Vendas de herbicidas, em toneladas, na UE entre 2011 e 2018 (Adaptado de EUROSTAT (2020)).²⁹

| País | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 |
|---------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Bélgica | 2 482,59 | 2 720,22 | 2 486,43 | 2 519,65 | 2 372,95 | 2 261,41 | 2 334,15 | 2 648,07 |
| Bulgária | nd | 773,569 | 705,944 | 652,446 | 636,209 | 2 007,43 | 1 698,98 | 2 606,57 |
| Rep. Checa | 3 473,32 | 3 606,88 | 3 144,89 | 2 755,34 | 2 889,38 | 2 892,77 | 2 562,12 | 2 574,27 |
| Dinamarca | 3 692,16 | 4 563,85 | 2 935,90 | 1 238,59 | 1 903,40 | 1 914,30 | 1 904,68 | nd |
| Alemanha | 17 955,17 | 19 907,27 | 17 896,28 | 17 876,68 | 16 327,25 | 15 038,22 | 16 706,25 | 14 532,75 |
| Estónia | 357,09 | 436,89 | 434,25 | 425,85 | 472,28 | 604,15 | 462,64 | 428,20 |
| Irlanda | 2 831,04 | 1 996,15 | 2 004,50 | 2 039,24 | 2 098,04 | 2 243,47 | 1 822,91 | 1 833,05 |
| Grécia | 1 454,63 | 2 139,11 | 2 571,54 | 1 194,61 | 1 315,13 | 1 744,04 | 1 673,68 | 1 833,05 |
| Espanha | 13 834,60 | 13 984,90 | 14 719,76 | 14 908,03 | 15 586,63 | 15 224,45 | 16 077,36 | 16 592,91 |
| França | 29 252,30 | 27 800,65 | 27 882,96 | 31 034,70 | 30 595,77 | 30 155,58 | 30 252,65 | 34 392,26 |
| Croácia | nd | nd | 829,44 | 889,12 | 820,90 | 742,56 | 668,74 | 717,67 |
| Itália | 8 327,29 | 8 055,92 | 7 750,99 | 7 798,75 | 7 950,43 | 7 486,50 | 7 114,26 | 6 880,13 |
| Chipre | 169,99 | 137,00 | 127,68 | 158,41 | 116,84 | 157,65 | 138,93 | 160,58 |
| Letónia | 722,05 | 789,14 | 728,07 | 847,47 | 861,08 | 986,89 | 801,18 | 965,29 |
| Lituânia | 1 772,87 | 1 715,22 | 1 421,92 | 1 394,24 | 1 371,54 | 1 432,73 | 1 251,55 | 1 053,60 |
| Luxemburgo | 102,07 | 96,47 | 82,78 | 88,60 | 83,35 | 61,71 | 60,77 | 54,18 |
| Hungria | 3 668,07 | 3 824,104 | 3 562,13 | 4 011,14 | 4 270,18 | 4 580,32 | 4 269,85 | 3 824,09 |
| Malta | 6,22 | 7,96 | 7,01 | 7,63 | 4,75 | 5,61 | 2,24 | 3,25 |
| Países Baixos | 3 024,61 | 3 042,16 | 2 766,24 | 3 266,27 | 2 880,90 | 2 745,75 | 2 901,79 | 2 978,20 |
| Austria | 1 505,16 | 1 544,52 | 1 227,02 | 1 375,82 | 1 317,22 | 1 281,49 | 1 296,94 | 1 276,93 |
| Polónia | 12 408,49 | 12 654,36 | 12 518,20 | 12 073,41 | 12 190,01 | 12 693,32 | 13 655,48 | 11 370,74 |
| Portugal | 1 995,99 | 1 768,62 | 1 611,02 | 2 410,80 | 2 122,47 | 1 905,18 | 1 899,47 | 1 939,90 |
| Roménia | 6 770,90 | 6 614,04 | 6 034,25 | 5 025,37 | 6 353,16 | 5 066,29 | 5 486,48 | 5 187,91 |
| Eslovénia | 264,29 | 257,01 | 223,47 | 238,50 | 224,43 | 247,00 | 235,30 | 256,84 |
| Eslováquia | 1 079,87 | 1 257,38 | 1 157,48 | 1 215,10 | 1 218,22 | 1 080,28 | 1 105,10 | 1 328,92 |
| Finlândia | 1 452,13 | 1 223,84 | 1 132,95 | 1 305,39 | 1 367,91 | 1 264,47 | 1 006,41 | 982,36 |
| Suécia | 2 136,11 | 2 087,12 | 3 545,63 | 2 103,77 | 1 829,32 | 1 633,01 | 1 731,24 | 1 482,79 |

nd , dados não disponíveis

Anexo 4 – Herbicida aplicado por hectare de área agrícola na UE entre 2011 e 2018 (Dados retirados de EUROSTAT (2018) e EUROSTAT (2020)). 29;114

| País | Área Agrícola (ha) | Vendas de herbicida na UE (kg) | | Herbicida consumido por Área Agrícola (kg/ha) | |
|---------------|-----------------------|-----------------------------------|------------|--|------|
| | | 2011 | 2018 | 2011 | 2018 |
| Alemanha | 16 715 000 | 17 955 168 | 14 532 748 | 1,07 | 0,87 |
| Áustria | 2 670 000 | 1 505 163 | 1 276 929 | 0,56 | 0,48 |
| Bélgica | 1 354 000 | 2 482 593 | 2 648 068 | 1,83 | 1,96 |
| Bulgária | 4 469 000 | nd | 2 606 572 | nd | 0,58 |
| Chipre | 112 000 | 169 986 | 160 580 | 1,52 | 1,43 |
| Croácia | 1 563 000 | nd | 717 673 | nd | 0,46 |
| Dinamarca | 2 615 000 | 3 692 158 | nd | 1,41 | nd |
| Eslováquia | 1 890 000 | 1 079 871 | 1 328 923 | 0,57 | 0,70 |
| Eslovénia | 488 000 | 264 289 | 256 840 | 0,54 | 0,53 |
| Espanha | 23 230 000 | 13 834 600 | 16 592 907 | 0,60 | 0,71 |
| Estónia | 995 000 | 357 091 | 428 200 | 0,36 | 0,43 |
| Finlândia | 2 194 000 | 1 452 126 | 982 359 | 0,66 | 0,45 |
| França | 27 814 000 | 29 252 304 | 34 392 257 | 1,05 | 1,24 |
| Grécia | 4 554 000 | 1 454 632 | 1 833 052 | 0,32 | 0,40 |
| Hungria | 4 671 000 | 3 668 067 | 3 824 089 | 0,79 | 0,82 |
| Irlanda | 4 884 000 | 2 831 037 | 1 833 054 | 0,58 | 0,38 |
| Itália | 12 598 000 | 8 327 293 | 6 880 130 | 0,66 | 0,55 |
| Letónia | 1 931 000 | 722 050 | 965 291 | 0,37 | 0,50 |
| Lituânia | 2 925 000 | 1 772 873 | 1 053 599 | 0,61 | 0,36 |
| Luxemburgo | 131 000 | 102 073 | 54 178 | 0,78 | 0,41 |
| Malta | 11 000 | 6 223 | 3 247 | 0,57 | 0,30 |
| Países Baixos | 1 796 000 | 3 024 613 | 2 978 199 | 1,68 | 1,66 |
| Polónia | 14 406 000 | 12 408 486 | 11 370 744 | 0,86 | 0,79 |
| Portugal | 3 642 000 | 1 995 991 | 1 939 900 | 0,55 | 0,53 |
| Rep. Checa | 3 455 000 | 3 473 321 | 2 574 269 | 1,01 | 0,75 |
| Roménia | 12 503 000 | 6 770 904 | 5 187 911 | 0,54 | 0,41 |
| Suécia | 3 021 000 | 2 136 107 | 1 482 790 | 0,71 | 0,49 |

nd, dados não disponíveis

Anexo 5 – Consumo de glifosato, em toneladas, em alguns países da Europa entre 2011 e 2017 (Dados retirados de JANSON, M. (2019)³⁰, SPF SANTÉ PUBLIQUE SÉCURITÉ DE LA CHAÎNE ALIMENTAIRE ET ENVIRONNEMENT (2019)³², REBANE, R. *et al.* (2017)³³, ØRUM, J.E. *et al.* (2019)³⁴, MUSIL, B. (2012-2018)^{35,36,37,38,39,40,41}, DIREÇÃO-GERAL DE ALIMENTAÇÃO E VETERINÁRIA (2012-2018)^{43,44,45,46,47,48,49} e COMMISSARIAT GÉNÉRAL AU DÉVELOPPEMENT DURABLE (2019)).⁴²

| País | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 |
|-----------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| França | 8 463,00 | 9 062,00 | 8 673,00 | 9 488,00 | 8 469,00 | 8 721,00 | 8 631,00 |
| Alemanha | 5 400,00 | 6 000,00 | 5 100,00 | 5 400,00 | 4 300,00 | 3 800,00 | 4 700,00 |
| Dinamarca | 1 941,31 | 1 402,52 | 1 388,86 | 626,84 | 853,75 | 1 140,70 | 1 241,40 |
| Portugal | 1 378,08 | 1 131,92 | 1 040,43 | 1 687,49 | 1 485,72 | 1 306,64 | 1 302,34 |
| República Checa | 962,61 | 1 081,32 | 935,47 | 858,51 | 697,69 | 772,33 | 750,53 |
| Bélgica | 552,86 | 699,39 | 587,04 | 595,59 | 511,65 | 503,27 | 619,30 |
| Estónia | 227,90 | 292,06 | c | 276,97 | c | 411,61 | nd |

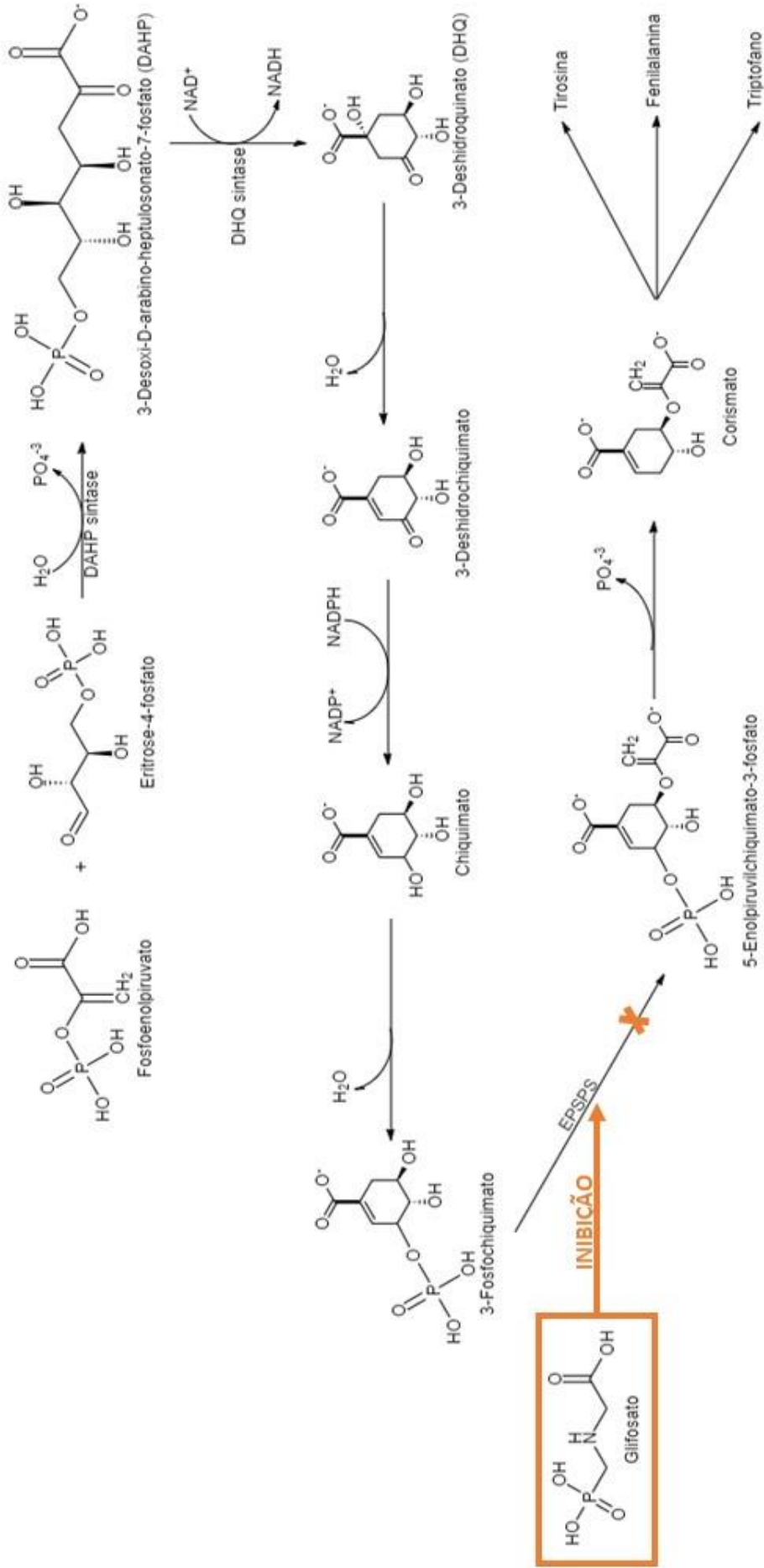
c, confidencial ; nd, não disponível

Anexo 6 – Glifosato aplicado por hectare de área agrícola em alguns países europeus entre 2011 e 2017 (Dados retirados de JANSON, M. (2019)³⁰, SPF SANTÉ PUBLIQUE SÉCURITÉ DE LA CHAÎNE ALIMENTAIRE ET ENVIRONNEMENT (2019)³², REBANE, R. *et al.* (2017)³³, ØRUM, J.E. *et al.* (2019)³⁴, MUSIL, B. (2012, 2018)^{35,41}, DIREÇÃO-GERAL DE ALIMENTAÇÃO E VETERINÁRIA (2012, 2018)^{43,49}, COMMISSARIAT GÉNÉRAL AU DÉVELOPPEMENT DURABLE (2019)⁴² e EUROSTAT (2018)).¹⁴

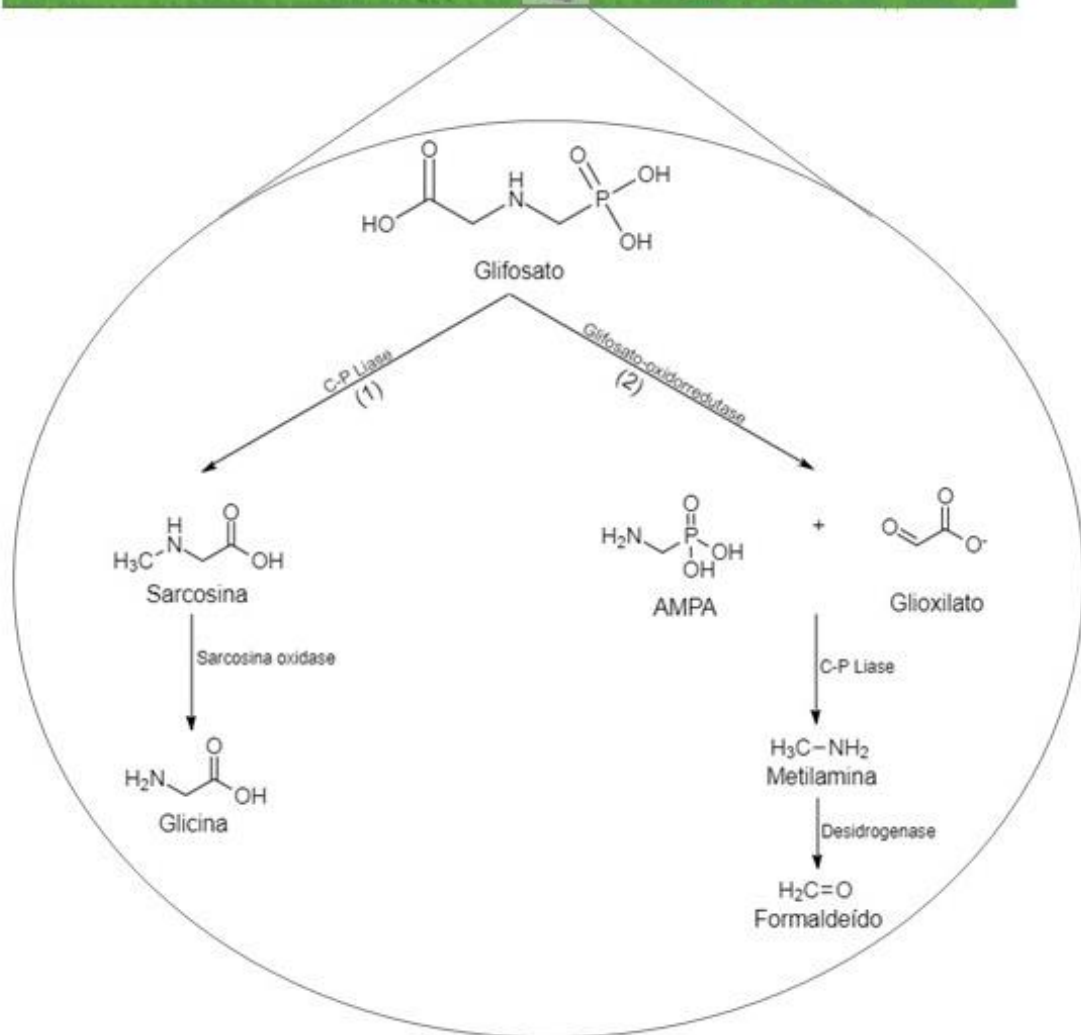
| País | Área agrícola | Vendas de Glifosato (kg) | | Glifosato consumido por Área Agrícola (kg/ha) | |
|-----------------|---------------|--------------------------|-----------|---|------|
| | | 2011 | 2017 | 2011 | 2017 |
| França | 27 814 000 | 8 463 000 | 8 631 000 | 0,30 | 0,31 |
| Alemanha | 16 715 000 | 5 400 000 | 4 700 000 | 0,32 | 0,28 |
| Dinamarca | 2 615 000 | 1 941 310 | 1 241 402 | 0,74 | 0,47 |
| Portugal | 3 642 000 | 1 378 081 | 1 302 344 | 0,38 | 0,36 |
| República Checa | 3 455 000 | 962 612 | 750 531 | 0,28 | 0,22 |
| Bélgica | 1 354 000 | 552 861 | 619 295 | 0,41 | 0,46 |
| Estónia | 995 000 | 227 902 | nd | 0,23 | nd |

nd, não disponível

Anexo 7 – Mecanismo de ação do glifosato nas plantas.



Anexo 8 – Degradação do glifosato no meio ambiente.



Anexo 9 – Limite Máximo de Resíduo do glifosato em diversos alimentos (Adaptado de EUROPEAN COMMISSION (2016)).⁹⁰

| MATRIZ | LMR (µg/kg) |
|--------------------|-------------|
| FRUTA | |
| Sumo de Fruta | 10 |
| Pera | 100 |
| Laranja | 500 |
| Maçã | 100 |
| Morango | 100 |
| Mirtilo | 100 |
| Lima | 100 |
| Passas | 100 |
| Nozes | 100 |
| Outras frutas | 100 |
| LEGUMES | |
| Inhame | 100 |
| Batata | 500 |
| Espargo | 100 |
| Pimentão | 100 |
| Ervilhas frescas | 100 |
| Outros legumes | 100 |
| LEGUMINOSAS | |
| Ervilhas secas | 10 000 |
| Feijão | 2 000 |
| Lentilhas secas | 10 000 |
| Outras leguminosas | 10 000 |

| MATRIZ | LMR (µg/kg) |
|----------------------------------|------------------|
| CEREAIS | |
| Cevada | 20 000 |
| Pseudocereais | 100 |
| Milho | 10 000 |
| Aveia | 20 000 |
| Arroz | 100 |
| Centeio | 10 000 |
| Trigo | 10 000 |
| Outros Cereais | 100 |
| PRODUTOS DE ORIGEM ANIMAL | |
| Ovos | 50 |
| Carne | 50 |
| Peixe | 50 |
| Leite | 50 |
| Mel | 50 |
| OUTROS | |
| Pão | 10 |
| Oleo | 100 |
| Azeite | 100 |
| Água | 0,1 ^a |
| Alimento para bebé | 10 |

^a, as unidades do LMR para a água são µg/L